

Modellierung und Simulation von Sprachwandel
als Emergenzprodukt kommunikativer Interaktion
in Multi-Agenten-Systemen
am Beispiel einiger Phänomene
aus ostandalusischen Dialekten

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor philosophiae (Dr. phil.)

eingereicht an der Fakultät für Linguistik und Literaturwissenschaft

im Fachbereich Spanien- und Lateinamerikastudien

der Universität Bielefeld

von Daniel Storbeck

Bielefeld, im März 2006

Erstgutachter: Prof. Dr. Reinhard Meyer-Hermann

Zweitgutachter: Prof. Dr. Dieter Metzger

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
1 Einleitung	13
1.1 Situierung	13
1.2 Anknüpfungspunkte	14
1.3 Inhalt des ersten Teils der Arbeit	15
1.4 Inhalt des zweiten Teils der Arbeit	17
2 Zusammenhang der relevanten dialektalen Phänomene	21
2.1 Konsonantenschwund in andalusischen Dialekten	23
2.1.1 Mehrdimensionale Variation der dialektalen Merkmale . .	24
2.1.2 Reduktion des implosiven Konsonantensystems	25
2.2 Konsequenzen der Konsonantenschwächung	28
2.2.1 Veränderung der finalen Vokale	30
2.2.2 Assimilationsphänomene	32
2.2.2.1 Begriffliche Klärung: Metaphonie vs. Vokalharmonie	32
2.2.2.2 Empirische Beobachtungen zu Assimilationsprozessen	35
2.2.2.3 Noch einmal: Metaphonie oder Vokalharmonie? .	39
2.2.2.4 Metaphonie und Vokalharmonie in nordspanischen Dialekten	41
2.2.2.5 Vokalschließung als Ursache der Öffnungsgradifferenzierung	47
2.3 Datengrundlage der Vokalismusdebatte	49
2.4 Fazit: Ein hypothetischer Sprachwandelsprozess	54
3 Strukturalistische Interpretationen der dialektalen Daten	58
3.1 Drei frühe Feldforschungsprojekte	58

3.1.1	Navarro Tomás	58
3.1.2	Rodríguez Castellano & Palacio (1948) und Alonso et al. (1950)	62
3.2	Strukturalistische Interpretationen	65
3.2.1	Allgemeines zur Prager Phonologie	66
3.2.1.1	Schematische Darstellung von Vokalsystemen	66
3.2.1.2	Taxonomie der Phonemoppositionen	68
3.2.1.3	Darstellungsbeispiel	70
3.2.2	Anwendungen der Prager phonologischen Theorie	70
3.2.2.1	Ein erster Vorschlag von Alarcos	71
3.2.2.2	Alvars multidialektales Vokalsystem	72
3.2.2.3	Weitere Konflikte mit dem Formalismus	74
3.2.2.4	Eine ökonomische, nichtvokalische Lösung	78
3.2.2.5	Eine noch ökonomischere Lösung	82
3.2.2.6	Eine nichtvokalische Lösung	83
3.2.2.7	Systemspaltung als Möglichkeit der Komplexitäts- reduktion	86
3.3	Fazit	93
4	Weitere Beiträge der Vokalismusdebatte	95
4.1	Beitrag linearer generativer Theorien	95
4.1.1	Generatives Modell in diachronischer Interpretation	96
4.1.1.1	Saporta (1965)	96
4.1.1.2	Hooper (1976)	99
4.1.2	Überlegungen zu den linearen generativen Ansätzen	101
4.2	Prosodische Analyse und nichtlineare generative Analyse	104
4.2.1	Allgemeines zur prosodischen Analyse	104
4.2.2	Alternanz der Vokalqualität als Prosodie	106
4.2.3	Weitere Bemerkungen zu Contreras	112

4.2.4	Nichtlineare generative Analyse	112
4.2.5	Weitere Bemerkungen zu Zubizarreta	116
4.3	Redundanz der morphologischen Information	117
4.3.1	Redundanz in Nominalphrasen	118
4.3.2	Redundanz im weiteren Kontext	121
4.3.3	Funktionale Hierarchie redundanter Merkmale	123
4.3.4	Weitere Bemerkungen zu Redundanzfaktoren	125
4.4	Fazit	128
5	Entwurf einer ersten Architektur für die Simulation	130
5.1	Ontologie für die Modellsimulation	130
5.1.1	Sprachgemeinschaft	130
5.1.2	Sprecher	131
5.1.3	Grammatik	131
5.1.4	Sprachliche Formen und Äußerungen	132
5.1.5	Konzepte	133
5.1.6	Produktion und Perzeption	133
5.1.7	Phonemsystem	134
5.1.8	Lexikon	134
	5.1.8.1 Form-Konzept-Assoziator	134
	5.1.8.2 Form-Strukturanalyse	137
5.2	Fazit	138
6	Theoretische Grundlagen der Modellsimulation	139
6.1	Geeignete linguistische Theorie für die Modellsimulation	139
6.1.1	Begriff der Autonomie in Formalismus und Funktionalismus	140
6.1.2	Modelle geschlossener grammatischer Systeme	141
	6.1.2.1 Modellierung der individuellen Grammatik in der GG	143

6.1.2.2	Erwerbsbasiertes Sprachwandelsmodell der GG	145
6.1.2.3	Empirische Probleme generativer Modelle	148
6.1.3	Modelle nicht geschlossener grammatischer Systeme	149
6.1.3.1	Externer Funktionalismus	150
6.1.3.2	Integrativer Funktionalismus	151
6.1.4	Fazit zur theoretischen Grundlage	153
6.2	Selektionstheorie als Rahmenmodell für Sprachwandel	154
6.2.1	Einige Begriffe aus der allgemeinen Selektionstheorie	154
6.2.2	Anwendung der Populationsbiologie auf den Sprachwandel	156
6.3	Fazit der theoretischen Situierung	161
7	Kollektive und interaktionale Aspekte des Modells	163
7.1	Selbstorganisation als Prinzip für den überindividuellen Aspekt des Modells	164
7.1.1	Sprachfähigkeit als Gegenstand genetischer Evolution	164
7.1.2	Konzepte und allgemeine Prinzipien der Selbstorganisation	167
7.1.2.1	Erklärung einiger Begriffe	168
7.1.2.2	Funktionsweise der kulturellen Evolution	170
7.2	Allgemeines über Modellsimulationen	175
7.2.1	Motivation der Modellierung von Sprachwandel	175
7.2.2	Vorteile von Modellsimulationen	176
7.2.3	Nachteile von Modellsimulationen	178
7.3	De Boers Modell der Emergenz von Vokalsystemen	180
7.3.1	Wichtige Eigenschaften der Simulation	181
7.3.2	Ergebnisse der Simulation von de Boer	186
7.4	Swarm – Die hier verwendete Simulationsinfrastruktur	190
7.5	Implementierung von de Boers Modell als Vorstudie	192
7.5.1	Ein illustratives Beispiel	193
7.6	Fazit	197

7.6.1	Allgemeine Plausibilität des Konzeptes der Selbstorganisation	197
7.6.2	De Boers Modell als plausible Anwendung der Selektionstheorie	198
7.6.3	Unzulänglichkeiten des Modells zur Simulation von Sprachwandel	199
8	Globale Architektur des Sprechermodells (Phase 1)	201
8.1	Anforderungen an das Modell	202
8.2	Entwurf des Modells	205
8.2.1	Komponenten des Modells	205
8.2.1.1	Menge der referierbaren Gegenstände	205
8.2.1.2	Grundlegende Eigenschaften des Sprecherlexikons	206
8.2.1.3	Interaktionsmodell	207
8.2.1.4	Minimales Modell für Produktion und Perzeption	208
8.2.2	Erwartetes Verhalten der Simulation	209
8.2.3	Schnittstellen der Komponenten des Modells	211
8.2.3.1	Schnittstelle zwischen Sprechern	212
8.2.3.2	Schnittstelle zwischen Sprechern und ihrer Umgebung	213
8.2.3.3	Schnittstelle zum individuellen Lexikon	214
8.2.3.4	Schnittstelle zum Produktions- und Perzeptionsmodell	215
8.3	Beschreibung und Analyse des Verhaltens der Simulation	215
8.4	Fazit	219
9	Ausarbeitung einer generischen Infrastruktur (Phase 2)	222
9.1	Einleitung	222
9.2	Übersicht zu den Erweiterungen des Modells	224

9.3	Benutzte Theorien und Modelle	227
9.3.1	Feature Geometry	227
9.3.1.1	Clements' Modell	228
9.3.1.2	Halles Modell	229
9.3.1.3	Sequenzielle Struktur der Segmentkette	230
9.3.2	Implikationale Tendenzen	232
9.3.3	Silbenstruktur	235
9.4	Detailliertere Modellierung der Sprecherkomponenten	242
9.4.1	Modifikationen an den Schnittstellen von Lexikon sowie von Produktion und Perzeption	243
9.4.2	Neue interne Anforderungsspezifikation für das Lexikon	245
9.4.2.1	Allgemeine Struktur von Lexikonformen	246
9.4.2.2	Strukturelle Inventarisierung des Lexikons	247
9.4.3	Neue interne Anforderungsspezifikation für Produktion und Perzeption	252
9.4.3.1	Erzeugung neuer Lexikonformen	252
9.4.3.2	Vergleich von Lexikonformen	255
9.4.3.3	Transformation von Lexikonformen in Äußerungen	257
9.4.3.4	Transformation von Äußerungen in Lexikonformen	262
9.4.4	Spezifikation der Phoneminventarkomponente	264
9.4.4.1	Phonologische Repräsentation der Segmente	264
9.4.4.2	Dynamik des Phonemsystems	268
9.4.4.3	Inventar voll ausspezifizierter Laute	279
9.4.4.4	Allophoninventar	280
9.4.5	Spezifikation der Schnittstelle zum Phonemsystem	282
9.4.5.1	Erzeugung von Segmenten	283
9.4.5.2	Vermehrung distinktiver Oppositionen	284
9.4.5.3	Verminderung distinktiver Oppositionen	285

9.4.5.4	Erzeugen von Segmentmatrizen aus Segmentbäumen	286
9.4.5.5	Kontextfreie Redundanzspezifikation von Segmenten	286
9.4.5.6	Bestimmung der ähnlichsten vollständigen Matrize	287
9.4.5.7	Aktualisierung des Allophoninventars	287
9.4.5.8	Allophonische Interpretation von Matrizen	287
9.4.5.9	Bestimmung der Konsonantenstärke von Matrizen	287
9.4.5.10	Phonemische Interpretation von Matrizen	287
9.4.5.11	Phonemische Reinterpretation von Phonemen	288
9.4.6	Spezifikation der Komponente für Phonemsequenzstruktur	288
9.4.6.1	Erzeugen von Silbenstrukturen	289
9.4.6.2	Reduzieren der Länge von Lexikonformen	289
9.4.6.3	Phonemische Koartikulation in Lexikonformen	289
9.4.6.4	Phonetische Koartikulation von Äußerungen	291
9.4.6.5	Positionsabhängige Redundanzspezifikation von Lexikonformen	291
9.4.6.6	Fehlinterpretation von Segmenten	291
9.4.6.7	Ableiten der Silbenstruktur von Äußerungen	291
9.4.6.8	Vergleich der Silbenstruktur von Lexikonformen	295
9.4.6.9	Vergleich der Segmentreihenfolge von Lexikonformen	296
9.4.7	Spezifikation der strukturbezogenen Lexikonschnittstelle	297
9.4.7.1	Aussuchen einer im Lexikon vorhandenen Silbe	297
9.4.7.2	Erzeugen neuer Silbe aus vorhandenen Silbenbestandteilen	297
9.4.7.3	Erzeugen neuer Silbe aus elementaren Bestandteilen	298
9.4.7.4	Phonematische Neuinterpretation des Lexikons	298

9.4.7.5	Feststellen der Beteiligung von Phonemen an Minimalpaaren	299
9.5	Umsetzung und Test	300
9.5.1	Einfacher Emergenztest	302
9.5.2	Verfahren der Koartikulation	304
9.5.3	Dynamisches Verhalten des Phonemsystems	308
9.6	Fazit	312
10	Anpassung des Modells an den ausgewählten Sprachwandlungsprozess (Phase 3)	315
10.1	Einleitung	315
10.2	Gegenstand der Modellierung	316
10.2.1	Überblick zu bisher realisierten Aspekten des geplanten Modells	316
10.2.2	Modellierungsabsicht für die dritte Phase der Modellbildung	318
10.3	Sprachgebrauchsbasiertes Modell eines Lexikons	319
10.3.1	Allgemeines über das Modell	320
10.3.2	Aufbau des performanzbasierten Lexikonmodells	321
10.3.3	Erklärungspotential des Modells für den Sprachwandel	329
10.3.4	Performanzorientiertes Modell im Rahmen der linguistischen Selektionstheorie	331
10.3.4.1	Terminologische Entsprechungen	333
10.4	Skizze des Modells der kognitiven Funktionen	335
10.4.1	Situierung der kognitiven Funktion des Form-Konzept-Assoziators im Aufbau des Modells	336
10.4.1.1	Ausgangssituation	336
10.4.1.2	Anforderungen an den Simulationsverlauf	337
10.4.2	Anwendung von Modellierungsprinzipien aus dem gebrauchsbasierten Lexikonmodell	339

10.4.2.1	Derzeit nicht umsetzbare Prinzipien	339
10.4.2.2	Bereits (ansatzweise) vorhandene Prinzipien . . .	340
10.4.2.3	Weitere verwendbare Prinzipien	341
10.5	Details der Modellierung	342
10.5.1	Aufbau des Lexikons	342
10.5.2	Interaktion	343
10.5.3	Beschaffenheit der Gegenstände	348
10.5.4	Phonetische Prozesse, die in der Produktion angewendet werden	348
10.5.4.1	Schwächung und Elision von [s]	349
10.5.4.2	Koartikulation zwischen [h] und vorhergehendem Silbenkern	352
10.5.4.3	Koartikulation zwischen benachbarten Silbenkernen	353
10.5.5	Kognitive Repräsentation der Morphologie	355
10.5.5.1	Anforderung von der Seite der gebrauchsbasierten Lexikontheorie	356
10.5.5.2	Geplante Arbeitsweisen der Form-Konzept-Asso- ziation	358
10.5.5.3	Differenzfunktion	360
10.5.5.4	Anwendung von Differenzmustern	362
10.5.5.5	Prototypen und linguistische Variablen	362
10.5.6	Phonematische Rückinterpretation von Äußerungen	363
10.6	Simulationsverlauf	364
10.6.1	Voreinstellungen	365
10.6.2	Beschreibung des Simulationsverlaufs nach Phasen	366
10.6.2.1	Initialisierung	367
10.6.2.2	Beschreibung der Simulationsphasen anhand nu- merischer Daten	368
10.6.2.3	Chronologie der phonetischen Prozesse	372

10.6.2.4	Beispiele für die Dynamik der kognitiven Inhalte	374
10.6.2.5	Verhalten des Perzeptionsverfahrens	379
10.7	Fazit	382
11	Schlussbemerkungen	385
11.1	Zusammenfassung	385
11.2	Ausblick	388
	Literaturverzeichnis	393

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet und wörtlich oder inhaltlich übernommene Quellen als solche gekennzeichnet habe. Ferner erkläre ich, dass die Dissertation bisher keiner anderen Fakultät, weder in der aktuellen noch in einer anderen Fassung, vorgelegen hat.

Bielefeld, den 20.3.2006

Danksagung

Mein Dank gilt Prof. Dr. Reinhard Meyer-Hermann, der mich immer wieder ermutigt hat, mit der Arbeit weiter zu machen, und mir den Freiraum gegeben hat, den ich brauchte, um mein Thema zu finden, Prof. Dr. Dafydd Gibbon, der Teile der Arbeit kommentiert hat, Prof. Dr. Dieter Metzinger für die Begutachtung, meiner Familie, die mich die ganze Zeit über bei meinem Vorhaben unterstützt hat und meiner Freundin Esther, die meine Arbeit viele Nerven gekostet hat. Ich widme die Arbeit meinem Großvater Klaus.

1 Einleitung

Ziel der Arbeit ist es, eine computationale Grundlage für die Simulation von Sprachwandelsprozessen in Sprachgemeinschaften zu entwerfen und zu implementieren. Als empirische Grundlage wird ein charakteristisches Sprachwandelphänomen aus andalusischen Dialekten genommen. Die einschlägige Literatur wird revidiert, um die im Wesentlichen auf Schwächung und Koartikulation beruhenden Prozesse zu beschreiben. Als theoretische Grundlage für die Modellierung von Sprachgemeinschaften und kognitiven Sprechermodellen dient eine Kombination aus Elementen einer linguistischen Selektionstheorie, einem gebrauchsbasierten Lexikonmodell und weiteren phonologischen Theorien. Ausgangspunkt für die Modellierung ist die Dokumentation einer bestehenden Simulation der Emergenz von Vokalsystemen in einer virtuellen Sprechergemeinschaft. Dieses Modell wird in drei Phasen so erweitert, dass damit auch Sprachwandelsprozesse als Emergenzprodukte der sprachlichen Interaktion in Sprachgemeinschaften simuliert werden können. Für diverse Aspekte des genannten dialektalen Sprachwandelsprozesses werden entsprechende Modelle entwickelt, implementiert und getestet.

1.1 Situierung

In den letzten Jahren konnte ein deutlicher Anstieg des Interesses für Sprachrevolution beobachtet werden und dafür, wie man sie mit Computersimulationen nachvollziehen kann, siehe z.B. Cangelosi & Parisi (2002) und Christiansen & Kirby (2003). Diese Arbeit gehört ebenfalls in die weite Domäne der Sprachrevolution, engt ihr Thema aber auf einen speziellen Aspekt davon ein, nämlich den Wandel von vollständig entwickelten Sprachsystemen. Es geht hier also nicht um die Entstehungsprozesse der biologischen und kognitiven Grundlagen sprachbegabter Wesen und auch nicht darum, wie Individuen sich ihre Muttersprache oder Fremdsprachen aneignen. Ausgangspunkt ist stattdessen die Frage, wie es dazu kommt, dass sich Sprachsysteme verändern.

Da aber auch Sprachwandel bzw. diachronische Typologie ein sehr weites und diversifiziertes Feld ist und es zudem eine Vielfalt von Ansätzen gibt, mit denen dazu gehörende Phänomene modelliert werden können, enge ich den Fokus der Arbeit weiter ein. Einerseits auf eine bestimmte Art von Sprachwandelstheorien, nämlich solche, die Sprachwandel durch die komplexe sprachliche Interaktion in der Sprachgemeinschaft erklären, siehe z.B. Croft (2000). Andererseits wähle ich einen konkreten Sprachwandelsprozess zur Modellierung und Simulation aus. Dieser ist allgemein dazu geeignet, als Richtschnur bei der Entwicklung eines plausiblen Modells zu dienen. Insbesondere ist er dazu geeignet, eine bestehende Vorarbeit weiter zu entwickeln.

1.2 Anknüpfungspunkte

Bei dieser Vorarbeit handelt es sich um Boer (2001). De Boer bietet einen Ansatz zur Erklärung der Entstehung und Optimierung von Vokalsystemen an und entwirft eine entsprechende Simulation. Da sein Ansatz ebenfalls auf der Interaktion in der Sprachgemeinschaft basiert, kann er dem von Croft entwickelten Rahmenmodell für Sprachwandel zugeordnet werden¹. De Boer zeigt, dass Vokalsysteme durch Selbstorganisation entstehen können, das heißt, indem eine Gemeinschaft von Sprechern mit bestimmten physiologischen und kognitiven Eigenschaften lokal und nur mit lokalem Wissen eine kommunikative Tätigkeit ausführt. Er kann zeigen, dass in der von ihm entworfenen Simulation Vokalsysteme emergieren, die nicht nur einzelnen natürlich vorkommenden Vokalsystemen sehr ähnlich sind, sondern die in ihrer Variation auch der vorkommenden typologischen Vielfalt der Vokalsysteme entsprechen.

In dieser Arbeit gehe ich davon aus, dass de Boers Ansatz prinzipiell auch dazu geeignet ist, als Grundlage zur Modellierung und Simulation von Sprachwandelsprozessen zu dienen. Dies ist auf den ersten Blick nicht offensichtlich,

¹Die beiden Arbeiten erwähnen sich nicht gegenseitig.

da die sprachliche Interaktion der von ihm simulierten Sprecher im Wesentlichen darin besteht, isolierte Laute zu produzieren, zu reproduzieren und deren Ähnlichkeit zu beurteilen. Ferner ist es ein Modell für eine Vokalsystemkomponente, die von allen anderen grammatischen Komponenten völlig isoliert ist. Die Sprecher haben zwar realistische Modelle für die Produktion und Perzeption von vokalischen Lauten, aber weder gibt es in seinem Modell Entsprechungen für Phonologie und Semantik noch gibt es Modellierungen von Äußerungen, die länger als ein Segment sind, sodass z.B. grundlegende Sprachwandelsprozesse, die auf Koartikulation basieren nicht simuliert werden können. Eine zentrale Aufgabe für diese Arbeit ist es, de Boers Modell so zu erweitern, dass damit überhaupt reale Sprachwandelsprozesse simuliert werden können.

Die Arbeit hat zwei Teile. Der erste erarbeitet einen Zusammenhang sprachlicher Phänomene, die als inhaltliche Grundlage der Simulation dienen sollen. Diese Grundlage wird benutzt, um eine erste Skizze für die Modellsimulation zu erstellen. Der zweite Teil umfasst die Planung, Umsetzung und Auswertung der Modellsimulation.

1.3 Inhalt des ersten Teils der Arbeit

Die beschriebene Erweiterung der Vorarbeit von de Boer bedeutet für die physiologische und kognitive Modellierung der simulierten Sprecher einen enormen Komplexitätszuwachs. Ferner hängt es von jedem einzelnen Sprachwandlungsprozess, der modelliert werden soll, ab, wie komplex die Interna der Sprecher insgesamt gestaltet werden müssen. Um aber zunächst den ersten Schritt bewältigen zu können, wähle ich in dieser Arbeit als empirischen Bezugspunkt einen relativ einfachen Sprachwandlungsprozess aus. Er ist in andalusischen Dialekten des Spanischen beobachtet worden und basiert auf der Schwächung von Konsonanten im Silbenauslaut und auf weiteren Koartikulationsphänomenen, die zusammen morphologische Konsequenzen haben können. Dieser Prozess hat den Vorteil, dass er wahlweise zuerst nur auf der Wortebene studiert werden kann. Er ist

insofern geeignet als Anhaltspunkt für die Spezifikation der minimalen Anforderungen an erweiterte physiologische und kognitive Modelle der Sprecher. Um die Komplexität dieser Modelle in nachfolgenden Schritten zu steigern, können aber prinzipiell auch Konsequenzen des Prozesses auf der Satzebene mit in Betracht gezogen werden. Der erste Teil dieser Arbeit besteht daher in der Aufarbeitung der Literatur, die über diesen Sprachwandlungsprozess veröffentlicht wurde.

Vereinfacht gesagt besteht der Sprachwandlungsprozess in der Lenition wortfinaler Sibilanten, die eine Steigerung des Öffnungsgrades im vokalischen Kern der betroffenen Silbe zur Folge hat. Eine phonologische Hypothese aus der einschlägigen Literatur besagt, dass dies eine Erweiterung des Systems der Vokalphoneme verursacht, da Minimalpaare mit offenen und geschlossenen Varianten einiger Vokale entstehen. Eine morphologische Hypothese aus der Literatur besagt, dass durch die Erosion der finalen Sibilanten, die auch Numerus- und Personmarkierungen sein können, die Funktion der Markierung dieser morphologischen Eigenschaften auf die neu entstandene Öffnungsgraddifferenz der Vokale übergeht.

Kapitel 2 trägt die verfügbaren Daten zu den dialektalen Phänomenen zusammen. Es zeigt, dass die Daten fragmentarisch und heterogen sind. Es wird zuerst versucht, einzelne Phänomene wie Konsonantenschwächung im Silbenendrand, Modifikation von Vokalqualität, Metaphonie und weitere Assimilationsphänomene zu charakterisieren. Dann wird eine Hypothese über einen möglichen Zusammenhang dieser Phänomene aufgestellt. Das Fazit des Kapitels fasst die beschriebenen Phänomene als sequenzielle Komponenten einer Menge möglicher Sprachwandlungsprozesse auf, die den Verhaltensspielraum der Simulation und damit auch die Modellierung der Simulation einschränken sollen.

Kapitel 3 fasst frühe Arbeiten zur linguistischen Modellierung der dialektalen Phänomene kritisch zusammen und identifiziert Elemente, die für die Modellierung der Simulation relevant sind. Gegenstand der Arbeiten ist vor allem die phonologische Interpretation mit Hinsicht auf das Vokalsystem ostandalusischer Dialekte. Die früheren Arbeiten treffen für die Modellbildung interessante Aus-

sagen ohne sie allerdings auf ein solides theoretisches Fundament zu gründen. Spätere Arbeiten sind dem Prager Strukturalismus zuzuordnen, aber sie wenden die Theorie in einigen Fällen auf fragwürdige Weise an.

Kapitel 4 bespricht weitere Beiträge, die Vorschläge zur Modellierung der dialektalen Phänomene im generativen Formalismus und in der prosodischen Analyse sowie in nichtlinearen generativen Analysen machen. Ferner werden Arbeiten besprochen, die die Phänomene aus einer textlinguistischen Sicht heraus erklären wollen. Hierbei werden Ansätze für die Modellierung kognitiver Eigenschaften von Sprechern identifiziert, die für die Erstellung der Simulation relevant sind.

Kapitel 5 spezifiziert ein erstes, skizzenhaftes Modell für die Architektur einer Simulation der hier ausgewählten Sprachwandelsphänomene. Unter Vorwegnahme einiger theoretischer Grundlagen, die erst im zweiten Teil der Arbeit detailliert beschrieben werden, wird ein abstrakt gehaltenes Rahmenmodell skizziert, um darin architektonische Elemente einbetten und Anforderungen daran formulieren zu können, die Ergebnisse des ersten Teils der Arbeit sind.

1.4 Inhalt des zweiten Teils der Arbeit

Der zweite Teil der Arbeit entwickelt die Erweiterung von de Boers Modell. Dazu werden zuerst die nötigen theoretischen Grundlagen eingeführt.

Kapitel 6 bezieht sich auf zwei Arbeiten von William Croft und zeigt, welche Eigenschaften eine linguistische Theorie haben sollte, damit sie Grundlage für eine Modellierung von Sprachwandel sein kann. Außerdem beschreibt Croft wie eine allgemeine Selektionstheorie als theoretische Grundlage zur Modellierung von Sprachwandel benutzt werden kann. Einem solchen Modell folgend hat die weitere Modellierung zwei Aspekte: Einerseits die Modellierung der kognitiven und physischen Eigenschaften der Sprecher, denn sprachliche Innovation entsteht der Selektionstheorie zufolge im Individuum. Andererseits die Modellierung der Sprachgemeinschaft und insbesondere der Interaktion zwischen den Sprechern, denn die Verbreitung der Innovation ist der Theorie zufolge ein komplexer sozialer

Vorgang.

Kapitel 7 illustriert die Grundlagen zur Modellierung der Interaktion der Sprecher. Das Konzept der Selbstorganisation wird eingeführt und als Organisationsprinzip der Sprachgemeinschaft plausibilisiert. Ferner wird der allgemeine Nutzen von Modellsimulationen erörtert und daran anschließend ein illustratives Beispiel für eine Modellsimulation gegeben. De Boers Modell der Emergenz von Vokalsystemen wird zur Plausibilisierung der Konzepte der Selektionstheorie und der Selbstorganisation beschrieben, implementiert und evaluiert. Sein Modell der Sprecherinteraktion ist in den allgemeinen Zügen für die hier geplante Simulation brauchbar und wird übernommen. Jedoch ist die Modellierung der Sprecher und ihrer internen Eigenschaften zur Simulation von Sprachwandelsprozessen ungeeignet. Die Neukonzeption der Sprecherinterna geschieht in den folgenden Kapiteln, die drei Phasen der Modellbildung beschreiben.

Kapitel 8 führt in das kognitive Modell der Sprecher zunächst eine Lexikonkomponente ein und in ihre Umwelt eine Menge von Gegenständen, auf die die Sprecher referieren können. Dieser Schritt ermöglicht den Austausch von Äußerungen mit mehr als einem Segment und eine Grundkomponente von Semantik, nämlich Referenz. Die Sprecher erhalten provisorisch vereinfachte Komponenten für Produktion und Perzeption und eine neue kommunikative Aufgabe, in der sie ein die Sprachgemeinschaft umfassend kohärentes Lexikon für die Gegenstände in ihrer Umwelt erstellen müssen. Dieses Modell wird implementiert und getestet, um seine Plausibilität zu überprüfen. Dabei zeigt sich, dass dieses erweiterte Modell, ebenso wie das Modell von de Boer, nach dem Prinzip der Selbstorganisation funktioniert.

Kapitel 9 führt in einem zweiten Schritt die Neukonzeption der Modelle für Produktion und Perzeption sowie weitere Präzisierungen der Lexikonkomponente ein. Die Modelle für Perzeption und Produktion bilden die Grundlage für einen Unterschied zwischen phonetischen Äußerungen und phonologischen bzw. kognitiven Repräsentationen von Äußerungen. Die sprachlichen Formen erhalten in

dieser Phase der Modellbildung eine interne Struktur. Sie sind in Silben, Silbenteile und Segmente gegliedert und auf der subsegmentalen Ebene in distinktive bzw. phonetische Merkmale. Ferner haben die kognitiven Repräsentationen sprachlicher Formen eine hierarchische Struktur, während die Struktur der phonetischen Repräsentationen nichthierarchisch ist. Diese Erweiterungen erlauben die Modellierung der Konsequenzen, die Veränderungen auf der phonetischen Ebene für die phonologische Ebene haben können. Zunächst ermöglicht die detaillierte Strukturierung der Äußerungsrepräsentationen eine Modellierung von Koartikulations- und Assimilationsprozessen, oder allgemeiner die strukturbezogene und regelgeleitete Veränderung von intra- und intersegmentaler Äußerungsstruktur. Außerdem erhalten die Sprecher ein eigenständiges Phonemsystem. Es ist derart konzipiert, dass es auf funktionalen Druck und andere Faktoren reagiert, das heißt, es kann z.B. den Umfang seines Phoneminventars dem quantitativen Bedarf nach distinktiven Oppositionen im Lexikon anpassen. Dies ist eine Voraussetzung zur Modellierung der oben genannten phonologischen Konsequenzen des Sprachwandelsprozesses. Die Erweiterung der Lexikonkomponente erlaubt es den Sprechern schließlich ihren Lexikoninhalt strukturell zu analysieren und über strukturelle Kategorien auf Untermengen des Lexikoninhaltes zuzugreifen. Dies ist eine Voraussetzung zur Modellierung der oben genannten morphologischen Konsequenzen des Sprachwandelsprozesses. Das Verhalten des Phonemsystems und die Manipulationsmöglichkeiten der übrigen Komponenten, die die Struktur von Äußerungen verändern, wird eingeschränkt, um zu verhindern, dass unplausible, unnatürliche oder unmögliche Strukturen entstehen. Die Konstruktion dieser Komponenten orientiert sich daher auch an synchronischen und diachronischen statistischen Daten aus Typologie und Universalienforschung.

In Kapitel 10 wird das eher generisch gehaltene Modell, das bisher entwickelt wurde, für die Simulation von Aspekten des ausgewählten Sprachwandelsprozesses angepasst. Der Schwerpunkt dieser letzten Phase der Modellbildung sind Systeme kognitiver Konzepte, die Sprecher haben können, und die Dynamik der

Relationen, die zwischen Konzeptsystemen und den Systemen sprachlicher Formen bestehen. Konkret erhalten die Sprecher das grammatische Konzept des nominalen Numerus sowie ein Verfahren, mit dem sie diesen an sprachlichen Formen markieren können. Dann werden phonetische Prozesse spezifiziert, die die Ausdrucksseite der morphematischen Elemente abbauen und eliminieren. Die kognitiven Funktionen der Sprecher sollen die betroffenen sprachlichen Formen strukturell analysieren und dabei neue geeignete strukturelle Eigenschaften der Formen finden, die als Ausdrucksseite für die morphologischen Konzepte geeignet sind und sie entsprechend funktionalisieren. Hierzu werden die Konzepte der linguistischen Variablen und des Prototypen sprachlicher Einheiten und Strukturelemente in das Lexikon eingeführt. In der Simulation sind die Sprecher dadurch schließlich in der Lage, einer Neutralisierung der morphologischen Markierungsverfahren entgegenzuwirken, indem sie die Relationen zwischen morphologischen Konzepten und formalen Struktureigenschaften sprachlicher Formen reorganisieren.

Zusammenfassung und Ausblick finden sich in Kapitel 11. Der Dissertation liegt ein Datenträger bei, der den Programmcode für einige der implementierten Modelle enthält. Der Datenträger enthält weitere Informationen hierzu.

2 Zusammenhang der relevanten dialektalen Phänomene

Die andalusischen Dialekte unterscheiden sich von den übrigen Dialekten des Spanischen und von der standardspanischen Norm vor allem durch phonetische Eigenheiten, die in vielen Fällen mit der Erosion von Konsonanten im Silbenauslaut zusammenhängen. Das gilt auch für den Sprachwandelsprozess, der im Verlauf dieser Arbeit als Richtschnur für die Entwicklung der Modellsimulation dienen soll. Es gibt eine sprachwissenschaftliche Diskussion, die vor allem um die phonologische Interpretation dieses Prozesses bemüht ist. Die Diskussion bezeichne ich im Folgenden als Vokalismusdebatte, in Anlehnung an den Terminus, der in der spanischen Dialektologie dafür benutzt wird. In diesem Kapitel soll es aber noch nicht um diese Diskussion selbst gehen, sondern nur um die Konzepte und Daten, die Gegenstand der Diskussion sind. Einerseits möchte ich durch die Betrachtung der Konzepte den Zusammenhang derjenigen dialektalen Merkmale einführen, die für die Modellsimulation relevant sein werden. Andererseits will ich die Daten, die der Vokalismusdebatte zugrunde liegen, kritisch beurteilen, um zu sehen, ob sie sich als Grundlage für eine kohärente Modellbildung eignen.

Dieses Kapitel ist somit als eine Datengrundlage für die Erstellung der Simulation zu sehen, denn die hier aufgeführten Fakten werden benötigt, um den Gegenstand realitätsnah modellieren zu können. Darin wird aber auch verdeutlicht werden, dass die Vokalismusdebatte auf einer Menge fragmentarischer Perspektiven und Daten beruht, die teilweise schwer verglichen werden können, auch wenn die Teilnehmer der Debatte in der Regel voraussetzen, dass sie von demselben Gegenstand reden. Das hat Konsequenzen für die Modellierung der Simulation, denn es muss nach Möglichkeit versucht werden, aus dieser teilweise inkohärenten Vielheit ein kohärentes Ganzes zusammenzusetzen. Simulationen sind inhärent von der Realität entfernt, insofern sie eine kontrollierte Vereinfachung der Realität sind. Eine gewisse Entfernung von der Realität muss aber auch durch die Natur

der zugrunde gelegten Daten in Kauf genommen werden.

Abschnitt 2.1 enthält einige Vorbemerkungen zu den dialektalen Merkmalen der andalusischen Varianten im Allgemeinen und zu den hier relevanten Merkmalen im Besonderen. Es wird sich zeigen, dass andalusische Dialekte schwer voneinander abzugrenzen sind und dass die dialektalen Merkmale in mehrfacher Hinsicht einer Variation unterliegen (2.1.1). Daraus folgt, dass die andalusischen Dialekte schon an sich ein sehr heterogener Gegenstand sind. Dann gehe ich auf den allgemeinen Konsonantenschwund im Silbenendrand in andalusischen Dialekten ein, das heißt, auf das implosive² Subsystem der Konsonanten (2.1.2). Die damit in Verbindung stehenden Veränderungen auf der phonetischen Ebene können als Ausgangspunkt des Sprachwandelsprozesses angesehen werden.

In Abschnitt 2.2 beschreibe ich die weiteren Konsequenzen dieses Konsonantenschwundes. Insbesondere im Fall des finalen [s] hat dies interessante Konsequenzen, da mit ihm morphologische Information verloren geht. Mit dem Verlust an Lautsubstanz im Endrand der Silbe steht aber eine Veränderung des vokalischen Silbenkernes in Verbindung und dieses Phänomen wiederum kann offenbar Ursache für metaphonische Prozesse in silbenübergreifenden Domänen sein. Dies hätte letztendlich interessante typologische Konsequenzen. Zuerst gehe ich näher auf die qualitativen Veränderungen der direkt betroffenen Vokale ein (2.2.1). Das illustriert diatopische und andere Heterogenität der Daten. Diese zeigt sich aber auch in der Beobachtung von Harmoniephänomenen, die durch die Konsonantenschwächung auftreten können (2.2.2). Ich versuche zu klären, ob bei der Beschreibung dieser Harmoniephänomene ein Unterschied zwischen den Konzepten der Metaphonie und der Vokalharmonie gemacht werden sollte, indem ich zuerst einige Definitionen bespreche (2.2.2.1) und dann die relevanten verfügbaren empirischen Daten in diesem Zusammenhang betrachte (2.2.2.2). Dann entwerfe ich die Hypothese, dass die in den andalusischen Dialekten auftretenden Assi-

²Implosion bezeichnet in der Vokalismusdebatte bzw. in der spanischen Phonetik nicht einströmende Luft bei der Lautbildung, sondern den Auslaut der Silbe.

milationsphänomene erstens in einem Zusammenhang der Entwicklung stehen, und zweitens, dass diese Entwicklung in Richtung Vokalharmonie geht (2.2.2.3). Zur Plausibilisierung und weiteren Ausführung dieser Hypothese referiere ich Beobachtungen zu nordspanischen Dialekten, in denen Vokalharmonie vorliegt (2.2.2.4). Dies alles setzt voraus, dass die Öffnungsgraddifferenzierung der betreffenden Vokale aus der Konsonantenschwächung resultiert. Zumindest eine alternative Hypothese existiert zu diesem Punkt, die in Abschnitt 2.2.2.5 besprochen wird.

Im Abschnitt 2.3 betrachte ich auf kritische Weise die Datengrundlage, die in der Vokalismusdebatte untersucht wurde, und in 2.4 ziehe ich das Fazit aus diesem Kapitel.

2.1 Konsonantenschwund in andalusischen Dialekten

Bei den dialektalen Merkmalen des Andalusischen handelt es sich oft um phonetische Schwächungsphänomene oder um solche, die auf Schwächungen von Lauten basieren. Die Schwächung von Lauten ist ein kontroverses Thema, auf das ich hier nicht eingehen werde. Titel, die die Problematik dieses Konzeptes aufzeigen, sind z.B. Bauer (1988) und Lavoie (2001: 4 ff.). In der Kontroverse geht es in der Regel darum, eine Definition von Schwächung zu finden, die für alle Lauttypen, z.B. Konsonanten und Vokale, gleichermaßen gilt oder Merkmale zu finden, die sich in allen Phänomenen wiederfinden, die üblicherweise als Schwächung von Lauten bezeichnet werden. Da es hier nur um ein Phänomen geht, kann ich mich mit der Beschreibung einer spezifischen Art von Schwächung zufrieden geben, nämlich der Schwächung von Konsonanten im Silbenendrand, siehe hier Abschnitt 2.1.2.

Einen detaillierten Überblick zu den phonetischen Eigenheiten der andalusischen Dialekte geben z.B. Sawoff (1980), Narbona Jiménez et al. (1998: Kap. 3), Alvar (1996: Kap. "Andaluz") und Salvador (1987b: 61-69).

In der Klassifikation von Narbona Jiménez et al. (1998) ist der allgemeine Konsonantenschwund im Silbenauslaut ein Phänomen, das nicht allein die an-

andalusischen Dialekte charakterisiert, sondern es ist in allen meridionalen, also südspanischen und lateinamerikanischen Dialekten zu finden.

2.1.1 Mehrdimensionale Variation der dialektalen Merkmale

Es ist schwierig, andalusische Dialekte diatopisch voneinander abzugrenzen. Salvador (1987b: 61) bemerkt z.B., dass man es nicht mit einem einzigen andalusischen Dialekt zu tun hat, sondern insgesamt mit einem sehr heterogenen dialektalen Kontinuum, einem “intricado mosaico de variantes, de matizaciones fónicas.” Eine Schlussfolgerung der andalusischen Dialektologie ist, dass es kein phonetisches Merkmal gibt, welches sich in allen andalusischen Dialekten findet und dazu dienen kann, diese von anderen meridionalen oder spanischen Dialekten abzugrenzen. Aber es gibt auch kein phonetisches Merkmal, das einen bestimmten andalusischen Dialekt von allen anderen andalusischen Dialekten abgrenzen kann. Was für einen andalusischen Dialekt charakteristisch ist, ist vielmehr eine bestimmte Konfiguration dialektaler Merkmale.

Man kann auf der diachronischen Ebene eine Menge von Prozessen identifizieren, die unterschiedliche Konsonanten schwächen. Auf der derzeitigen synchronischen Ebene wiederum kann man beobachten, dass sich diese Prozesse diatopisch in verschiedenen Stadien befinden. In manchen Regionen ist die Schwächung der implosiven Konsonanten allgemein, insbesondere bei [s / θ, r, l, n], recht weit fortgeschritten. Salvador (1957: 181) hingegen weist z.B. darauf hin, dass in Cúllar-Baza die Konsonantenschwächung allgemein sehr wenig fortgeschritten ist, und sich im Wesentlichen auf [s] beschränkt.

Es existiert außer der diatopischen und diachronischen ebenfalls eine diastratische und eine diaphasische Variation. Navarro Tomás (1939a) sagt z.B. “En los mismos lugares conviven la conservación de la s, la aspiración sorda o sonora y la pérdida de la aspiración, afectas a medios sociales distintos, pero en estrecha comunicación y contacto.”; siehe dort S. 166. Es sei aber angemerkt, dass die diastratische Variation in Andalusien als vergleichsweise schwach ausge-

prägt gilt, siehe z.B. Salvador (1987b: 65). Die Beobachtung von Navarro Tomás kann auch als Manifestation von diaphasischer Variation verstanden werden, denn die Ausdrucksweise der Individuen hängt von der Sprechsituation, der Sprechgeschwindigkeit und anderen Faktoren ab, die ebenfalls unterschiedliche Grade der Konsonantenschwächung an verschiedenen Stellen von ein und derselben Äußerung verursachen können³.

2.1.2 Reduktion des implosiven Konsonantensystems

Das für die Vokalismusdebatte relevanteste Phänomen des Konsonantismus ist die Schwächung der wortfinalen Konsonanten [s/θ], [r] und [l]. Die meisten Autoren beschränken sich darauf, den Schwächungsprozess [s] > [h] > [∅] bzw. [θ] > [h] > [∅] zu untersuchen. Für bestimmte Argumentationen ist dieser Prozess nicht nur am Wortende, sondern auch allgemeiner am Silbenende oder wiederum spezieller an diversen Positionen innerhalb des Wortes, z.B. in tonischen Silben, interessant. Andere Argumentationen sehen über die Wortgrenze hinaus und betrachten den Prozess oberhalb der Wortgrenze in größeren syntaktischen Einheiten.

In den meridionalen Varianten spanischer Dialekte und in den andalusischen im Besonderen ist das System implosiver Konsonanten im Vergleich zu demjenigen des gesprochenen Standardspanisch stark reduziert. Villena Ponsoda (1987: Kap. 1.1 f.) beschreibt das Subsystem implosiver Konsonanten des gesprochenen Standardspanischen folgendermaßen: In implosiver Position im Wortinnern kommen die Phoneme /B/, /D/, /G/, /N/, /L/, /R/, /θ/ und /s/ vor⁴ während in implosiver Position am Wortende /d/, /θ/, /s/, /L/, /R/, /N/ vorkommen können. Im Gegensatz zum explosiven System kann man hier also die Neutralisierung diverser phonematischer Oppositionen beobachten, wie z.B. die Korrelation

³Für eine umfassende Systematisierung dieser Parameter und für weitere Evidenz zu ihrer Variation siehe z.B. Koch & Oesterreicher (1990).

⁴Die Großbuchstaben stehen für Archiphoneme. In /B/ kollabieren bilabiales /p/ und /b/, in /D/ dentales /d/ und /t/ und in /G/ velares /g/ und /k/. Ferner kollabieren in /N/ die nasalen /n/, /ɲ/ und /m/, in /L/ die lateralen /l/ und /ʎ/ und in /R/ die Vibranten /r/ und /r̄/.

stimmhaft vs. stimmlos bei den okklusiven Lauten und des Artikulationsortes bei den Liquiden und Nasalen⁵. Im Gegensatz zum implosiven System des gesprochenen Standardspanisch ist dasjenige der gesprochenen andalusischen Varianten noch weiter vereinfacht. Dies zeigen Daten von Morillo Velarde-Pérez und von Villena Ponsoda.

Morillo Velarde-Pérez (1985: Kap. II) beschreibt den Abbau des Subsystems wortfinaler implosiver Konsonanten in andalusischen Dialekten, indem er Daten aus dem ALEA (Alvar et al. (1961-73)) zusammenfasst. Als allgemeine Tendenz nennt er die Aspiration oder Elision der implosiven oralen zentralen Konsonanten. Die Aspiration der labialen und dentalen Laute hat dabei dieselben Ergebnisse, wie die Aspiration der Sibilanten. Die Schwächung der velaren Laute ist ein wenig komplexer. Die Schwächung von [k] kann einerseits dieselben Ergebnisse haben wie die Aspiration der Sibilanten, andererseits kann aber auch /r/ mit mehreren phonetischen Varianten daraus entstehen. Letzteres tritt vor frikativen und vor allem vor okklusiven Lauten ein.

Beim implosiven [s] können mehrere Fälle unterschieden werden.

1. Implosives [s] am Wortende vor Pause kann erhalten, aspiriert oder elidiert werden. Er bemerkt auf S. 34, dass das [s] ebenso wie das [h] im westlichen Teil Andalusiens kurioserweise häufiger elidiert wird als im östlichen, obwohl sich dort kein offensichtliches kompensatorisches Phänomen wie die Vokalöffnung im Osten herausgebildet habe.
2. Implosives finales [s] vor Vokal wird im Westen stimmhaft ([z]) oder stimmlos erhalten. Im Osten aber wird es entweder aspiriert oder elidiert.
3. Implosives finales [s] vor stimmlosem Konsonanten wird a.) entweder zu [h] oder b.) bildet nach der Aspiration mit dem nachfolgenden Konsonanten eine Geminat, oder c.) fusioniert mit dem nachfolgenden Konsonanten.

⁵Siehe hierzu auch Alonso (1967) und Narbona Jiménez et al. (1998: 152 ff.).

Der erste Fall, die Beibehaltung der Aspiration, tritt vor allem vor okklusiven Lauten auf, während die Geminatio und die Fusion seltener vor okklusiven aber häufiger vor frikativen Lauten auftreten. Alle drei Fälle seien generelle andalusische Phänomene. Ein Beispiel für die mehr oder weniger starke Interaktion des [h] mit einem nachfolgenden stimmlosen okklusiven Laut entlehne ich aus Alvar (1996: 243): [lah kasah] – [la^{hk} kasah] – [la^k kasah] – [la kasah].

4. Implosives finales [s] vor stimmhaftem Konsonanten habe eine Reihe von Realisierungen, die schwer zu systematisieren sind, da sie mehrere Etappen desselben Schwächungsprozesses darstellen und stark mit diastratischen und diaphasischen Faktoren variieren. Hier ein Beispiel für die Interaktion mit [d] aus Alvar (1996: 243): [loh dienteh], [buenoð día], [uno θeoh].
5. Aspiriertes [s] vor nasalen und liquiden Konsonanten hat ebenfalls verschiedene Realisierungsarten in unterschiedlichen diachronischen Stadien, vor allem Geminatio.

Aus der vorhergehenden phonetischen Beschreibung leitet Morillo Velarde-Pérez (1985: 46) folgende Struktur des andalusischen implosiven Konsonantensystems ab. Es gibt 1. ein orales konsonantisches nichtvokalisches Segment /h/, 2. ein orales konsonantisches vokalisches Segment /R/ und 3. ein nasales konsonantisches nichtvokalisches Segment /N/. Alle weiteren phonematischen Oppositionen seien neutralisiert.

Differenzierter sind die Erklärungen von Villena Ponsoda (1987: Kap. 1.1 f.), da er nicht nur die wortfinale Position, sondern auch das Wortinnere berücksichtigt. Zu den schon weiter oben beschriebenen Neutralisierungen, die im gesprochenen Standardspanisch zu finden sind, kommen für die meridionalen bzw. andalusischen Varianten noch die Neutralisierung der Oppositionen zwischen den Sibilanten sowie zwischen den Lateralen und Vibranten hinzu, sodass in implosiver Position sowohl im Wortinnern als auch am Wortende die Archiphone-

me /θ^s/ und /R^L/ verbleiben. Weiterhin kollabieren, ausgenommen das laterale und nasale Archiphonem, alle Phoneme zu einem einzigen “Superarchiphonem” (/B/:/D/:/G/:/θ^s/), das je nach phonetischer Umgebung hauptsächlich als Aspiration oder Glottislaut realisiert wird und die Modifikation nachfolgender Konsonanten wie Entsonorisierung, Geminatation usw. verursacht. Das innere implusive Subsystem besteht also aus einem lateralen, einem nasalen und einem nichtvokalischen, nichtnasalen, konsonantischen Archiphonem. Das konsonantische Archiphonem wird vor Konsonant in der Mehrheit der Fälle als [h] oder [ʔ] realisiert und kann den nachfolgenden Konsonanten modifizieren oder geminieren. Weiterhin fallen in der wortfinalen Position die Relation /d/:/θ^s/ und /R^L/ zusammen. Diesen ist gemeinsam, dass sie konsonantisch und nichtnasal sind, und stehen so dem Archiphonem /N/ gegenüber, welches konsonantisch und nasal ist. Der erste Komplex wird in implusiver Position vor Pause als Aspiration, [∅] oder als diverse Allophone von /R^L/ realisiert. In prävokalischer Umgebung vor einer Wortgrenze werden die einzelnen subsummierten Einheiten verschiedentlich realisiert. Ohne Wortgrenze, also im Wortinnern, werden die etymologischen Konsonanten, die man in den abstrakteren Repräsentationen der Lexeme findet, oder irgendein anderer Konsonant realisiert, den man aus den Merkmalen des Archiphonems herleiten kann, siehe die Beispiele in Villena Ponsoda (1987: 17). Zusammengefasst kann also gesagt werden, dass man in der implusiven Position im Wortinnern drei Archiphoneme vorfindet und in der Wortfinalen zwei. Als Überblick zur Konsonantenschwächung in andalusischen Dialekten soll dies hinreichen. Im Folgenden gehe ich auf die weiteren Konsequenzen dieser Schwächung ein.

2.2 Konsequenzen der Konsonantenschwächung

Die wichtigsten Konsequenzen der Konsonantenschwächung sind einerseits die Veränderung der Qualität des Vokals, der dem geschwächten Konsonanten vorhergeht. Teilweise erstreckt sich dieser Effekt sogar auf mehrere vorhergehende

oder alle Silben eines Wortes. Andererseits können auch Veränderungen an nachfolgenden Konsonanten beobachtet werden, siehe die obigen Ausführungen, die ich von Morillo Velarde-Pérez übernommen habe. (Weitere Titel hierzu sind z.B. Alvar (1996: Kap. "Andaluz") und Mondéjar (1991: Kap. VIII).)

Adolf Sawoff (Sawoff 1980: 197) weist darauf hin, dass die früheste Erwähnung des Vokalöffnungsphänomens in Castro (1924) zu finden ist. Dort heißt es: "En *lah doh*, la *o* final se pronuncia muy abierta en la provincia de Granada; es decir, acercándose a la *a*; en Ronda, esa misma *o* la he oído muy cerrada; es decir, acercándose a la *u*.", siehe Castro (1924: 65, FN 1). In der Vokalismusdebatte geht es vorwiegend um das erste Phänomen, also um die Vokalöffnung.

Die Beeinflussung von Vokalen durch die Schwächung nachfolgender Konsonanten kann eine Vielzahl von Ausprägungen haben. Diese werden im nächsten Abschnitt (2.2.1) näher beschrieben. Besonders interessant sind für die Vokalismusdebatte jedoch die Beispiele, in denen diese Phänomene systematische semantische Konsequenzen haben. Das ist für Numerus- und Person-Alternanzen der Fall. Auf welche Weise, das will ich hier knapp und vereinfacht darstellen. Beispiele für solche Alternanzen sind die standardspanischen Oppositionen 'lobo – lobos' (Wolf – Wölfe) und 'viene – vienes' (kommt (3.P.sg.) – kommst). Aus dem ersten Beispiel würde durch die Schwächung oder gar Elision des Pluralmorphems die Opposition [lobo] vs. [lobɔ(h)] bzw. [lɔbɔ(h)] entstehen. Im zweiten Beispiel gilt entsprechendes für das Person-Morphem: [bjene] vs. [bjenɛ] bzw. [bjɛnɛ]. Das hieße, die Markierung des Numerus oder der Person würde in bestimmten andalusischen Dialekten nicht mehr wie im Standardspanischen durch das Morphem [-s] erfolgen, sondern durch die Alternanz der Vokalqualität. Auf dem Hintergrund dieser Sachverhalte sollte die nun folgende Beschreibung phonetischer Beobachtungen gelesen werden.

In der Vokalismusdebatte ist die Idee vorherrschend, dass die Öffnungsgrad-differenzierung der finalen Vokale kausal mit der Schwächung der finalen Konsonanten zusammenhängt und dass dabei der innovative Vorgang in einer Vo-

kalöffnung besteht. Vokalschließungen werden an zwei bis drei Stellen allenfalls marginal erwähnt, aber immerhin in einem Fall als Gegenstand einer alternativen Theorie über den Ursprung der Öffnungsgraddifferenzierung der finalen Vokale behandelt, siehe Abschnitt 2.2.2.5.

2.2.1 Veränderung der finalen Vokale

Es gibt unterschiedliche Beobachtungen bzw. unterschiedliche Meinungen darüber, wie die Schwächung der finalen Konsonanten auf die vorhergehenden finalen Vokale wirkt. Wie schon angedeutet, spielt hierbei sicherlich vor allem die diatopische Variation eine Rolle, denn nicht immer beobachten zwei Feldforscher dieselben Regionen des dialektalen Kontinuums.

Öffnungsgrad: Die am meisten diskutierte Veränderung an den Vokalen ist der Öffnungsgrad. Verschiedene Beobachtungen bzw. Interpretationen von Daten besagen z.B., (1.) dass sich alle fünf Vokale [a, e, i, o, u] in bestimmten Dialekten öffnen (siehe Salvador (1957)), (2.) dass sich [e, i, o, u] öffnen, während [a] seinen Artikulationsort ändert (siehe Alarcos Llorach (1949) und Alvar (1955a)), (3.) dass sich [a, e, i, o] merklich öffnen, [u] jedoch nicht (siehe Salvador (1977)), (4.) dass die Veränderung der fünf Vokale komplexer ist als eine einfache Veränderung des Öffnungsgrades oder des Artikulationsortes (siehe Salvador (1977)) usw. Wie gesagt manifestieren sich hier diatopische Unterschiede, Probleme der exakten Beobachtung und unterschiedliche phonologische Interpretationen spielen dabei offenbar auch eine Rolle.

Rehilamiento: Eine weitere qualitative Veränderung von Vokalen ist das sogenannte “rehilamiento”. Siehe Navarro Tomás (1939a: 166): “Se percibe ... además cierta intensidad vibratoria a manera de rehilamiento, vestigio ... de la antigua aspiración.” Was rehilamiento genau ist, erklärt Navarro Tomás (1934). Eigentlich sei es ein Merkmal von Konsonanten, das durch eine angespanntere und druckreichere Artikulation entsteht und als stärkeres Reibegeräusch bei gleichzeitiger Phonation im geschlossenen Mundraum wahrgenommen wird. Offenbar

zeigen Navarro Tomás' Daten, dass sich dieses Merkmal vor der Elision des finalen Konsonanten ebenso wie der Öffnungsgrad auf den vorhergehenden Vokal überträgt. Auch Barbón Rodríguez (1978: 188 f.), der eine detaillierte artikulatorische, akustische und perzeptive Analyse des *rehilamiento* durchführt, beschreibt es als eine Eigenschaft, die man ausschließlich bei stimmhaften frikativen Konsonanten findet. *Rehilamiento* finde genau dann statt, wenn sich Stimmhaftigkeit und Friktion im Verlauf des Konsonanten überlagern, was nicht immer der Fall ist. Wie sich *rehilamiento* auf einen Vokal übertragen kann, der ja typischerweise nicht die Friktions- oder Engebildungseigenschaften der Konsonanten hat, sei dahingestellt.

Quantität: Ein wichtiges Merkmal, das in der Debatte nur hin und wieder Erwähnung findet, ist die Vokalquantität. Eine Vokallängung kann stattfinden, da die vokalische Artikulation in dem Maße die Position des nachfolgenden Konsonanten einnehmen kann, wie dieser geschwächt wird, siehe hierzu insbesondere Gerfen (2002).

Koartikulation: Unterschiedliche Meinungen existieren auch über den Einfluss der Art des geschwächten Konsonanten auf vorhergehende Vokale. Navarro Tomás (1939a: 166) behauptet, dass der Typ des elidierten Konsonanten einen Einfluss auf die qualitative Veränderung des vorhergehenden Vokals habe: “Se percibe sin esfuerzo que la *ɛ* de *mjé miel* no es idéntica a la de *mjé mies*. La de *pjé piel* es asimismo diferente de la de *pjé pies*, sin confundirse con la de *pjé pie*.” Außerdem bemerkt er, dass implosive Sibilanten, insbesondere am Wortende, die vorhergehenden Vokale deutlich öffnen, sie längen und ihnen zusätzlich ihr *rehilamiento* übertragen. Geschwächtes [r] oder [l] hingegen verursache nur eine weniger ausgeprägte Öffnung der Vokale. Dagegen halten Alonso et al. (1950: 213): “En las observaciones recogidas por nosotros, no notamos diferencia alguna ostensible entre las vocales de *tres*, *miel*, *pies*, *fiel*, *portier*.” Die Letzteren haben ihre Daten in Granada erhoben. Navarro Tomás bezieht sich auf Daten aus Murcia und generalisiert offenbar für alle andalusischen Dialekte, siehe Navarro Tomás

(1939b: 184).

2.2.2 Assimilationsphänomene

In einigen Dialekten wird ein mehr oder weniger stark ausgeprägter Harmonieeffekt beobachtet. Das heißt, dass die Schwächung eines Konsonanten nicht nur auf den unmittelbar vorhergehenden Vokal, sondern auch auf mehrere vorhergehende oder sogar alle Vokale eines Wortes wirkt. In der Vokalismusdebatte werden die Begriffe Metaphonie und Vokalharmonie in der Regel mit der gleichen Bedeutung gebraucht. Im nächsten Abschnitt will ich zuerst klären, ob es eine klare Trennung in allgemeineren Definitionen dieser Begriffe gibt.

2.2.2.1 Begriffliche Klärung: Metaphonie vs. Vokalharmonie Anderson (1980: 3 f.) beschreibt Metaphonie folgendermaßen. Metaphonie ist die Abhängigkeit der Qualität eines Vokals von derjenigen des Vokals einer benachbarten Silbe. Dabei werden assimilatorische wie dissimilatorische Effekte unter den Begriff gefasst. Die Beschränkung des Metaphonieeffektes auf nur eine benachbarte Silbe sei häufig vorzufinden, aber Fälle, in denen sich der Effekt über mehrere Silben erstreckt, zählen ebenfalls zur Metaphonie. Assimilation oder Umlaut nennt Anderson eine spezifischere Form von Metaphonie, bei der sich die Qualitäten der Vokale angleichen. Dabei stehe der Vokal, der den anderen beeinflusst, typischerweise in einem Affix. Es können auch mehrere vorhergehende Vokale beeinflusst werden und beide Ausbreitungsrichtungen seien möglich, also von einem Präfix zum Stamm oder von einem Suffix zum Stamm hin.

Eine etwas andere Definition gibt Penny (1994: 273): “Metaphony is generally held to mean the raising of a tonic vowel in anticipation of a high vowel in a following syllable (usually the final syllable of the word). Metaphony is therefore a particular case of anticipatory assimilation or, more broadly, of vowel-harmony.”

Ein weiterer allgemeiner Aspekt der Metaphonie, der wohl vornehmlich für in-

dogermanische Sprachen gilt, ist die morphologische Funktion, die z.B. Blaylock (1964: 254) anführt. Die allgemeine synchronische Definition von Metaphonie sei: “[T]he alternation of open and closed vowels in different members of morphological paradigms.”

Diese Definitionen unterscheiden sich in diversen Details und im Grad ihrer Allgemeinheit. Gemeinsam ist ihnen aber, dass es sich bei Metaphonie um eine Veränderung der Qualität eines oder mehrerer Vokale im Stamm handelt, die von einem Affixvokal verursacht wird. Üblicherweise sind die Silben der interagierenden Vokale direkt benachbart. Die Art der Veränderung des beeinflussten Vokals wird von Pennys Definition stark restringiert, aber von Andersons gar nicht. Offenbar können die Vokale mehrerer Silben verändert werden. Sicherlich gibt es noch weitere divergierende Definitionen von Metaphonie, aber hier sollte vor allem ein greifbarer Unterschied von Metaphonie und Vokalharmonie klar werden, um die Natur des Harmoniephänomens in den andalusischen Dialekten einordnen zu können. Daher werde ich nun Definitionen von Vokalharmonie betrachten.

Hulst & Wejter (1995) zufolge wirkt Vokalharmonie innerhalb von Harmonie-domänen. Domänen können Wörter, Syntagmen, Intonationsgruppen usw. sein, aber andererseits kann ein Wort oder eine Intonationsgruppe mehrere Harmonie-domänen enthalten. Sehr häufig besteht eine Domäne aus einem Wortstamm und seinen Affixen. Ferner gibt es in Sprachen mit Vokalharmonie mindestens zwei harmonische Mengen von Vokalen, die sich in der Regel durch ein bestimmtes harmonisches Merkmal unterscheiden, das in der Domäne verbreitet wird. Die meisten dieser Sprachen haben genau zwei solcher Mengen. Die üblichen Formen von Vokalharmonie sind Öffnungsgradharmonie, Harmonie des Artikulationsortes (palatal vs. velar) und die Harmonie, die die Stellung der Zungenwurzel betrifft. Bei stammkontrollierter Vokalharmonie müssen die Vokale der Affixe in diesem Merkmal mit den Vokalen des Stammes übereinstimmen. Außer der stammkontrollierten Harmonie gibt es noch sogenannte dominante Systeme, in denen die Harmonie nicht allein vom Stamm, sondern auch von den Affixen mitbestimmt

wird. Es gibt aber offenbar keine Systeme mit Vokalharmonie, in denen die Harmonie von den Affixen allein bestimmt würde. Hulst & Wejter (1995: 530) weisen darauf hin, dass Vokalharmonie bisher immer noch wenig erforscht ist und dass noch viel empirische Arbeit fehle, um brauchbare Theorien aufstellen zu können.

Statt einer klaren Definition haben wir hier also eher eine Vorstellung von prototypischer Vokalharmonie. Da es offenbar auch keine einheitliche Definition von Metaphonie gibt, fällt es schwer, eine klare Trennung zwischen beiden Konzepten vorzunehmen, und sicherlich lassen sich Phänomene finden, die zwischen den beiden Prototypen liegen⁶. Ich will daher versuchen, einen prototypischen Unterschied zwischen beiden Konzepten zu finden, an dem ich mich in der Folge selbst orientieren kann. Demnach wäre Metaphonie also eine Assimilation oder Dissimilation der Vokalqualitäten von Vokalen zweier benachbarter Silben, wobei der beeinflussende Vokal in einem Affix steht und der beeinflusste Vokal im Wortstamm. Vokalharmonie unterscheidet sich auf diese Weise von der Metaphonie, als sie in der Regel einen größeren Einflussbereich hat, vom Wortstamm auf die Affixe wirkt und dass es ein harmonisches Merkmal gibt, das die Vokale des Vokalsystems in wenigstens zwei harmonische Mengen einteilt.

Dies ist, wie gesagt, nichts anderes als ein Versuch, die Unterschiede zwischen beiden Konzepten zu akzentuieren, um die nun folgenden empirischen Beobachtungen zu den andalusischen Dialekten beurteilen zu können. Solange nicht klar ist, ob Metaphonie, Vokalharmonie oder noch etwas anderes vorliegt, will ich allgemein von Assimilationsprozessen reden, denn Dissimilation wird nicht beobachtet. Andererseits lasse ich den Autoren, die ich zitiere, ihre eigene Redeweise.

⁶Einen interessanten Fall beschreibt Anderson (1980: 6). Es handelt sich um einen Umlautprozess, der sich über mehrere Silben eines Wortes ausbreitet und oberflächlich wie Vokalharmonie aussieht. Nach generativer Interpretation handelt es sich aber um eine Umlautregel, die auf nur eine Silbe angewendet wird, deren Ergebnis aber wieder der Ausgangspunkt für eine erneute Anwendung derselben Regel sein kann. An diesem Fall wird deutlich, dass andere grammatische Theorien ihn möglicherweise auf andere Weise analysieren, sodass letztendlich auch die Frage, ob ein Phänomen nun unter den Begriff der Metaphonie oder der Vokalharmonie zu fassen ist, prinzipiell theorieabhängig sein kann.

2.2.2.2 Empirische Beobachtungen zu Assimilationsprozessen In verschiedenen Feldstudien wurden unterschiedliche Grade von Assimilation beobachtet, sowohl was die Veränderung der einzelnen Vokale betrifft als auch die Anzahl der beeinflussten Silben im Wort.

(1.) Navarro Tomás (1939b: 185) sagt, dass sich der Kontrast zwischen Formen ohne und mit beeinflussten Vokalen noch durch Metaphonie verstärkt, indem der finale, durch die Schwächung des Konsonanten beeinflusste Vokal seine qualitative Charakteristik auf den tonischen Vokal überträgt, sofern finale und tonische Position nicht zusammenfallen. Dies ist eine qualitative Korrelation zwischen finalem und tonischem Vokal wie in [lobo] vs. [lɔbɔ(h)]. Wollte man dieser Form von Assimilation eine Funktion zuweisen, so wäre das sicherlich die Verdeutlichung des morphologischen Unterschiedes der beiden Formen.

(2.) Rodríguez Castellano & Palacio (1948: 404) schreiben: “En los plurales, en cambio, no solamente la abertura es mayor, sino que participan de ella en mayor o menor grado todas las vocales de la palabra. Esta particularidad se comprueba fácilmente comparando el singular y el plural de voces como *perç^o*, pl. *perçle* ...” Es gibt also auch Dialekte, in denen die qualitative Korrelation nicht nur zwischen dem finalen und dem tonischen, sondern zwischen allen Vokalen eines Wortes bestehen kann. Teilweise können sogar die Konsonanten beteiligt werden: “Mas esta abertura no se limita a la vocal tónica o a la final ante s > (h), sino que afecta a todas las vocales de la palabra y aun a las consonantes.”; und weiter in FN 14: “Acaso debiéramos hablar más propiamente de abertura articulatoria de toda la palabra...”, siehe dort S. 403.

(3.) Detaillierter als diese Beobachtungen aus Murcia (1.) und Cabra (Córdoba) (2.) sind diejenigen, die Alonso et al. (1950) in Granada machen. Für den Vokal [a] gelte z.B., dass er sich in der tonischen Silbe noch weiter öffne, als in der finalen, und dies um so mehr, wenn es sich um eine offene Silbe handelt. Es sei also nicht immer der finale Vokal, bei dem die Öffnung am deutlichsten ausgeprägt ist. Für die Vokale [e] und [o] gelte in Numerusalternanzen, dass nicht nur eine

Öffnung in den Pluralformen, sondern auch eine Schließung in den Singularformen erfolgt. Diese Veränderungen seien um so intensiver, wenn die betroffenen Vokale innerhalb eines Wortes von demselben Typ sind. Schwächer ausgeprägt seien diese Veränderungen bei den Vokalen [u] und [i] sowie allgemein bei Artikeln (also anderen Formen als Substantiven). Salvador (1957: 178, 184) macht im Wesentlichen dieselben Beobachtungen zur Assimilation wie Alonso et al. (1950).

Bei der Ausprägung der Assimilation spielt also offenbar eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle, wie Silbenstruktur, Position im Wort, Vokaltyp, Vokalmuster des betroffenen Wortes, Wortart usw. Eine noch detailliertere Untersuchung würde wahrscheinlich ein noch komplexeres Zusammenwirken weiterer Faktoren aufdecken können.

(4.) Martínez Melgar (1986: 231) stellt bei einer spektrographischen Analyse das Folgende fest: “La primera afirmación que se desprende del análisis de estos datos es que existe en verdad un movimiento de los formantes en plural con respecto al singular, y que éste afecta en general a la vocal inicial, a la tónica y a la final; la vocal final, con todo, presenta bastante irregularidad en su comportamiento.” Während man aus den vorhergehenden Beschreibungen herauslesen konnte, dass sich die Assimilation am regelmäßigsten in tonischer und finaler Position zeigt, scheint hier etwas ganz anderes zuzutreffen, nämlich dass sie an der initialen und der tonischen Position am regelmäßigsten ist. Zwischen dieser und den vorangegangenen Beobachtungen besteht der fundamentale Unterschied, dass diese wesentlich neuer ist und auf einer computerbasierten Formantenanalyse beruht, während die vorhergehenden zwangsläufig impressionistisch sind, da die von Martínez Melgar verwendete Technik seinerzeit noch nicht verfügbar gewesen ist. Martínez Melgar (1986) ist ein Laborversuch. Die Autorin untersucht Wörter mit nominalem Numerus in Äußerungen, die von andalusischen Sprechern elizitiert wurden. Die Vokale der elizitierten Wörter werden spektrographisch untersucht. An den Spektrogrammen wird die Bewegung des 1. und des 2. Formanten abgelesen sowie die Vokaldauer. Es werden jeweils die Singular- und Pluralformen

eines Wortes untersucht. Martínez Melgar (1994) ist eine statistische Auswertung spektrographischer Daten, die die Autorin nach ähnlicher Methode wie in (1986) durch die Analyse von Aufnahmen gewonnen hat. Es soll dort statistisch nachgewiesen werden, dass in den Pluralformen der untersuchten Wörter Vokalharmonie vorliegt.

Die Analyseergebnisse der beiden Untersuchungen divergieren teilweise beträchtlich. Martínez Melgar (1986) stellt fest, dass eine Formantenalternanz beim Wechsel von Singular nach Plural vorliegt, die die initiale, tonische und finale Position betrifft. Die finale Position verhält sich unregelmäßig, aber an den anderen ist die Alternanz regelmäßig. Sie geht ferner davon aus, dass es die erste Silbe im Wort ist, von der die Verbreitung des harmonischen Merkmals ausgeht, siehe dort S. 231. In Martínez Melgar (1994) zeigt sich ein anderes, regelmäßigeres Bild. Wenn nicht nach Positionen innerhalb des Wortes differenziert wird, gilt das Folgende: 1. Außer dem F1 des [a] haben alle Formanten aller Vokale im Singular und Plural signifikant verschiedene Werte. Bei [e] und [o] sind die Unterschiede am größten. 2. Der Unterschied kann als Vokalöffnung in Pluralformen charakterisiert werden, die die ersten beiden Formanten beeinflusst. 3. Bei [a] gibt es eine signifikative Veränderung nur im F2, sodass im Plural eine Velarisierung des [a] vorliegt. Der Öffnungsgrad variiert nicht. Nach Positionen aufgeschlüsselt ergibt sich dasselbe Bild.

Martínez Melgar (1986: 241 f.) behauptet bei der Interpretation ihrer Daten, dass die Bewegungen der Formanten zwischen Singular und Plural nicht systematisch, sondern allenfalls tendenziell seien. Daher müsse es sich insgesamt um ein phonetisches und nicht um ein phonologisches Phänomen handeln. Man könne nicht einmal von von einem klar definierten Satz von Allophonen sprechen. Martínez Melgar (1994) enthält sich einer phonologischen Interpretation.

(5.) Bei Poch Olivé & Llisterra Boix (1987) handelt es sich um die Ankündigung einer akustischen Studie des Vokaltimbres im nominalen Numerus des Ostandalusischen mit Sprachdaten aus Cúllar-Baza. Diese Studie soll eine weiter-

führende phonologische Interpretation ermöglichen. Poch Olivé & Llisterri Boix (1988) ist die Ankündigung einer Studie, die auf Poch Olivé & Llisterri Boix (1987) aufbaut. Mittels spektrographischer Analyse und statistischer Auswertung soll die Vokalharmonie im Zusammenhang mit dem Vokaltimbre untersucht werden. Leider sind diese Arbeiten nicht erhältlich⁷. Sanders (1998: 110) referiert, dass Poch und Llisterri Daten aus Cúllar in Granada erhoben haben. Ihnen zufolge beschränke sich die Vokalöffnungsgradalternanz auf tonisches und finales [e, o]. Ferner sei die Evidenz für ein distinktives palatales [ä] beschränkt.

(6.) Sanders (1998) sieht die Desdoblamientotheorie durch Martínez Melgars erste Studie sowie Poch und Llisterris Ergebnissen stark in Frage gestellt. An den bisher erhobenen Daten bemängelt er auch das Fehlen einer hinreichenden Menge drei- und mehrsilbiger Wörter, da so der Status der prätonischen Vokale nicht befriedigend geklärt werden könne. Seine Untersuchung von Daten aus Granada soll diesen Mangel beheben. Sanders Daten zeigen eine deutliche Differenz zwischen Singular- und Pluralformen für die Vokale mit mittlerem Öffnungsgrad und ebenfalls für finales [a]. Für das finale [a] bestätigt er die Palatalisierung im Plural, die schon Rodríguez Castellano & Palacio (1948) und Alonso et al. (1950) beobachtet haben. Die Differenz zwischen den Vokalpaaren mit mittlerem Öffnungsgrad besteht in allen Positionen und Kontexten.

Eine statistische Auswertung der Daten zeigt bei den prätonischen Vokalen eine signifikante Differenz von F1 und F2 für die beiden Varianten von [e]. Für die je zwei Varianten von [o] und [a] ist dies nur für F1 der Fall. Die Varianten von [i, u] unterscheiden sich deutlich in der Dauer, nämlich darin, dass die Vokale der Pluralformen kürzer sind. Jedoch sagt Sanders nicht, ob der Unterschied statistisch signifikant ist.

Bei den tonischen Vokalen zeigen sich ähnliche Tendenzen wie bei den prätonischen mit folgenden Unterschieden: [a, e, o] sind im Plural länger, [i] aber kürzer

⁷Llisterri schrieb mir, dass es sich um Kongressbeiträge gehandelt hat, die nie publiziert worden sind.

und [u] bleibt gleich. Länge ist also kein konsistentes Merkmal. [a] ist allgemein offener und velarer vor finalem [e, o]. Vor finalem palatalisierten [a] überträgt sich die Palatalisierung auf das tonische [a] und auch nur auf das tonische [a]. Die Veränderung für F1 ist bei [a] signifikant, die für F2 nicht. [e, o] verhalten sich wie in prätonischer Position. Die Pluralvarianten sind sehr weit geöffnet. [e] variiert nicht nennenswert in der Länge, [o] ist im Plural etwas länger. Die Variation von F1 und F2 ist für [e, o] signifikant. Tonisches [i] ist kürzer, während [u] keine Varianten hat.

Bei den finalen Vokalen ist das Plural-[a] stark palatalisiert. F2 ist also signifikant, F1 aber nicht (obwohl nur knapp unter dem kritischen Wert). Die Palatalisierung des finalen [a] im Plural bestätigt die Beobachtungen von Alonso et al. (1950) und Salvador (1957). Für [e] sind die F1- und F2-Differenzen signifikant (also in allen Positionen, prätonisch, tonisch und final). Für [o] sind die F1- und F2-Differenzen signifikant (obwohl F2 nur knapp).

Insgesamt sieht Sanders sich durch die neuere Untersuchung von Martínez Melgar bestätigt. Er merkt allerdings an, dass diese unter Laborbedingungen entstandenen Ergebnisse bei der Untersuchung von unbeeinflusster umgangssprachlicher Rede nicht mit derselben Deutlichkeit reproduziert werden können. Die Differenzen im Öffnungsgrad, der Lokalisation und der Länge könnten von den Sprechern zur Markierung phonematischer Differenzen benutzt werden, aber dies sei nicht in allen Kontexten der Fall.

2.2.2.3 Noch einmal: Metaphonie oder Vokalharmonie? Kann man nach der Durchsicht dieser Beschreibungen nun entscheiden, ob es sich allgemein um Metaphonie oder um Vokalharmonie handelt? Den obigen prototypischen Unterschied zwischen Metaphonie und Vokalharmonie vorausgesetzt, würde man das von Navarro Tomás beschriebene Phänomen als Metaphonie bezeichnen, was der Autor selbst ja auch tut, nämlich als eine Assimilation des Öffnungsgrades eines Stammvokals an den des Suffixvokals. Anders als in diesem Beispiel erstreckt sich

der Assimilationsprozess, den Rodríguez Castellano und Palacio beschreiben, auf mehr als eine benachbarte Silbe, was dem Prototypen der Vokalharmonie näherkommt als dem der Metaphonie. Gegen Vokalharmonie spricht aber, dass das harmonische Merkmal nicht vom Stamm, sondern offenbar vom Suffix aus verbreitet wird. Die von Martínez Melgar gemessene phonetische Evidenz legt hier aber wiederum nahe, dass es nicht die finale Position ist, von der das harmonische Merkmal aus verbreitet wird, da sich diese am unregelmäßigsten verhält, sondern dass es sich um eine Stammsilbe bzw. den ganzen Stamm handelt. Die Autorin ist in (1986) zudem der Meinung, dass es die erste Wortsilbe ist, was insgesamt eine Interpretation als Vokalharmonie plausibler macht. Dies wird jedoch nur durch die Daten aus Martínez Melgar (1986) gestützt, nicht aber durch die neuere Untersuchung. Aber auch das Ergebnis der neueren Untersuchung erinnert an Vokalharmonie, nämlich das Vorliegen einer regelmäßigen Alternanz in allen Positionen für fast alle Vokale. Hinzu kommt die Beobachtung von Alonso et al. und Salvador, dass nicht nur im Plural eine Öffnung, sondern auch eine Schließung der Vokale im Singular stattfindet. Dies legt nahe, dass es zwei Mengen von Vokalen gibt, die sich deutlich durch ein artikulatorisches Merkmal, nämlich den Öffnungsgrad, unterscheiden. Ferner kommen in bestimmten Domänen, nämlich in den bisher besprochenen Singular- und Pluralformen, nur Vokale jeweils einer Vokalmenge vor, was ebenfalls an prototypische Vokalharmonie erinnert. Dass damit eine morphologische Opposition angezeigt wird, erinnert aber wieder an die häufig morphologische Funktion der Metaphonie. Schließlich ist die Einteilung der Vokale in zwei Mengen in den typischen Systemen mit Vokalharmonie über das gesamte Lexikon generalisiert, aber in den andalusischen Dialekten ist sie offensichtlich auf zwei morphologische Subsysteme, nämlich den nominalen Numerus und auf einen Teil der verbalen Person beschränkt.

Die verschiedenen Beobachtungen der in den ostandalusischen Dialekten zu findenden Assimilationsarten kommen mal der prototypischen Metaphonie mal der prototypischen Vokalharmonie nahe. Alle divergierenden Beobachtungen un-

ter einen dieser Begriffe zu fassen, ist nicht möglich, obwohl es bei einzelnen schon leichter zu sein scheint. Wie aber steht es mit diesen Assimilationsprozessen als allgemeines andalusisches Phänomen? Können die unterschiedlichen Typen von Assimilation evtl. als verschiedene Entwicklungsstadien eines einzigen Prozesses aufgefasst werden? Immer wieder findet man in der Vokalismusdebatte die latente Hypothese, dass es einen Prozess gibt, der mit der Schwächung der wortfinalen Konsonanten beginnt und die Qualität des wortfinalen Silbenkerns verändert. Von dort aus greife der Prozess auf einige oder alle übrigen Silben eines Wortes über und schließlich wird auch beobachtet, dass sich die Öffnungsgraddifferenz aller Vokale in morphologischen Alternanzen eines Wortes weiter akzentuiert. Wie gesagt gibt es Beschreibungen, die suggerieren, dass diese Form der Assimilation bereits für ganze morphologische Subsysteme gilt.

2.2.2.4 Metaphonie und Vokalharmonie in nordspanischen Dialekten

In diesem Zusammenhang soll der Assimilationsprozess mit einem Phänomen verglichen werden, das im Norden der iberischen Halbinsel beobachtet wurde. In einigen asturischen Dialekten, die im Osten, Südosten und Süden von Oviedo untersucht wurden, und im kantabrischen Valle de Pas, südlich von Santander gelegen, gibt es ein dreigliedriges Genussystem. Neben dem Maskulinum und Femininum gibt es ein drittes Genus, das ‘mass neuter’ oder Partitiv genannt wird und das mit nichtzählbaren Substantiven verwendet wird. Blaylock (1964) untersucht die Hypothese, ob diese Dreiteilung als Evidenz für eine Kontinuität zwischen den modernen romanischen Dialekten und dem lateinischen Genussystem angesehen werden kann, aber aufgrund einer unzureichenden Datenlage könne dies nicht entschieden werden. Interessant ist jedoch ein Assimilationsprozess, der in einigen Dialekten des dreigliedrigen Genussystems vorkommt: “Neira⁸ found a well-developed three-gender pattern in which the neuter is sharply distinguished from the masculine. While the masculine ends in *-u* and inflects its tonic vowel,

⁸Neira Martínez (1955).

the neuter ends in *-o*, which induces no metaphony. Moreover, the neuter adjectives are used with all mass nouns, whether masculine or feminine.”, siehe Blaylock (1964: 258). Beispiele für maskuline und feminine Formen sind:

- /nígru/ (m. sg.), /négrɔs/ (m. pl.), /négra/ (f. sg.), /négras/ (f. pl.);
- /túntu/ (m. sg.), /tóntɔs/ (m. pl.), /tónta/ (f. sg.), /tóntas/ (f. pl.);
- /gétu/ (m. sg.), /gátɔs/ (m. pl.), /gáta/ (f. sg.), /gátas/ (f. pl.),

siehe Penny (1994: 274), dort zitiert wiederum aus Neira Martínez (1955: 4). Anhand von Daten aus dem Valle de Pas illustriert Penny die morphologische Opposition, die maskuline und partitive Formen im Singular bilden:

- /késo/ (part.) vs. /kísu/ (m.),
- /pélo/ (part.) vs. /pílu/ (m.),
- /kuéro/ (part.) vs. /kuíru/ (m.),

siehe Penny (1994: 276). Hierbei wird die kontrastverstärkende Funktion der Assimilation deutlich, mit der die beiden Typen von Formen perzeptuell besser auseinandergehalten werden können. Die Bildung maskuliner Formen mit Assimilation ist in diesem und in anderen Dialekten produktiv und kommt nicht nur in traditionellem Vokabular vor. Ein neueres Beispiel sei ‘infirmu’ (m. sg.), ‘enfermos’ (m. pl.), ‘enferma’ (f. sg.), ‘enfermas’, siehe dort S. 279. Dieses Beispiel zeigt ebenfalls, dass sich der assimilatorische Effekt nicht allein auf die tonischen Vokale, sondern auch auf vorhergehende atonische Vokale erstreckt. Penny ist der Meinung, dass das dreigliedrige Genussystem auf Formen der lateinischen Deklination zurückgeht, siehe dort S. 276, signalisiert aber dennoch den hypothetischen Charakter des Sachverhaltes. Dieser Vermutung stehe nämlich die Tatsache entgegen, dass Assimilation ein universeller Prozess ist, der in vielen Sprachen vorkommt und nicht auf historische Präzedenz jener Art angewiesen ist. Das Genussystem, so

wie es bisher beschrieben ist, und das seine Wurzeln möglicherweise im Lateinischen hat, sei andererseits von lokalen Innovationen abzugrenzen, wie etwa die Neutralisierung der Opposition der finalen Vokale in den maskulinen und partitiven Formen, Beispiel: ‘cueru’ (part.) vs. ‘cuiru’ (m.), wo die morphologische Opposition nur noch vom tonischen Vokal der Formen getragen wird.

Penny (1969) beschreibt einige Dialekte des Valle de Pas, in denen das dreigliedrige Genussystem nicht mit Metaphonie, sondern mit Vokalharmonie verbunden sei. In diesen Dialekten gibt es in Abhängigkeit vom Genussystem zwei Wortklassen. Erstens, zählbare maskuline Substantive im Singular, die mit dem Vokal [ú] enden und Adjektive, die diese Substantive begleiten und nicht auf [è] oder Konsonant enden. Abbildung 1 zeigt das Subsystem der finalen Vokale dieser Dialekte⁹. Die andere Wortklasse bilden alle übrigen Formen des Genussystems sowie alle sonstigen Wörter. Vereinfacht gesagt, und die Wörter auf [è] außer Acht gelassen, entspricht die Endung auf [ú] also den maskulinen Formen im Singular, die Endung auf [à] den femininen Formen und die Endung auf [ù] den partitiven Formen sowie dem Maskulin des Plurals. Diese Dreiteilung ist die Entsprechung des oben diskutierten dreigliedrigen Genussystems der kantabrischen (und asturischen) Dialekte.

Anders als in den vorhergehend beschriebenen Systemen, in denen im zählbaren Maskulin-Singular Metaphonie auftrat, ist in diesen Dialekten die Opposition zwischen den beiden Wortklassen Penny (1969) zufolge Ursache für Vokalharmonie. Diese Opposition teilt das Vokalsystem aus Abbildung 2, das Subsystem der tonischen und nichtfinalen atonen Vokale, in zwei parallele Systeme bzw. harmonische Vokalmengen. Formen, die auf [ú] enden (m. sg.), können in nichtfinaler

⁹Die Positionierung der Vokale in den beiden folgenden Schemata folgt der phonetischen Beschreibung aus Penny (1969: 148 f.). Dort ordnet Penny die Vokale ebenfalls in mehreren Schemata an. Zum Vokal [ó] ist anzumerken, dass er ihn an derselben Stelle wie [o] positioniert. Seiner phonetischen Beschreibung zufolge entspricht der Vokal aber [ø] oder [œ], also nicht einem velaren, sondern einem palatalen gerundeten Vokal, den ich in meinem Schema entsprechend angeordnet habe. Ich übernehme hier Pennys phonetische Notation. Die Lautwerte werden aus den Schemata deutlich.

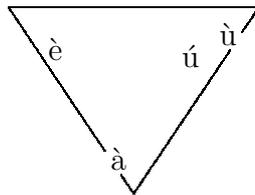


Abbildung 1: Finale Vokale

Position nur [í, e, á, ó, ú] (System I) haben. Formen, die auf [è, à, ù] enden können in nichtfinaler Position nur [i, e, a, o, u] (System II) haben. Die Vokale aus System I können im Vergleich mit denen aus System II allgemein als zentralisiert bezeichnet werden. Zu dieser Zweiteilung bemerkt Penny (1969: 150): “... [W]e are confronted with a case of vowel-harmony which is entirely consistent. No mixing occurs between system I and system II, with the partial exception that the atonic vowel [e] may occur in words whose other vowels belong to either set.” Ferner gibt es phonotaktische Beschränkungen, die eine deutliche Öffnungsgradharmonie offenbaren:

- Formen, die auf [ú] enden und in der tonischen Position die geschlossenen Vokale [í, ú] haben, müssen in atoner Position die Vokale [í, á, ú] haben. Wenn in tonischer Position [á] steht, muss in atoner Position [e, á, ó] stehen.
- Formen, die auf [è, à, ù] enden und in tonischer Position die geschlossenen Vokale [i, u] haben, müssen in atoner Position [i, a, u] haben. Wenn sie in tonischer Position die mittleren Vokale [e, o] haben, müssen in atoner Position [e, a, o] stehen. Wenn in tonischer Position [a] steht, können in atoner Stellung alle fünf Vokale derselben Menge stehen.

Obwohl diese Form von Harmonie offenbar Suffixgesteuert ist, kommt sie dem prototypischen Konzept von Vokalharmonie um so näher, als in diesen Dialekten die harmonische Domäne über das Wort hinausgeht. Beispiele für Vokalharmonie innerhalb ganzer Phrasen sind z.B. [el kwɛrù] (part.) vs. [íl kwírú] (zählb.) für ‘el

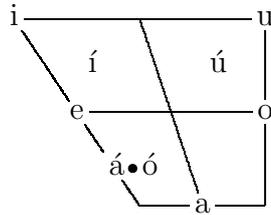


Abbildung 2: Tonische und nichtfinale atone Vokale

cuero', [isè kesù] (part.) vs. [ísí kísú] (zählb.) für 'ese queso' und [po la kaʎè] vs. [pú l kámínú] für 'por la calle, por el camino', siehe Penny (1969: 155).

Penny (1969: 157 ff.) erläutert zur phonologischen Interpretation dieses Lautsystems die nichtdistinktiven Oppositionen und lässt ferner einige wenige niederfrequente distinktive Oppositionen außen vor. Er kommt zu dem Schluss, dass für alle Wörter des Pasiego das Folgende gilt:

- Endet ein Wort auf [ú], müssen alle seine Vokale aus dem System I /í, á, ú/ genommen werden.
- Endet es auf [è, à, ù] oder [∅], müssen alle Vokale aus dem System II /i, a, u/ genommen werden.
- In finaler Position kommt aus System I nur /ú/ vor, aus System II [è, à, ù].
- Die Segmente [è, à, ù] sind aber nur Allophone von /i, a, u/. Daher gibt es in den untersuchten Dialekten nur sechs Vokalphoneme, die in die beiden harmonischen Mengen /i, a, u/ und /í, á, ú/ zerfallen.

Obwohl es im Ostandalusischen kein dreiteiliges Genussystem gibt, wie in den nördlichen Dialekten, liegt bei beiden die Ursache für die Assimilationsprozesse in der morphologischen Unterscheidung der Genera. Ein weiterer Faktor im Andalusischen ist die Person im Verbalsystem. Ich will meine Hypothese zum Assimilationsprozess in den ostandalusischen Dialekten weiter ausbauen. In beiden Fällen,

sowohl in den nord- als auch in den südspanischen Dialekten, kann man mutmaßen, dass die Funktion der Assimilation eine Erhöhung der perzeptiven Differenz der morphologischen Oppositionen und eine positionale Ausdehnung derselben innerhalb des Wortkörpers ist. Im Fall des Pasiengo ist das Genussystem von einer Neutralisierung bedroht, die qualitative Unterschiede zwischen finalen Vokalen morphologischer Alternanzen betrifft. Im Fall des Ostandalusischen sind durch den Schwund der finalen Konsonanten in ähnlicher Weise das Numerussystem und das Personsystem bedroht. So gesehen können beide Assimilationsprozesse als kompensatorisch aufgefasst werden. In den nördlichen Dialekten ist der Assimilationsprozess vergleichsweise weit fortgeschritten, da die Assimilation einerseits schon über die Wortgrenze hinausgreift. Andererseits findet in einigen Dialekten die Markierung der morphologischen Differenz gar nicht mehr an den finalen, sondern an den Stammvokalen statt, siehe das Beispiel ‘cueru’ (part.) vs. ‘cuiru’ (m.), wo die morphologische Opposition nur noch vom tonischen Vokal der Formen getragen wird und die Opposition zwischen den finalen Vokalen neutralisiert ist. Auf ein ähnliches Fortschreiten des kompensatorischen Assimilationsprozesses in den ostandalusischen Dialekten, und sei es geographisch nur punktuell, könnte z.B. die Beobachtung von Martínez Melgar (1986) hindeuten, dass die Öffnungsgraddifferenzen der wortfinalen Vokale morphologischer Alternanzen unregelmäßig sind bzw. dabei sind unregelmäßig zu werden¹⁰. Die Signalisierung der morphologischen Information geht nicht verloren, sondern geht auf die nichtfinalen Vokale über.

Die Hypothese kann also lauten, dass das aktuelle Entwicklungsstadium der Prozesse, die für die ostandalusischen Dialekte beschrieben wurde, möglicherweise eine Vorstufe der Entwicklung struktureller Verhältnisse sind, wie sie in den nordspanischen Dialekten beobachtet wurden.

¹⁰Wenn die Ergebnisse dieses Beitrages auch mit besonderer Vorsicht interpretiert werden sollten.

2.2.2.5 Vokalschließung als Ursache der Öffnungsgraddifferenzierung

Die vorherrschende Meinung in der Vokalismusdebatte ist also, dass die beobachtete Vokalöffnung und somit auch die Öffnungsgraddifferenzierung der Vokale kausal auf die Konsonantenschwächung zurückzuführen ist. Hualde & Sanders (1995) entwerfen unter Einbeziehung der Daten aus den nordspanischen Dialekten eine alternative Hypothese. Die vorherrschende Hypothese sei zwar plausibel, aber einige Sachverhalte können mit ihr nicht erklärt werden. Zunächst weisen Hualde und Sanders darauf hin, dass die Schwächung finaler Konsonanten auch im Westteil Andalusiens voranschreitet, dass dort aber keine systematischen Öffnungsgraddifferenzierungen zu beobachten seien. Weiterhin werde in einigen Studien neben der Vokalöffnung auch eine entsprechende Vokalschließung beobachtet. Dennoch werde die Vokalöffnung als das primäre Phänomen angesehen, die Schließung jedoch nur als sekundäres Phänomen. Zudem werde keine so elaborierte Erklärung für die Vokalschließung gegeben wie für die Öffnung. Daher meinen Hualde und Sanders, dass bei der Beschreibung des gesamten Phänomens als historischer Prozess nicht die richtigen Daten untersucht worden seien. Sie vertreten die These, dass im Ostandalusischen auf phonetischer Ebene schon vor der Konsonantenschwächung ein Kontrast in der Vokalqualität existierte, der zudem von der Konsonantenschwächung unabhängig war. Daher konnte dort nach der Konsonantenschwächung eine Singular-Plural-Unterscheidung mittels Vokalqualität entstehen, aber nicht in anderen andalusischen Dialekten, die diese Differenz nicht hatten.

Historisch also soll die Differenzierung durch die Schließung wortfinaler Vokale in Singularformen entstanden sein. Nur in Ostandalusien, wo diese Vokalschließung und die Konsonantenschwächung und -Elision zusammentreffen, konnte auch die phonematische Differenzierung entstehen (die die Autoren hier voraussetzen). Anstatt eine solche Vokalschließung anzunehmen, sei es auch plausibel, dass geschlossene Vokale in offenen finalen Silben noch aus dem Vulgärlatein vorhanden sind, wie z.B. im Asturischen, wo es die Singular-Plural-Opposition [u –

os] gibt. Damit ziehen Hualde und Sanders explizit die Parallele zwischen den andalusischen und den nördlichen Dialekten. Zu diesem Thema bemerken sie, dass die Literatur wieder nur die Harmonie offener Vokale als primäres Phänomen behandelt. Entgegen dem allgemeinen Konsens könnte der historische Ursprung der Vokalharmonie jedoch auch in einer Harmonie geschlossener Vokale liegen. Plausibel sei die Annahme, da diese Art von Harmonie ja auch in anderen spanischen und italienischen Varianten vorkommt. Es ist ihnen besonders wichtig, die Ähnlichkeit der ostandalusischen Varianten, die sich durch diese Perspektive offenbaren würde, zu anderen romanischen Varianten aufzuzeigen. Ebenso glauben die Autoren, dass die Palatalisierung des /a/ in finalen unbetonten geschlossenen Silben unabhängig von der Konsonantenschwächung entstanden sein könnte. Zum Beispiel gebe es in valenzianischen Varianten des Katalanischen Pluralformen wie [kazes] (les cases). Die Differenzierung des [a] und von [e, o] habe also jeweils aus unterschiedlichen Gründen und unabhängig von der Konsonantenschwächung geschehen können¹¹. Schon vor der Elision der finalen Konsonanten haben phonetische Oppositionen bestanden, die durch die Konsonantelenision schließlich phonematisiert worden seien.

Evidenz für die vertretene Hypothese seien einige Gemeinsamkeiten zwischen andalusischen und leonesischen Varianten, die auf einen leonesischen Einfluss hindeuten könnten oder gar auf einen gemeinsamen Ursprung beider Varianten. Diese Annahme sei nicht von essenzieller Bedeutung, jedoch wollen die Autoren die Konsistenz des Ostandalusischen mit allgemeinromanischen Tendenzen zeigen, denn die drei Phänomene der Vokalschließung, der Palatalisierung des [a] und der Vokalharmonie finden sich auch im Asturischen. Weitere gemeinsame Phänomene sind die [l/r]-Konfusion, die Velarisierung von Nasalen, die Löschung von intervokalischem /d/, die Substitution von /x/ und initialem /f/ durch /h/ sowie die Aspiration von /s/.

¹¹Hualde & Sanders (1995) gehen nicht von einer Verdopplung von [i, u] aus, nur von [e, a, o].

Problematisch an der Hypothese ist, dass sie durch aktuelle Sprachdaten, wie auch Sanders selbst sie liefert¹², nicht gestützt wird, da in ihnen keine Vokalschließung zu beobachten ist. Die Autoren versuchen sie jedoch zu plausibilisieren, indem sie die Vokalschließung als ein archaisches Phänomen charakterisieren, dass in der urbanen Umgangssprache von Granada zwar nicht mehr zu beobachten sei. Allerdings finden sie in den Alpujarras bei Granada einen alten Informanten, in dessen Aussprache sich, zusätzlich zu der Vokalöffnung in den Pluralformen, eine Schließung der mittleren Vokale [e, o] in den Singularformen nachweisen lässt. In den Pluralformen seien finale Konsonanten fast, aber nicht vollständig verschwunden. Die durch diesen Sprecher exemplifizierte Vokalschließung sei in der aktuellen Sprache aus soziolinguistischen Gründen verdrängt und stigmatisiert. Die Vokalöffnung hingegen bestehe weiter. Die Autoren behaupten, dass die Vokalöffnung sogar intensiviert wurde, um die Differenz zwischen den beiden Öffnungsgraden aufrecht zu erhalten. Derzeit sei die Vokalöffnung eine zusätzliche Entwicklung, die durch die Zurückbildung der Vokalschließung bedingt ist. Die Vokalöffnung hat der Vokalschließung somit den Rang als signifikantes distinktives Merkmal abgelaufen.

Die phonetische Opposition der Vokalöffnungen sei ursprünglich also auf die Vokalschließung zurückzuführen. Durch die Elision der finalen Konsonanten habe die Öffnungsgradopposition distinktive Kraft erlangt, und durch relativ neue soziolinguistische Einflüsse habe sich die Markierung des Numerus von Vokalschließung zur Vokalöffnung verlagert.

2.3 Datengrundlage der Vokalismusdebatte

Weiter oben in Kapitel 2.1.1 habe ich auf die mehrdimensionale Variation der Assimilationsprozesse hingewiesen, die man in den ostandalusischen Dialekten vorfindet bzw. vorgefunden hat. Anhand der verfügbaren Daten kann eine solche Variation zwar festgestellt werden, aber es sollte nicht der Eindruck entstehen,

¹²Vergleiche Sanders (1995) und Sanders (1998).

dass anhand ihrer diese Variation flächendeckend untersucht werden kann. Zur diastratischen Distribution liegen einige Stichproben und Eindrücke vor. Navarro Tomás (1939a: 166) zufolge, der Daten aus Murcia bespricht, handelt es sich bei der Vokalöffnung und -Assimilation um ein diastratisch heterogen verteiltes Phänomen. Eine diastratisch homogene Verteilung, vom Universitätsprofessor bis zum Schuhputzer, beobachten hingegen Alonso et al. (1950) für Granada. Manuel Alvar mit seinem ALEA ist der einzige, der für Andalusien flächendeckende diatopische Angaben zur Opposition finaler Vokalpaare machen kann, da alle anderen Untersuchungen sich zumeist auf einzelne Städte und Gemeinden beziehen. Der ALEA zeigt z.B. Orte, an denen 1. systematische oder fast systematische Metaphonie vorliegt, 2. sporadische Metaphonie, 3. keine Metaphonie oder 4. Metaphonie nur in andernfalls mehrdeutigen Fällen. Ferner illustriert er weitere Beobachtungen, in denen die vorhergehenden Fälle mit anderen Qualitäten der finalen Vokale kombiniert sind, siehe Alvar et al. (1961-73: Band VI, S. 1575, Karte 1696). Diese Vorkommnisse sind auf der genannten Karte recht bunt gemischt. Der ALEA macht aber leider keine diastratischen Differenzierungen, da erstens die Stichprobe pro untersuchten Ort zu gering wäre (eine bis vier Personen) und da ohnehin nur ein bestimmter Typ von Informant untersucht wurde, nämlich solche, die in der Regel als “incultos” bezeichnet werden.

Stein (1993: 104) präzisiert Folgendes: “Die Sprecher sollten im Ort geboren und aufgewachsen sein, sowie aus einer ortsansässigen Familie stammen. Sie sollten über 50 Jahre alt sein, ihre Zähne noch haben, und es sollte sich möglichst um Analphabeten handeln, die kaum gereist waren und keinen Militärdienst abgeleistet hatten.” Es wird deutlich, dass in Andalusien ganz offensichtlich eine breite diatopische Variation der oben beschriebenen Phänomene vorliegt. Die beiden Angaben zur diastratischen Variation beziehen sich auf zwei konkrete Regionen, Granada und Murcia, und sind zudem widersprüchlich. Dennoch repräsentieren sie zwei gegensätzliche Einschätzungen, die man mancherorts lesen kann, nämlich einerseits die Behauptung, dass es in Andalusien keine diastratischen Unterschie-

de gebe, und andererseits Hinweise auf solche Unterschiede. Eine flächendeckende Beschreibung des andalusischen Dialektkontinuums in diastratischer Hinsicht existiert nicht.

Es gibt vergleichsweise wenige Beiträge zur Vokalismusdebatte, die Sprachdaten nicht nur untersuchen und interpretieren, sondern tatsächlich auch erheben. Die meisten übrigen Beiträge beschränken sich darauf, diese Daten zu interpretieren. Der die Diskussion auslösende Beitrag von Navarro Tomás erscheint im selben Jahr gleich zweimal (Navarro Tomás (1939a) und Navarro Tomás (1939b)). Er geht von Datenmaterial aus, das aus Murcia stammt. Allerdings erfährt man nichts weiteres über die Daten, denn der Beitrag ist nicht als Feldstudie geschrieben und zudem sehr kurz. Die umfassenden Feldstudien, oder wenigstens die Titel, für die mehr oder weniger umfangreich eigene Daten erhoben wurden, und auf die in der Diskussion referiert wird, sind Rodríguez Castellano & Palacio (1948), Alonso et al. (1950), Alvar (1955a) und Salvador (1957). Ferner Martínez Melgar (1986), Martínez Melgar (1994), Poch Olivé & Llisterri Boix (1987) und Poch Olivé & Llisterri Boix (1988) sowie Sanders (1998).

Bei diesen Erhebungen kann eine Unterteilung gemacht werden, die durch die technische Entwicklung bedingt ist. Sämtliche Datenerhebungsprojekte bis einschließlich Salvador (1957) können in dem Sinne als traditionell bezeichnet werden als keine moderneren Verfahren wie vor allem Tonaufnahmen dabei zum Einsatz kamen, sei es, weil die entsprechende Technik noch nicht verfügbar, ausgereift oder akzeptiert genug war. Die Folge davon war, dass Sprachdaten unmittelbar ausgewertet werden mussten, und dass nicht die Sprachdaten selbst archiviert werden konnten, sondern nur ihre Interpretationen z.B. in Form von Transkriptionen. Mit der späteren Verfügbarkeit von Mitteln zur Tonaufnahme konnten dieselben Sprachdaten mehrfach gehört und damit genauer analysiert, aber auch durch unterschiedliche Verfahren wie Transkription, Spektrographie, Wahrnehmungsexperimente usw. untersucht werden. Die Benutzung des typischen traditionellen Feldforschungsinstrumentariums illustriert z.B. die Untersuchung von

Rodríguez Castellano & Palacio (1948). Zentral ist hier die Erstellung von Transkriptionen. Man legt sich auf ein bestimmtes Transkriptionsalphabet fest und transkribiert entweder während einer mehr oder weniger spontanen Konversation mit den Informanten beliebige Teile ihrer Äußerungen. Oder man erstellt zuvor einen Fragebogen mit Sätzen, mit dem man von den Informanten bestimmte Äußerungen eliziert, die dann ebenfalls direkt interpretiert bzw. transkribiert werden.

Ein auf dieser Technik basierendes Projekt von beeindruckendem Umfang ist der ALEA. Die Erhebungsarbeiten werden in Alvar (1953), Alvar (1955a), Salvador (1987b: 46-60), Alvar & García Mouton (1995) und Narbona Jiménez & Ropero Núñez (1997: 15-28) beschrieben. Bei den Erhebungen kommt ein Fragebogen zum Einsatz, der auf demjenigen des *Atlas lingüístico de la Península Ibérica* basiert und mehrfach erweitert und an die untersuchte Region angepasst ist. Ferner wird freie Konversation transkribiert. Die Transkriptionskonvention basiert auf dem *Alfabeto Fonético de la Revista de Filología Española* und demjenigen der *Escuela Española de Filología* und ist ebenfalls erweitert. Aufgeführt ist das Alphabet im ALEA und in Alvar & García Mouton (1995). Es umfasst etwas weniger als 200 Zeichen. In Alvar & García Mouton (1995: 23 f.) findet sich eine Passage, die die Transkriptionsmethode während der freien Konversation genauer darstellt. Manuel Alvar sagt dort unter anderem: “El explorador transcribe subjetivamente según reacciona ante todos estímulos que se agolpan y rellena aquel papel blanco que tiene bajo su mirada. ... Las páginas son lo que creíamos oír tal como lo interpretamos. Si hay limitaciones, la culpa es de cada uno de nosotros. Pero representan lo que vino a nuestra conciencia en el momento en que escuchábamos.” Alvar nennt dieses Verfahren “transcripción directa”. Wer schon selbst einmal detailliert Tonaufnahmen transkribiert hat, kann sich vorstellen von welcher Genauigkeit die Transkripte des ALEA-Teams sein müssen, wenn sie von jeweils einer einzigen Person erstellt worden sind, die gleichzeitig die Konversation mit dem Informanten in Gang halten muss, keine Möglichkeit hat, dieselbe Äuße-

rung zweimal zu hören und dabei versucht, ein ungefähr 200 Zeichen umfassendes Alphabet präzise anzuwenden. Man ist versucht zu mutmaßen, dass die Genauigkeit gering ist. In derselben Passage sagt Alvar, dass auch ein Tonband bei den Erhebungen eingesetzt worden sei, dass ihn die Technik jedoch bald enttäuscht habe (Bandriss usw.). Welche Rolle genau den Tonaufnahmen zugekommen ist, bleibt unklar. Auf jeden Fall seien die bei der freien Konversation entstandenen Transkripte allesamt mittels “transcripción directa” erstellt. Ähnliche Bedenken meldet Peter Stein in seiner kritischen Verortung des ALEA innerhalb existierender Atlantenprojekte an, siehe Stein (1993: 108 ff.). Er bemängelt zudem, dass das phonetische Alphabet, abgesehen von der Anwendbarkeit, für ein solches Projekt viel zu detailliert sei und bezeichnet diese Differenzierung als eher verwirrend denn weiterführend. Ferner müsse den Daten ein gewisser Grad an Zufälligkeit unterstellt werden, sowohl wegen der Bedingungen der Niederschrift als auch wegen der geringen Zahl der Informanten, die in den Orten jeweils untersucht wurden. Die Daten seien insofern vermutlich sprecherspezifisch und daher könne auf ihrer Grundlage schwer generalisiert werden.

Neben der direkten Transkription wurden noch andere Verfahren von eher marginaler Bedeutung eingesetzt. Dazu gehören künstliche Gaumen, Kymographie und Radiographie. Die ersten beiden Methoden werden z.B. in Dieth (1950: 26 f.) und Gili y Gaya (1953: 17 f.) beschrieben und illustriert. Für diese Methoden sind mehr oder weniger forcierte Laborbedingungen charakteristisch, unter denen die Äußerungen von Informanten aufgenommen werden. Man kann daher nicht erwarten, dass mit ihnen spontane Rede untersucht wird. Ein extremes Beispiel, das nicht allgemein gegen den Einsatz von Radiographie spricht, das jedoch weitere Zweifel an der Brauchbarkeit bestimmter Daten, die in der Vokalismusdebatte untersucht wurden, aufkommen lässt, findet sich in Alonso et al. (1950: 210 ff.). Zur Untersuchung der dialektalen Vokale wurden dort Radiographien von den Artikulationsorganen der Informanten gemacht. Die Radiographien sollen offenbar die Plausibilität der phonetischen Beschreibung der Autoren stützen. Zu

den Radiographien ist jedoch anzumerken, dass sie wahrscheinlich weniger eine spontane, als vielmehr eine sehr gestellte Artikulation abbilden. Die Abbildungen, die dort zwischen den S. 216 und 217 eingefügt sind, zeigen Öffnungsgrade der Informantenkiefer, die eher an Gähnen als an normale Artikulation beim Sprechen erinnern. Die Autoren sagen in der Einleitung: “De esas radiografías reproducimos las más destacadas, y sólo las dialectales, ya que las castellanas las consideramos estudiadas con admirable precisión y rigor por Navarro Tomás.” Gemeint ist vermutlich Navarro Tomás (1916). Darin untersucht der genannte Autor die Standardlautung der spanischen Vokale. Die Radiographien, die zu diesem Zweck angefertigt wurden, sind nicht direkt, sondern abgezeichnet abgebildet. Diese Abbildungen wirken, verglichen mit denen aus Alonso et al. (1950), allerdings realistisch. Die Radiographien aus Alonso et al. (1950) scheinen ganz offensichtlich konstruiert. Es ist schwer zu sagen, in welchem Maße dies auf eine Konstruiertheit der übrigen dort präsentierten Daten rückzuschließen erlaubt.

Aus den in diesem Abschnitt zusammengetragenen Details kann man schließen, dass die Daten, die in der Vokalismusdebatte untersucht wurden, teilweise mit unzuverlässigen Methoden erhoben wurden und sogar teilweise künstlichen Charakter haben. Das macht die Beobachtungen und Anstrengungen der Feldforscher und Linguisten allerdings nicht zunichte. Im schlimmsten Falle repräsentieren diese Daten tatsächlich das, was die Forscher, wie Alvar es ausdrückt, subjektiv zu hören glaubten bzw. hören wollten. Das hieße, dass die Daten dazu gedient haben, eine schon vorhandene Theorie zu illustrieren, anstatt sie im strengen Sinne zu verifizieren. Diese Theorie ist aber nicht von irgendwo hergeholt, sondern ist ein Produkt der Erfahrung und bewussten Auseinandersetzung mit der sprachlichen Realität.

2.4 Fazit: Ein hypothetischer Sprachwandelsprozess

Der Gegenstand der Vokalismusdebatte, die andalusischen Dialekte, sind ein auf allen Ebenen heterogener Komplex. Die für die Vokalismusdebatte erhobenen

Daten sind fragmentarisch und die Diskussion der Daten selbst ist ebenfalls sehr heterogen. Nach der Rezeption dieses Teils der Vokalismusdebatte hat man vor allem Bruchstücke in der Hand. Dennoch soll versucht werden, aus diesen Teilen ein plausibles Ganzes zusammenzusetzen, das als inhaltliche Grundlage für die Entwicklung der Modellsimulation dienen kann. Ein hypothetischer Charakter dieses Konstruktes wird nicht ausbleiben. Folgende Bausteine, die in diesem Kapitel besprochen wurden, sollen dazu verwendet werden.

- In Kapitel 2.1.2 wurde die Lenition von Konsonanten im Silbenendrand, vor allem am Wortende, beschrieben. Villena beschreibt den radikalsten Prozess, bei dem nur zwei Phoneme, nämlich ein nasaler und ein oraler Konsonant mit sehr variabler und kontextabhängiger Realisierung dort verbleiben. Eine Elision des Konsonanten kann zur Längung des unmittelbar vorhergehenden Vokals führen bzw. dazu, dass sich der Vokal in das vorher vom Konsonanten belegte Segment hinein ausdehnt.
- Ebenfalls in Kapitel 2.1.2 wurde die Koartikulation der Realisierungen der geschwächten Konsonanten mit unmittelbar nachfolgendem konsonantischen Material besonders detailliert von Morillo beschrieben, wozu Gemination, Fusion, Entsonorisierung usw. gehören.
- Kapitel 2.2.1 beschreibt die Koartikulation der Realisierungen geschwächter Konsonanten mit unmittelbar vorhergehenden Vokalen. Am häufigsten wird eine Steigerung des Öffnungsgrades beschrieben. Bei manchen Untermengen der Vokale werden jedoch auch Veränderungen des Artikulationsortes beobachtet, wie z.B. die Palatalisierung oder Velarisierung des [a]. Eine weitere Tendenz ist die hohe Intensität der Steigerung des Öffnungsgrades bei Vokaltypen mit mittlerem Öffnungsgrad und die niedrige Intensität bei den am weitesten und am geringsten geöffneten Vokaltypen. Bei den letzteren unterscheidet Salvador noch die vorderen und die hinteren Typen. Bei

den hinteren sei die Intensität noch geringer. Navarro Tomás behauptet, dass der Typ des ursprünglich vorhandenen Konsonanten ebenfalls einen Einfluss auf diese Intensität haben kann.

- Kapitel 2.2.2.2 beschreibt unterschiedliche Ausprägungen eines Assimilationsprozesses bzw. eines Koartikulationsprozesses zwischen nicht immer unmittelbar benachbartem Lautmaterial. Genannt werden Übertragungen des erhöhten Öffnungsgrades des Vokals einer finalen Silbe auf den einer nicht-finalen tonischen Silbe, auf die Vokale mehrerer vorhergehender Silben oder auf alle vorhergehenden Vokale eines Wortes. Genannt werden Interaktionen mit der Prosodie, wobei die Intensität der Steigerung des Öffnungsgrades durch Betonung einer Silbe erhöht werden kann. Die Intensität der Koartikulation fällt zwischen homorganen Vokalen offenbar stärker aus. Allgemein höherer Öffnungsgrad liegt bei Vokalen in offenen Silben vor.
- Kapitel 2.2.2.2 zeigt weiterhin, dass eine Interaktion mit semantischen Kategorien für die Ausdifferenzierung einer Öffnungsgradopposition in bestimmten Formpaaren wie Person- oder Numerusalternanzen verantwortlich ist. Der Abbau von suffigierten Numerus- und Personmorphemen kann offenbar eine Verstärkung und Funktionalisierung solcher Öffnungsgradoppositionen verursachen. Die Intensität dieser Differenzierung kann mit der Intensität der Steigerung des Öffnungsgrades von Vokalen zusammenhängen, wie es soeben weiter oben beschrieben wurde. Darin zeigt sich die offensichtliche enge Verknüpfung zwischen phonetisch und semantisch motivierten Prozessen. Interessant sind in diesem Zusammenhang die Beobachtung der Vokalschließung in Singularformen und die Hypothese von Hualde und Sanders, dass sich eine bestehende Öffnungsgraddifferenzierung unter Erhalt der Differenzierung von ‘geschlossener vs. mittlerer Öffnungsgrad’ nach ‘mittlerer vs. hoher Öffnungsgrad’ verschieben kann. Interessant sind schließlich auch Beobachtungen der Verlagerung einer Öffnungsgraddifferenzierung hin zum

Wortanfang und die damit einhergehende Neutralisierung der Differenzierung am Wortende.

Bisher war davon die Rede, einen Sprachwandelsprozess zu simulieren. Hier soll klargestellt werden, dass kein bestimmter Sprachwandelsprozess in einem bestimmten sprachlichen System mit einem bestimmten Verlauf gemeint ist. Gemeint ist eine ganze Klasse hypothetischer Prozesse, die als möglich, plausibel oder realistisch beurteilt werden können und die sich aus den soeben aufgeführten Teilprozessen zusammensetzen lassen. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich diese Teilprozesse prinzipiell beliebig zu Sequenzen verketteten lassen, sofern nur gewährleistet ist, dass der vollständige oder teilweise Verlauf eines Prozesses die Grundlage zur Auslösung eines anderen Prozesses ist. Ein Beispiel wäre ein sprachliches System, in dem der Lenitionsprozess von Konsonanten in der Silbenkoda eine Längung des betroffenen Silbenkernes verursacht, woraufhin durch Interaktion mit morphologischen Kategorien Vokalquantität zuerst mit eingeschränkter Phonetik distinktiv wird und sich aufgrund anderer Gegebenheiten sukzessive phonotaktisch ausdehnen kann. Ein anderes Beispiel wäre ein sprachliches System, in dem der Lenitionsprozess von Konsonanten in der Silbenkoda zur Modifikation der Vokalqualität im Silbenkern führt, was wiederum eine assimilatorische Koartikulation mit vorhergehenden Silbenkernen ggf. über die Wortgrenze hinaus verursacht, wodurch letztendlich eine bestimmte Form von Vokalharmonie entsteht. Dies wäre eine Reformulierung der Hypothese, die in Abschnitt 2.2.2.4, S. 46 aufgestellt wurde.

In anderen Worten heißt dies, dass die oben genannten Elemente und die mehr oder weniger einfachen Kombinationen daraus das Terrain für das Verhalten der Simulation abstecken sollen. Solange sich das Verhalten der Simulation in den auf diese Weise gesteckten Grenzen bewegt, kann man davon ausgehen, dass ihr Verhalten plausibel ist. Das wiederum kann zwar nicht als Beweis, aber als Indiz für die Plausibilität der Modellierung aufgefasst werden.

3 Strukturalistische Interpretationen der dialektalen Daten

In der Vokalismusdebatte geht es um die phonologische Interpretation der im vorangegangenen Kapitel vorgestellten Daten. Wie schon gesagt, findet das zentrale phonetische Phänomen, nämlich die Vokalöffnung, zum ersten Mal in Castro (1924: 65, FN 1) Erwähnung. Der Beitrag, der die Vokalismusdebatte anstößt, ist Navarro Tomás (1939a) bzw. Navarro Tomás (1939b). Die neueste mir bekannte Veröffentlichung, die man als Beitrag zur Vokalismusdebatte werten kann, ist Sanders (1998). Die Debatte erstreckt sich also schon über einen Zeitraum von mehr als 60 Jahren. So ist es nicht verwunderlich, dass sich während der Dauer der Debatte die linguistischen Theorien gewandelt haben, die zur phonologischen Interpretation der phonetischen Beobachtungen eingesetzt wurden.

In diesem Kapitel bespreche ich eine Reihe von Arbeiten, die theoretisch dem frühen Strukturalismus zuzurechnen sind. Abschnitt 3.1 präsentiert drei frühe Feldforschungsprojekte, die Beobachtungen machen, welche für die Modellbildung des Sprachwandelsprozesses relevant sind, deren phonologische und morphologische Interpretation jedoch recht unsystematisch ist. In Abschnitt 3.2 bespreche ich Arbeiten, in denen es hauptsächlich um die phonologische Interpretation dieser Sprachdaten geht.

3.1 Drei frühe Feldforschungsprojekte

3.1.1 Navarro Tomás

Der Beitrag, der die Vokalismusdebatte eröffnet, ist Navarro Tomás (1939a) und beginnt mit der Bemerkung, dass das standardspanische Vokalsystem vergleichsweise kompakt sei, da seine fünf Vokale keine phonemischen offenen und geschlossenen Varianten haben (z.B. [e] vs. [ɛ] oder [o] vs. [ɔ]). Diese Varianten gebe es zwar, jedoch nur mit allophonischem Wert. Sie unterscheiden sich nicht (als Phoneme) “por la calidad fonética y el valor semántico que en otras lenguas las

distinguen.”, siehe dort S. 165. Eine beginnende Abweichung von diesen Verhältnissen sei durch die Schwächung von wortfinalen *s* bzw. *z* ([s] und [θ]) in einigen andalusischen und lateinamerikanischen Dialekten zu beobachten. In wortfinaler Stellung sei die Schwächung dieser Sibilanten über die Aspiration ([h]), die in implosiver Position auch im Wortinnern zu beobachten ist, schon bis zur vollständigen Elision fortgeschritten. Der vorhergehende finale Vokal dehne sich folglich in diese Position hinein aus. Navarro Tomás’ Erfahrung hiermit beziehe sich insbesondere auf die volkstümliche andalusische Aussprache¹³, siehe dort S. 166.

Aus dieser Erfahrung heraus, beschreibt er den Mechanismus der Modifikation der andalusischen Vokale folgendermaßen. Durch die Aspiration eines finalen Sibilanten erhöhe sich der Öffnungsgrad des vorangehenden Vokals. (Final ist hier vermutlich allgemeiner als silbenfinal zu verstehen.) Beim Verlust der Aspiration, also bei der vollständigen Elision des Sibilanten, so wie sie in wortfinaler Stellung vorkommt, bleibe der erhöhte Öffnungsgrad des vorhergehenden Vokals bestehen und zusätzlich kodiere dieses phonetische Merkmal die semantische Funktion, die zuvor der nun nicht mehr vorhandene Konsonant hatte. Dadurch entstehen phonetische Minimalpaare wie z.B. [hwé - hwé] (fue – juez), aber solche Alternanzen seien vor allem in nominalen Numerus- und verbalen Person-Alternanzen wie z.B. [ɛhpá - ɛhpá] (espada – espadas) und [bá - bá] (va – vas) vorzufinden¹⁴. Die Öffnung von [e] und [o] sei besonders akzentuiert. Navarro Tomás (1939b: 185) beschreibt auch Öffnungsgradassimilation: “Le contraste s’accentue encore davantage avec l’influence métaphonique de la voyelle finale sur la voyelle accentuée.” Die Veränderung der wortfinalen Vokale überträgt sich also auf die Vokale

¹³In der überarbeiteten französischen Version dieses Artikels zitiert N. T. Beispiele aus dem Dialekt von Murcia, siehe Navarro Tomás (1939b: 184), und generalisiert für alle andalusischen Dialekte bzw. für “den andalusischen Dialekt”.

¹⁴Allgemein wird in den Beiträgen der Vokalismusdebatte, die ich in diesem Kapitel vorstelle das *Alfabeto Fonético de la Revista de Filología Española* (RFE 1915) verwendet. Akute auf den Vokalen “a, e, i, o, u” bezeichnen die Betontung, Häkchen unter “e, i, o, u” eine Öffnung und Punkte darunter eine Schließung, Häkchen unter “a” palatale Artikulation und ein Punkt darunter velare Artikulation. In manchen Titeln werden diese Konventionen aber teilweise abgeändert.

tonischer Silben. Navarro Tomás (1939a) spricht verallgemeinernd nur vom Öffnungsgrad aller Vokale. Navarro Tomás (1939b: 184) geht ferner auf den Artikulationsort des *a* ein. Das modifizierte [a] verändere nicht seinen Öffnungsgrad, sondern nehme ein velares Timbre an. Weiter beobachtet er, dass die vorhergehenden Vokale nicht nur ihren Öffnungsgrad verändern, sondern auch gelängt werden und das weiter oben erwähnte *rehilamiento*, siehe hier S. 30, des elidierten Konsonanten übernehmen. Insgesamt seien die Pluralvokale “más tenso y claro” als die Singularvokale.

Schließlich kommt Navarro Tomás zu einer phonologischen Interpretation dieser Fakten: “Dentro de esta relación el contraste de vocales indicado se produce en el campo dialectal sin el valor reconocido y determinado del fenómeno propiamente fonológico. En la distinción [de variantes abiertas y no abiertas, D. S.] la idea general no consiste en el reconocimiento de la diferencia vocálica con que la distinción se expresa, sino en la conciencia de la pérdida de la *s* enseñada por la escritura y pronunciación del castellano normal.”, siehe dort S. 166. In der französischen Überarbeitung schwächt er diese Behauptung ab: “L’individualité phonologique de ces variantes n’est pas perçue par la conscience linguistique des Andalous d’une manière aussi claire que celle des autres traits phonétiques.”, siehe dort S. 185.

Dennoch sieht er diese Sachverhalte als Stadium eines historischen Prozesses, der möglicherweise auf eine Phonematisierung (individualización fonológica) der offenen und geschlossenen Varianten der Vokale hinauslaufen kann. Allerdings hält Navarro Tomás (1939a) eine zukünftige Reduktion der beschriebenen phonetischen Differenzierung von offenen und geschlossenen Varianten für wahrscheinlicher, da dies die eingangs erwähnte Kompaktheit des standardspanischen Vokalphonemsystems beibehalten würde. Auch dies nimmt Navarro Tomás (1939b: 186) zurück: “... [L]’andalou, tout en compensant la perte de certains éléments significatifs par les autres, tend à se former un système vocalique qui peut devenir un des traits les plus caractéristiques de la dialectologie espagnole.”

Navarro Tomás' Bemerkungen von 1939 sind knapp, aber sie bieten eine interessante Perspektive auf das von ihm beschriebene Phänomen. Einerseits versucht er eine phonetisch-mechanische Erklärung dessen, was er seinerzeit in den Dialekten beobachten konnte. Andererseits gibt er eine Prognose über weitere Entwicklungsmöglichkeiten der Vorgänge. Einerseits also werden implosive und insbesondere implosive wortfinale Konsonanten wie [s, θ, r, l] in andalusischen Dialekten geschwächt, z.B. [s] > [h] > [∅]. Schon durch die Aspiration, also das mittlere Schwächungsstadium, erhöht sich in der finalen Silbe der Öffnungsgrad bzw. verändert sich das Timbre des vorhergehenden Vokals. Die Elision der Konsonanten längt die vorhergehenden Vokale und überträgt ihnen das *rehilamiento* der ehemaligen Aspiration. Metaphonie kann auftreten.

Unklar an seiner Interpretation ist jedoch der Begriff "semantische Funktion". Navarro Tomás sagt, dass das Merkmal des erhöhten Öffnungsgrades die semantische Funktion des elidierten Konsonanten übernimmt, und illustriert dies an den angeführten Minimalpaaren. Die Minimalpaare enthalten jedoch in manchen Fällen Oppositionen, die man allein aufgrund der Minimalpaare als phonematisch bezeichnen würde, siehe [hwé - hwé̃], in anderen Fällen aber drücken dieselben Oppositionen auch eine morphematische Opposition aus, wie in [ɛhpá - ɛhpá̃]. Offenbar bezieht sich der Begriff "semantische Funktion" auf beide Typen von Opposition aber Navarro Tomás setzt dies nicht differenziert auseinander.

Die phonologische Interpretation ist ebenfalls unklar. Diejenige aus Navarro Tomás (1939a) argumentiert teilweise mit Orthographie teilweise mit dem Sprecherbewusstsein gegen den Phonemstatus der geöffneten Vokale. Insbesondere der erste Punkt ist unplausibel, denn das Argument würde z.B. nicht für die vielen Analphabeten gelten, die 1939 noch in den Dialektgegenden zu finden waren, die für den ALEA untersucht worden sind, und die offensichtlich kein Bewusstsein vom orthographischen *s* haben können. Die Argumentation mit dem Sprecherbewusstsein ist sehr schwammig. Die andere Argumentation aus Navarro Tomás (1939b) spricht den Lauten den Phonemstatus auf ähnlich undurch-

sichtige Weise nicht ganz ab. Insgesamt kann man Navarro Tomás diesbezüglich also keine dezidierte Meinung zuschreiben, trotz des dezidiert klingenden Titels, die seine beiden Aufsätze tragen.

Schließlich prognostiziert Navarro Tomás zwei mögliche Entwicklungsrichtungen des Prozesses. Einerseits die Rückbildung der Öffnungsgraddifferenz und andererseits die Phonematisierung. Das Resultat einer möglichen Rückbildung wäre ein ähnlicher Zustand, wie er in den westandalusischen Dialekten beobachtet werden kann, wo die Elision finaler Laute mit Phonem- und Morphemstatus nicht an den betroffenen Wortformen selbst kompensiert wird, sondern z.B. durch Kontextinformation. Navarro Tomás nennt das Beispiel des modernen Französisch, das ebenfalls morphematische Markierung von den Wortendungen, wo sie sich noch im Altfranzösischen befunden hatten, auf die Artikel übertragen hat. Die andere Entwicklungsrichtung wäre eine weitere Ausprägung der Vokaldifferenzierung bis hin zur sogenannten Verdoppelung der Menge der Vokalphoneme.

3.1.2 Rodríguez Castellano & Palacio (1948) und Alonso et al. (1950)

Rodríguez Castellano & Palacio (1948) und Alonso et al. (1950) sind zwei Feldforschungsprojekte, die versuchen, Navarro Tomás' verhaltene phonologische Interpretation der phonetischen Daten zu revidieren und schlagende Argumente für ein "desdoblamiento fonológico" zu liefern.

Rodríguez Castellano & Palacio (1948: 397-404) gehen in etwa von den gleichen phonetischen Fakten wie Navarro Tomás aus. Sie beobachten ebenfalls, dass die Vokale, die den geschwächten und elidierten finalen Konsonanten [l, r, s, θ] vorausgehen, einen höheren Öffnungsgrad haben. Zusätzlich beobachten sie insbesondere für die geöffneten Varianten von [e] und [o], dass der Öffnungsgrad noch höher ist, wenn das betroffene Wort eine Pluralform ist. Auf S. 400 wird dort über das "e plenamente abierta" gesagt: "... ya no es una simple variante debida a circunstancias fonéticas, sino un verdadero *fonema*, puesto que según veremos luego tiene un innegable valor de significación." Im Abschnitt mit der

phonologischen Interpretation der phonetischen Daten wird diese besonders große Öffnung der Vokale als Kompensationsphänomen beschrieben: “Perdida total o parcialmente la *s*, signo de pluralidad, el hablante hubo de valerse de algún medio para reflejar en el lenguaje la distinción mental que hace entre el singular y el plural, y este medio lo halló en la abertura de las vocales.”, siehe dort S. 403. Und etwas weiter unten: “Estamos, a nuestro juicio, ante un fenómeno de desdoblamiento fonológico. El timbre abierto del plural se opone al timbre de esas mismas vocales en el singular.”, siehe dort S. 404.

Alonso et al. (1950) ist eigentlich eine rein phonetische Untersuchung und die phonologische Schlussfolgerung, die sie ziehen klingt ebenfalls ein wenig zweideutig durch die Verwendung des Begriffs “Vokal” anstelle von entweder Laut oder Phonem. Aus den phonetischen Daten wird Folgendes abgeleitet: “Existen por lo menos ocho vocales, es decir, tres más de las acostumbradas en el castellano medio: $\text{ø} \text{ø} \text{e} \text{e} \text{a} \text{ä} \text{i} \text{u}$.”¹⁵, siehe dort S. 230. Aber der unmittelbar vorhergehende Satz heißt: “Aparecen vocales cuyo valor fonológico es precisamente el indicar el plural.” Der letzte Satz der Schlussfolgerung auf derselben Seite lautet: “Creemos haber señalado con claridad el rasgo más acusado, y de más grave importancia, que se percibe hoy en el esquema fonológico del español peninsular.” Hieraus lässt sich entnehmen, dass das phonetisch beschriebene Phänomen eine morphologische Funktion hat, und dass dies wiederum phonologische Konsequenzen hat, wobei aber auch hier, ähnlich wie bei Rodríguez Castellano und Palacio, diese beiden Aspekte in der Bezeichnung “valor fonológico” verschmolzen werden.

Es hat also den Anschein, dass die Autoren dieser beiden Artikel die phonologische Interpretation, die bei Navarro Tomás zu lesen war, revidieren wollen. Dabei wird das, was der Titel jenes Artikels andeutete, hier als Tatsache aufgefasst und mit der Argumentation untermauert, dass Laute, die eine morphematische bzw. bedeutungstragende Funktion haben, gleichzeitig auch Phoneme sein, also

¹⁵Im Originaltext hat das sechste Zeichen der Aufzählung zwei untere Öffnungshäkchen, um den extremen Öffnungsgrad anzuzeigen. Ich kann mit meinen Mitteln leider nur eines darstellen.

eine bedeutungsunterscheidende Funktion haben müssen. Genauer gesagt, wenn es Minimalpaare wie [əhpá - ɛhpá] gibt und der Laut [á] dabei den Plural markiert, da es sich ja nicht allein um ein Minimalpaar, sondern noch zusätzlich um eine Numerusalternanz handelt, dann muss es sich bei diesem Laut erst recht um ein Phonem handeln. So scheint die Argumentation konstruiert zu sein.

Zwei Punkte an dieser Argumentation, die ich Rodríguez Castellano & Palacio (1948) und Alonso et al. (1950) hier unterstelle, sind merkwürdig. Ich beziehe mich vor allem auf Rodríguez Castellano & Palacio (1948), da diese die klarere Argumentation liefern. Erstens verwenden die Autoren eine Phonemdefinition, die heutzutage nicht üblich ist. Wenn sie sagen, es handle sich um ein Phonem, da es eine Bedeutung (nämlich Plural) hat, so kontrastiert das mit der gängigen Definition des Phonems als bedeutungsunterscheidender Laut. Zweitens, wenn man zeigen will, dass ein Laut Phonemstatus hat, dann reicht es in der Regel, wenn man ein herkömmliches Minimalpaar wie z.B. [hwé - hwé] (fue – juez) anführen kann. Warum wollen die Autoren dieser Behauptung besonderen Nachdruck verleihen, indem sie zeigen, dass das angenommene Phonem auch Morphemstatus hat, zumal das Letztere nicht auf direktem Wege das Erstere beweist? Möglicherweise soll damit so deutlich wie möglich gemacht werden, dass der Öffnungsgrad der offenen Vokale nicht, oder nicht nur mechanisch von der phonetischen Umgebung verursacht ist und die offenen Varianten der Vokale somit keine Allophone sein können. Denn es scheint zumindest in den Fällen, in denen sich Singular- und Pluralformen gegenüberstehen, recht plausibel zu sein, dass die Vokalöffnung in der Pluralform morphologisch bedingt ist. (Mit den entsprechenden Änderungen gilt dasselbe für die zweite und dritte Person im Singular bestimmter Verbalparadigmen.)

Rodríguez Castellano & Palacio (1948: 400) und Alonso et al. (1950: 212) beobachten nicht nur, dass sich die betroffenen Vokale in Pluralformen öffnen, sondern auch, dass sie sich in Singularformen zusätzlich schließen können. Besonders dies plausibilisiert, dass die modifizierten Vokale als Morpheme eingesetzt

werden. Diese Beobachtung wird weiterhin dadurch gestützt, dass: “En los plurales es la *s* la que al aspirarse casi desaparece (con gran frecuencia no queda rastro de articulación); ...”, siehe Rodríguez Castellano & Palacio (1948: 403). Die phonetische bzw. mechanische Ursache der erhöhten Vokalöffnung ist zwar teilweise aber nicht vollständig verschwunden, denn die Konsonantenschwächung bzw. -elision ist ein nicht abgeschlossener diachronischer Prozess und alle Varianten zwischen vollständig ausgesprochenen und vollständig elidierten Konsonanten kommen in der gesprochenen Sprache vor. Die üblicherweise verwendeten Morpheme sind aber dennoch so stark geschwächt, dass sie ihre Funktion verlieren. Daher ist es plausibel anzunehmen, dass die morphematische Opposition von der Öffnungsgradopposition der finalen Vokale übernommen wird, zumal die Öffnungsgraddifferenz zwischen geöffneten und nicht geöffneten Vokalen besonders akzentuiert ist, wenn eine morphologische Motivation vorliegt. Und wenn dies Morpheme sind, so lautet die Argumentation, dann impliziert das Phonemstatus.

3.2 Strukturalistische Interpretationen

In diesem Abschnitt sollen die phonologischen Interpretationen besprochen werden, die die strukturalistische Theorie des “Cercle linguistique de Prague” voraussetzen. Diese phonologische Theorie wurde maßgeblich von N. S. Trubetzkoy entwickelt, siehe Trubetzkoy (1971) (verfasst 1938), und von Alarcos Llorach (1950) für den spanischsprachigen Raum verfügbar gemacht. Während die Arbeiten des vorhergehenden Abschnittes keine gradlinigen phonologischen Interpretationen innerhalb eines definierten theoretischen Rahmens lieferten, steht mit der Prager Phonologie zumindest ein elaboriertes Fundament zur Verfügung. Diese Theorie wird aber nicht in allen Fällen konsistent angewendet. Damit die jeweiligen Abweichungen von ihr klar werden, werde ich im nächsten Abschnitt kurz die relevanten Grundlagen skizzieren.

3.2.1 Allgemeines zur Prager Phonologie

In der strukturalistischen Phonologie geht es ganz allgemein darum, zu zeigen, welche bedeutungsunterscheidenden Einheiten es in den einzelnen Sprachen gibt, wie sie kombiniert werden können und wie sie eingesetzt werden, um damit Bedeutung zu übermitteln. Die Prager Phonologie hat sich unter der Führung von N. S. Trubetzkoy darauf spezialisiert, die bedeutungsunterscheidenden Einheiten, getrennt nach einzelsprachlichen Systemen, formal danach zu klassifizieren, wie sie im jeweils untersuchten System zueinander in Opposition stehen. Distinktive Oppositionen werden 1. nach ihrem Verhältnis zum gesamten System, 2. nach dem Verhältnis der Oppositionsglieder untereinander und 3. nach dem Geltungsbereich ihrer distinktiven Kraft klassifiziert¹⁶.

Ich werde nun einige allgemeine Fakten zum Formalismus nennen, mit dem die strukturalistische Phonologie zu ihrer Zeit Vokalsysteme beschrieben hat. Dieser Formalismus wird in den phonologischen Interpretationen der Vokalismusdebatte vorausgesetzt, die ich dann bespreche.

3.2.1.1 Schematische Darstellung von Vokalsystemen In der strukturalistischen Phonologie wird die Natur des Vokalphonems mit drei Größen beschrieben: dem Öffnungsgrad, der Lokalisierung und der Resonanz ([+/- Nasalisierung]). Vokalphoneme werden in zweidimensionalen Schemata angeordnet. Es werden aber nicht unbedingt alle Phoneme in einem einzigen Schema untergebracht. Oft werden z.B. Oralvokale und Nasalvokale in getrennten Schemata angeordnet. Zur Aufteilung in mehrere Schemata kann prinzipiell jede beliebige Eigenschaft der Segmente dienen. Zwei Beispiele: 1. In vielen Sprachen mit Vokalharmonie gilt für wortinitiale Silben im Allgemeinen ein umfangreicheres

¹⁶Der dritte Punkt bezieht sich auf die Neutralisierbarkeit von Oppositionen in bestimmten Positionen. Trotz der Definition der Phoneme und Phoneminventare als einzelsprachlich, hat Trubetzkoy versucht, universelle Aussagen über diese Inventare zu formulieren, siehe Sommerstein (1977: 48). Zur Prager Phonologie vergleiche z.B. Hyman (1975), Sommerstein (1977) und Lass (1984).

Vokalphonemsystem als für nicht wortinitiale Silben. 2. In manchen Sprachen ist das Vokalphonemsystem für tonische Silben umfangreicher als für atonische. Allgemein kann man also sagen, dass Anzahl und Art der Schemata, mit denen die Vokalphoneme einer Sprache dargestellt werden, vom unterschiedlichen Resonanzverhalten, von phonotaktischen Positionsbeschränkungen, von bestimmten Darstellungsabsichten des Phonologen usw. abhängen.

In den Schemata ist ferner die relative Anordnung der Phoneme von Bedeutung. Unterscheidet man die Anordnung in Zeilen und Spalten, dann bedeutet die Positionierung innerhalb einer Zeile die Angabe der Lokalisation und die Anordnung innerhalb einer Spalte die Angabe des Öffnungsgrades. (Zur Lokalisation gehören Lippenstellung und Artikulationsort.) Die Anzahl der Öffnungsgrade ist eindeutig als Anzahl der Zeilen ablesbar. Hingegen ist die Bedeutung der horizontalen Anordnung nicht eindeutig aus der Darstellung ersichtlich. Denn durch die horizontale Anordnung wird die Zugehörigkeit des Vokals zu einer Lokalisationsklasse ausgedrückt. Aus den Merkmalen "gerundet vs. ungerundet" und "velar vs. palatal" ergeben sich vier mögliche Kombinationen. Außerdem können alle vier Merkmale allein eine Klasse bilden. Daher sind theoretisch acht Kombinationen bzw. acht Klassen denkbar. In jeder Sprache kommen aber maximal vier Klassen vor, siehe Trubetzkoy (1971: 88). Daher findet man in den Darstellungen maximal vier Spalten. Jedoch wird in den Schemata in der Regel nicht angegeben, welche der acht Klassen eine Spalte repräsentiert. Generell kann man also nicht eindeutig aus den Schemata ersehen, welches die distinktiven Merkmale der Phoneme sind, und daher auch nicht, welche Oppositionstypen zwischen den einzelnen Phonemen bestehen.

Hierzu ein Beispiel: Die Darstellungen für die Vokalphonemsysteme des Japanischen und des Artschinischen sind identisch. Beide werden durch das typische dreieckige Schema mit den fünf Phonemen /a, e, i, o, u/ dargestellt, siehe hier Abbildung 3 von S. 71.

Dennoch haben beide Schemata eine unterschiedliche phonologische Inter-

pretation. Welches die distinktiven Merkmale der Vokale sind, hängt mit ihrer Beziehung zu anderen Phonemen des Systems zusammen. Obwohl beide Systeme graphisch gleich repräsentiert werden gilt beim Artschinischen nur die Rundungskorrelation und im Japanischen nur die Zungenstellungskorrelation. Im Japanischen wird vor /i/ und /e/ der Gegensatz zwischen mouillierten und unmouillierten Konsonanten aufgehoben. Dadurch entstehen zwei Vokaluntergruppen, einmal /e, i/, einmal /a, o, u/. Das System zerfällt also in vordere und hintere Vokale, sodass dabei nur die Zungenstellungskorrelation distinktiv ist. Im Artschinischen hingegen wird der Gegensatz zwischen gerundeten und ungerundeten Konsonanten vor den gerundeten Vokalen /o/ und /u/ aufgehoben. Entsprechend gruppieren sich /o, u/ einerseits und /a, e, i/ andererseits, d.h. im artschinischen System ist nur der Gegensatz zwischen gerundeten und ungerundeten Vokalen distinktiv. Vergleiche hierzu Trubetzkoy (1971: 91 f.).

Noch eine Anmerkung zur Form der Schemata. Allgemein soll für alle Vokalphonemsysteme gelten, dass sie als Varianten von linearen (nur eine Spalte), dreieckigen und viereckigen Systemen dargestellt werden können. Dreieckige und viereckige Systeme unterscheiden sich allein dadurch, dass der größte Öffnungsgrad in viereckigen Systemen mehr als ein Phonem, in dreieckigen Systemen aber nur eines enthält. In dreieckigen Systemen ist der größte Öffnungsgrad der Lokalisierung gegenüber neutral. Das heißt für dreieckige Systeme, dass, auch wenn das Phonem mit dem größten Öffnungsgrad z.B. in einer Spalte mit anderen Phonemen steht, es dennoch nicht zu dieser Spalte gehört, insofern die Spalte die Lokalisation repräsentiert.

3.2.1.2 Taxonomie der Phonemoppositionen Der Prager Strukturalismus beschreibt Phoneme nicht durch die volle Menge ihrer artikulatorischen Merkmale, sondern nur durch die Merkmale, die sie von allen anderen Phonemen im System unterscheiden. Es gibt hierbei eine Taxonomie der Oppositionen, die Phoneme bilden können. Ich führe hier nur die drei wichtigsten Klassifikatio-

nen aus Trubetzkoy (1971: 59 ff.) an und gebe die spanischen Übersetzungen aus Alarcos Llorach (1950: §23 f.) an. Die Phonemoppositionen werden hinsichtlich dreier Aspekte klassifiziert, 1. nach der Vergleichsgrundlage, die einer Opposition gemein ist, 2. danach, ob das distinktive Merkmal einer bestimmten Opposition im System einmalig ist oder nicht und 3. nach der Art des Unterschiedes zwischen zwei Oppositionsgliedern. Die folgenden drei Zitate sollen das illustrieren.

“Bei den eindimensionalen Oppositionen ist die Vergleichsgrundlage, d. i. die Gemeinsamkeit der Eigenschaften, die beide Oppositionsglieder gemeinsam besitzen, nur diesen zwei Oppositionsgliedern eigen und kommt sonst in keinem anderen Glied desselben Systems vor. Dagegen beschränkt sich die Vergleichsgrundlage einer mehrdimensionalen Opposition nicht ausschließlich auf die zwei betreffenden Oppositionsglieder, sondern erstreckt sich auch auf andere Glieder desselben Systems. ... So ist z.B. im Deutschen die Opposition t-d eindimensional, weil t und d die einzigen dentalen Verschlusslaute des deutschen phonologischen Systems sind. Hingegen ist die Opposition d-b im Deutschen mehrdimensional, weil das, was diesen zwei Phonemen gemeinsam ist, nämlich die schwache Verschlussbildung, außerdem noch bei einem anderen deutschen Phonem, nämlich bei g, wiederkehrt.”, siehe Trubetzkoy (1971: 61). Alarcos übersetzt die Begriffe als “bilateral vs. multilateral”.

“Eine Opposition heißt proportional, wenn das Verhältnis zwischen ihren Gliedern mit dem Verhältnis zwischen den Gliedern einer anderen Opposition (oder mehrerer anderen Oppositionen) desselben Systems identisch ist. So ist z.B. die deutsche Opposition p-b proportional, weil das Verhältnis zwischen p und b dasselbe ist wie zwischen t und d oder zwischen k und g. Die Opposition p-sch ist dagegen isoliert, weil das deutsche phonologische System kein anderes Phonempaar besitzt, dessen Glieder zueinander in demselben Verhältnis wie p zu sch stehen würde. Der Unterschied zwischen proportionalen und isolierten Oppositionen kann sowohl bei eindimensionalen wie bei mehrdimensionalen Oppositionen bestehen: ...”, siehe Trubetzkoy (1971: 63). Alarcos übersetzt die Begriffe als

“proporcional vs. aislado”.

“Privative Oppositionen sind solche, bei denen das eine Oppositionsglied durch das Vorhandensein, das andere durch das Nichtvorhandensein eines Merkmals gekennzeichnet sind... Graduelle Oppositionen sind solche, deren Glieder durch verschiedene Grade oder Abstufungen derselben Eigenschaft gekennzeichnet sind... Äquipollente Oppositionen sind solche, deren beide Glieder logisch gleichberechtigt sind...”, siehe Trubetzkoy (1971: 67). Alarcos übersetzt die Begriffe als “privativo vs. gradual vs. equipolente”.

3.2.1.3 Darstellungsbeispiel Die fünf Vokalphoneme des Standardspanischen werden folgendermaßen angeordnet: Nach unten hin nimmt der Öffnungsgrad zu. Die Positionierung nach rechts hin bedeutet velare gerundete, nach links hin palatale ungerundete Artikulation bzw. Lokalisierung, siehe Abbildung 3. Vertikal werden dann die Öffnungsgrade und horizontal die Lokalisierungsarten abgelesen. Das Vokalphonemsystem des Standardspanischen hat also drei Öffnungsgrade und zwei Lokalisierungsarten, eine velare gerundete und eine palatale ungerundete¹⁷. Die Frage, welche der beiden Lokalisationskomponenten, Artikulationsort oder Lippenrundung, der distinktive Zug ist, stelle sich nicht, da beides zu einem Ganzen verschmilzt und zusammen den Gegensatz von maximal hellen und maximal dunklen Vokalen bildet, siehe Trubetzkoy (1971: 90). Im untersten Öffnungsgrad gibt es keine Lokalisationsopposition (und auch keine Lokalisierungsart). Daher handelt es sich um ein dreieckiges System.

3.2.2 Anwendungen der Prager phonologischen Theorie

Einige Beiträge der Vokalismusdebatte wenden die Prager phonologische Theorie und den dazu gehörenden Formalismus an, um aus den vorhandenen andalusi-

¹⁷In Trubetzkoy's Grundzügen, siehe z.B. Trubetzkoy (1971: 99), nimmt der Öffnungsgrad nach oben hin zu und velare Artikulation wird links, palatale rechts platziert. Die derzeit übliche Notationsweise des IPA ist aber diejenige aus Abbildung 3. In dieser Notationsweise will ich aus Gründen der Einheitlichkeit auch alle weiter unten folgenden Schemata darstellen. Die Bedeutung der Positionierung variiert nämlich von einem Autor zum anderen.

i	u
e	o
a	

Abbildung 3: Beispielschema

i	u
e	o
ɛ	ɔ
a	ɐ

Abbildung 4: Alarcos Llorach (1949)

schen Dialektdaten phonologische Aussagen ableiten zu können. Dabei zeigt sich aber, dass die Theorie teils nicht korrekt angewendet wird teils sich die Daten nicht in das formale Korsett pressen lassen.

3.2.2.1 Ein erster Vorschlag von Alarcos Alarcos Llorach (1949: 268) hat versucht, die von Navarro Tomás (1939a) gelieferten Daten mit Hilfe der strukturalistischen Theorie des Prager Zirkels zu systematisieren. Er stellt das Vokalsystem aus Abbildung 4 auf. Navarro Tomás' Daten zufolge habe das Vokalphonemsystem des Ostandalusischen vier Öffnungsgrade und zwei Lokalisationsarten. Die Laute /ɐ, ɛ, ɔ/, die im Standardspanischen kombinatorische Varianten von /a, e, o/ sind, seien hier Phoneme. Jedoch gelte die Einschränkung, dass die Oppositionen /a - ɐ/, /e - ɛ/ und /o - ɔ/ nur in finalen Silben bestehen und in allen anderen Positionen kollabieren, sodass in den restlichen Positionen das System des Standardspanischen gelte. Das von Alarcos aufgestellte System ist also phonotaktisch an die wortfinale Position gebunden.

3.2.2.2 Alvars multidialektales Vokalsystem Alvar (1955a: 237-242) versucht, mit derselben phonologischen Theorie und demselben Formalismus, die diatopisch heterogenen Daten der ALEA-Erhebung darzustellen. Die Abhandlung enthält jedoch einige Unklarheiten. Zunächst nennt Alvar die phonematischen Oppositionen, die in den dialektalen Daten zu finden seien und die im standardspanischen System nicht vorkommen. "... la diferenciación /o - ɔ/, /e - ɛ/ se corresponde con una nueva pareja de opuestos /a - ä/, que parece limitada a ciertas áreas de Jaén y Granada ...", siehe dort S. 237. In den ersten beiden Oppositionen unterscheiden sich die Phoneme durch den Öffnungsgrad, in der dritten aber durch die Lokalisierung (neutrales vs. palatales *a*). Leider drückt sich Alvar sehr unklar über die Beziehung ("se corresponde con") zwischen den ersten beiden Paaren und dem dritten aus.

Dann will Alvar klären, wieviele Öffnungsgradoppositionen es in dem von ihm besprochenen Vokalsystem gibt. "La existencia de los hechos anteriores determina la creación de un sistema vocálico totalmente distinto del español. Como es sabido, la lengua oficial no tiene otras oposiciones de abertura que las de e/i, o/u.", siehe dort S. 237 f. Auch hier ist nicht recht klar, was Alvar meint. Denn auch die Oppositionen a/e, a/i, a/o, a/u, e/u und o/i sind Öffnungsgradoppositionen.

Alvar versucht, wenn er von regional beschränkten Oppositionen spricht, ganz offensichtlich, diatopische Variation in einem einzigen Vokalsystem zusammenzufassen, einem Vokalphonemsystem für den 'ostandalusischen Dialekt'. "... el andaluz oriental viene a establecer un sistema de oposiciones completamente distinto: a/ā, e/ɛ, i/î, o/ɔ, u/ū. Pero las diferencias no quedan limitadas a esta oposición gradual, sino que determina la fonologización de la *a*, unas veces siguiendo la dualidad a/ā, señalada por Navarro ...; otras la a/ä (ä [abierta]), anotada en las *Vocales andaluzas ...*", siehe dort S. 238. Alvar versucht hier mit seinem System offenbar der diatopischen Variation in den dialektalen Daten gerecht zu werden. Denn in manchen Dialekten bestehen wohl nur die phonematisierten Öffnungsgraddifferenzen von /o - ɔ/ und /e - ɛ/, in anderen kommen zwei Varianten des

i	u
ĩ	ũ
e	ø
ẽ	ø̃
a	ä [abierta]

Abbildung 5: Alvar (1955a)

a hinzu (mal /a - ä/ mal /a - ą/ mal /a - ǣ/) und in anderen gibt es zusätzlich noch /i - ĭ/, /u - ŭ/.

Die in Trubetzkoy (1971) entworfene Theorie ist jedoch nicht dazu konzipiert, dialektale Variation in einem einzigen Phonemsystem darzustellen. Auf jeden Fall meint Alvar, dass alle Vokalphoneme des Ostandalusischen, also auch die Varianten des *a*, sich durch die Lokalisation unterscheiden. Daher zeichnet er ein viereckiges System mit zwei Lokalisationsarten und fünf Öffnungsgraden, siehe Abbildung 5, das aber in einigen Punkten erläuterungsbedürftig ist. Trotz der beträchtlichen diatopischen Variation soll also für das Ostandalusische generell dieses Vokalphonemsystem gelten. Darin sind alle oben genannten regionalen Besonderheiten zusammengefasst, die in dieser Kombination vermutlich in keinem einzigen Dialekt vorkommen¹⁸.

Alvar hat von der Existenz der Oppositionen /a - ą/, /a - ä/, /a - ǣ/ in diversen Dialekten gesprochen. In seinem Vokalschema bringt er die beiden letzten Oppositionen in der Darstellung (a – ä [abierta]) unter. Dies ist für die Opposition von /a – ä/ plausibel, da es sich um einen Lokalisierungsunterschied handelt.

¹⁸Eine formale Bemerkung: Alvar will in seinem Vokalsystem zwei Lokalisationsarten unterschieden wissen. Offensichtlich ist die linke Spalte die palatale ungerundete Klasse und die rechte die velare gerundete. Merkwürdigerweise stellt Alvar aber das palatale /ä/ in die velare Klasse. In Alarcos Llorach (1958: 194) der Alvars Schema reproduziert, stehen *a* und *ä* so, wie man es erwarten würde. Allerdings zitiert Alarcos aus einer anderen Version des Titels (Alvar 1955b: 11), in dem der Fehler möglicherweise nicht vorhanden ist. Ebenfalls aus diesem Titel zitiert Alvar sich selbst in Alvar (1969: 42). Dort wird aus dem einfachen *a* ein *ą*, was ebenfalls eine nachträgliche, aber plausible Änderung ist. Offenbar handelt es sich bei dem Schema aus Alvar (1955a) um einen Druckfehler.

Die Opposition /a - ą/ kann aber nicht in dieser Form dargestellt werden, da ein Öffnungsgradunterschied gemeint ist, der durch eine vertikale Anordnung ausgedrückt werden müsste. Die Ergänzung “[abierta]” ist dabei ein seltsamer Behelf. Wenn man sie aber trotzdem ernst nehmen möchte, dann liegen nicht nur fünf, sondern sechs Öffnungsgrade vor.

Zusammenfassend muss gesagt werden, dass Trubetzkoy's Formalismus, auf den Alvar sich ja explizit an mehreren Stellen bezieht, siehe Alvar (1955a: 238 ff.), so auf jeden Fall zweckentfremdet ist, da ein Vokalphonemschema immer nur für einen einzigen Dialekt, eine einzige Sprache gelten kann. Stattdessen versucht Alvar in seinem Schema diatopische Variation auszudrücken, was offensichtlich zu den aufgezählten Inkohärenzen geführt hat.

3.2.2.3 Weitere Konflikte mit dem Formalismus Salvador (1957: 181-187) besteht darauf, aus den ihm vorliegenden Daten eine Verdopplung aller fünf Vokalphoneme des Standardspanischen ableiten zu können. Mit der vollständigen Elision des finalen *s* entstehe ein schwerwiegendes semantisches Differenzierungsproblem, das der von ihm untersuchte Dialekt mit einer Phonemverdopplung wieder ausgleiche. Salvadors System, siehe Abbildung 6, hat sechs Öffnungsgrade und er betont, dass es drei Lokalisationsarten habe. Anders als Alvar (1955a) sagt Salvador auch entschieden, welches die distinktiven Merkmale der neuen Oppositionen sind, nämlich in allen Fällen der Öffnungsgrad, also keine Velarisierung oder Palatalisierung im Falle der Varianten des [a]. Salvador (1957: 181) sagt, dass er bei der phonologischen Interpretation seiner phonetischen Daten Trubetzkoy's phonologische Theorie zugrunde legen werde.

Nun ist unter dieser Voraussetzung die Behauptung, sein System habe drei Lokalisationsarten problematisch. Da es im Spanischen und auch in dem untersuchten Dialekt von Cúllar-Baza im Konsonantensystem weder Rundungskorrelationen noch Palatalisierungskorrelationen gibt, kann zunächst festgestellt werden, dass es sich auch bei Salvadors System um ein zweiklassiges handelt, wobei die

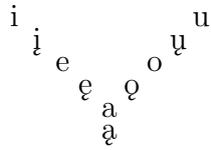


Abbildung 6: Salvador (1957)

hier auf der rechten Seite dargestellte Klasse die maximal dunkle (velar, gerundet) und die auf der linken Seite dargestellte die maximal helle (palatal, ungerundet) ist, siehe weiter oben, hier S. 67, das Beispiel zu Japanisch und Artschinisch sowie das Darstellungsbeispiel, hier S. 70). Ferner handelt es sich um ein dreieckiges System, da die Phoneme des maximalen Öffnungsgrades nicht nach der Lokalisation differenziert sind. Die Frage ist daher, welches die dritte Lokalisationsklasse sein soll. Die einzig mögliche Interpretation wäre, dass Salvador die Opposition /a/ und /ä/ meint, aber die ist, wie er selbst auf S. 183 sagt, ja durch den Öffnungsgrad, und nicht durch die Lokalisation unterschieden, siehe die Prinzipien der Prager Phonologie, die ich weiter oben zusammengefasst habe. Zu der Opposition /a - ä/, die Salvador selbst “desdoblamiento en el vértice” nennt, sei das Folgende angemerkt. In der systematischen Taxonomie der Gestalt von Vokalsystemen die Trubetzkoy präsentiert, kommt kein einziges Beispiel vor, in dem die Wurzel eines dreieckigen Systems durch den Öffnungsgrad differenziert ist. Leider thematisiert Salvador diese Modifikation der trubetzkoyanischen Theorie nicht, sondern begnügt sich in Salvador (1977: 6) mit der Feststellung: “La novedad era el desdoblamiento en el vértice, no previsto por Trubetzkoy en su famoso tratado...”

Ebenso wie Alvar (1955a) behauptet Salvador (1957) eine Verdopplung von /i/ und /u/. Salvadors Evidenz sind Minimalpaare, die aus seinen Transkripten stammen. Diese Ergebnisse sichert Salvador (1977) mit einer neuen Untersuchung ab, bei der er nicht auf Minimalpaare zurückgreift, die durch Korpusauswertung

gewonnenen wurden, sondern auf Experimente mit Informanten, bei denen Minimalpaare vorgesprochen werden, die diese zuverlässig auseinanderhalten müssen. Das alte Schema mit 10 Vokalen reduziert Salvador (1977) auf neun Vokale, da sich bei den Experimenten gezeigt habe, dass die Opposition zwischen den beiden /u/-Versionen von den Sprechern nicht unterschieden werden kann¹⁹. Mit derselben Probe stellte Salvador auch fest, dass in manchen Regionen Westandalusiens eine Vokalverdopplung zwar phonetisch von den Sprechern gemacht werde, dass die Öffnungsgradoppositionen jedoch nicht phonematisch seien, da die Sprecher sie im Test nicht auseinanderhalten können²⁰.

Auch Salvador stellt für sein Phonemsystem phonotaktische Beschränkungen auf. Für /e - ɛ/, /o - ɔ/ gelte es in finaler und in tonischer Position. Für /a - ʌ/ in finalen und offenen tonischen Silben und für /i - i̯/, /u - u̯/ nur in finaler Position. In allen anderen nicht finalen atonischen Fällen fallen die neuen Oppositionen zusammen, sodass dort ein System aus fünf Archiphonemen (A, E, I, O, U) gelte, siehe Salvador (1957: 183 f.).

Salvador (1977: 14 f.) bemerkt zur Stabilität des Vokalsystems, dass keine Erscheinungen der Komplexitätsreduktion wie Diphtongierungen oder Verschmelzungen zu beobachten seien. Daher sei das System möglicherweise außergewöhnlich, aber dennoch beständig. Als Erklärung zieht Salvador redundante Züge in der Artikulation heran. Die offenen Vokale seien allesamt “adelantado”, was sich auf artikulatorischer Ebene in einer größeren Spreizung der Lippen und in dem, was in der generativen Phonologie als [ATR] (advanced tongue root) bezeichnet wird, äußere. Zwar hält Salvador daran fest, dass der entscheidende distinkti-

¹⁹Alarcos Llorach (1983: 55) wendet ein, dass die Unterscheidung von offenem und nicht offenem [u] und [i] prinzipiell für (gebildete) Sprecher eine Option des Systems darstelle, denn ohne Zweifel können diese niederfrequente Paare wie “tribus – tribu” unterscheiden.

²⁰Salvador hat diesen Test mit seinen Informanten durchgeführt, indem er ihnen die relevanten Wörter vorsprach, und sie den Numerus bzw. die Person angeben mussten. Diese Vor-Ort-Technik könnte natürlich hinsichtlich der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse kritisiert werden. Einen überzeugenderen Versuchsaufbau für solche Experimente beschreibt Hammond (1978). Allgemein kann das Experiment darin kritisiert werden, dass die Unfähigkeit des Hörers, eine phonetische Differenz zu hören, schwer von der Unfähigkeit des Sprechers, diese Differenz zu produzieren, unterschieden werden kann, siehe Labov (1994: 356).

ve Zug zwischen den Oppositionen vom Typ /A – a/ der Öffnungsgrad sei. Er versucht aber dennoch die Idee mit dem “adelantamiento” weiterzuentwickeln, indem er die andalusischen Vokale in die distinktiven Merkmale analysiert, die von Jakobson & Halle (1956) vorgeschlagen wurden, siehe Salvador (1977: 19). In dem dort abgebildeten Schema fallen aber zwei erläuterungsbedürftige Dinge auf. 1. Die beiden /a/-Varianten haben denselben Öffnungsgrad und unterscheiden sich nur durch das “adelantamiento”, das Salvador auch “proyección” nennt. Das heißt, der distinktive Zug in der Opposition ist in diesem Modell nicht der Öffnungsgrad, wie zuvor behauptet. 2. In der generativen Phonologie haben die maximal offenen Vokale immer das Merkmal [+/- back], wobei [-back] mit [+front] identisch ist. Salvador möchte hier aber wieder seine Überzeugung zur Geltung bringen, dass das Vokalsystem des Andalusischen drei Lokalisationsarten habe. Folglich markiert er beide Varianten des [a] als weder [+back] noch [+front], was offenbar eine intermediäre Lokalisation ausdrücken soll, die in dem generativen Formalismus aber nicht vorgesehen ist. Aus denselben Gründen hatte er in seine trubetzkoy-nahe Interpretation das “desdoblamiento en el vértice” eingeführt. Doch weder dort noch in der neuen, der generativen Phonologie nahen Interpretation geht er in irgendeiner Weise auf diese Modifikation der von ihm benutzten Theorien ein.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Salvador zwei nicht ineinander überführbare Vorschläge zur Interpretation des Vokalismus macht, beide Lösungen inkonsistent nebeneinander stehen lässt und sich nicht um eine Lösung der dadurch entstehenden theoretischen Probleme kümmert. Im Vergleich mit z.B. Alvar erstellt Salvador ein Phonemsystem für eine kleine, homogene Sprechergruppe. Ferner zeichnet sich das System durch einen hohen phonetischen Realismus aus. Rückblickend charakterisiert Salvador (1987a: 99) seinen Beitrag zur Vokalismusdebatte als “descripción fonética adecuada de estas vocales”.

3.2.2.4 Eine ökonomische, nichtvokalische Lösung Während die bisher vorgestellten phonologischen Interpretationen immer auf eine Verdopplung der standardspanischen Vokalphoneme hinauswollten, ist es die Absicht von Alarcos Llorach (1958) die phonologische Interpretation der dialektalen Daten so einheitlich und abstrakt wie möglich zu halten. Er vertritt die These, dass die offenen Vokale nur Kombinationen aus den fünf Standardvokalen und /h/ sind. Alarcos untersucht keine eigenen Daten, sondern will diejenigen der vorangegangenen Arbeiten neu interpretieren. Anlass dazu ist die zu hohe Komplexität der Vokalsysteme, die Alvar und Salvador aufstellen, denn diese Systemen haben fünf und sechs Öffnungsgrade. Trubetzkoy (1971) hat einige wenige Beispiele mit mehr Öffnungsgraden, aber fünf gelten bei ihm schon als Ausnahme und sechs sehr wahrscheinlich als phonologische Fehlinterpretation²¹, siehe Trubetzkoy (1971: 100 ff.).

Alarcos bezweifelt die bisherigen phonologischen Interpretationen von Alvar und Salvador, da Prozesse der phonologischen Komplexitätsreduktion in den ostandalusischen Dialekten nicht beobachtbar seien. Dies heiße, die Systeme sind stabil, aber wenn sie stabil sind, dann können sie auch nicht mehr als vier Öffnungsgrade haben. Er schlägt daher eine ökonomischere Interpretation der Daten vor, die zudem noch der ganzen Komplexität der phonetischen Daten Rechnung tragen soll. Alarcos meint, dass die Beispiele für Systeme mit mehr als vier Öffnungsgraden, die z.B. Alvar (1955a) und Salvador (1957) aus Trubetzkoy (1971: 100 ff.) (allerdings aus Trubetzkoy (1970), der französischen Übersetzung) als Evidenz für ihre eigenen phonologischen Interpretationen zitieren, ebenfalls zweifelhaft sind und einer Neuinterpretation bedürfen. Dabei beachtet die ökonomi-

²¹Trubetzkoy (1971: 101) zitiert zwar Beispiele für Vokalsysteme mit fünf und sechs Öffnungsgraden, aber dennoch tut er es mit deutlichem Vorbehalt gegen die Interpretationen der von ihm zitierten Autoren. Gerade bei dem sechsstufigen System (Gweabo) deutet er an, dass die als Öffnungsgradunterschied interpretierten Differenzen zwischen den elf Vokalphonemen vermutlich durch eine ganz andere artikulatorische Eigenschaft bedingt sind, nämlich durch den Gegensatz von klaren und trüben Vokalen. Weiter geht Trubetzkoy jedoch nicht auf dieses Problem ein.

schere Neuinterpretation nur Fälle von elidiertem *s* (nicht von elidiertem *l*, *r*, *n*) und auch nur die Fälle von finalem *s* vor Pause und implosivem *s* vor Konsonant²². Im ersten Fall (schematisch: [1] ...a+s. > a[h]. > (A*))²³ resultiert nach der vollständigen Elision ein gelängter und geöffneter vorhergehender Vokal, denn dieser beansprucht den vom Konsonanten hinterlassenen Platz und er assimiliert dessen artikulatorische Eigenschaften. Im zweiten Fall (schematisch: [2] ...a+s+c > a[h]c > (Acc) oder (Ac'c')) resultiert ein geminiertes nachfolgender Konsonant, der eventuell die artikulatorischen Eigenschaften assimiliert, wobei die Gemination die hinterlassene Lücke schließt²⁴.

Ferner diskutiert Alarcos, welches der distinktive Zug des Vokaltypen A ist, und schlägt folgende Möglichkeiten vor.

- a. Die Konsonantenmodifikation aus Fall 2,
- b. die Vokalöffnung aus Fall 1 und 2 oder
- c. beide Merkmale.

Möglichkeit a. schließt Alarcos von vornherein aus, da sie nur in Fall 2 vorkommt und somit den ersten Fall nicht erklären kann.

Zu b: Alarcos geht davon aus, dass in den Fällen von Metaphonie die Opposition a – A nur in finaler Position distinktiv ist, denn in nichtfinalen Positionen sei der Öffnungsgrad der Vokale durch den des finalen Vokals bestimmt. Zudem variere die Ausprägung der Metaphonie abhängig von mehreren Größen unterschiedlich stark. Er beschreibt Fälle, in denen Formen wie “poste” ohne Metaphonie als

²²Salvador (1977: 17 f.) kritisiert erstens, dass eine wichtige Regel fehlt, nämlich für die Folge vok.+s+vok. Zweitens, dass Alarcos' Regel 2 nicht für alle Konsonanten zutrifft, nämlich nicht für /f, θ, s, x, r̄/ (also nicht für dauernde Laute wie Sibilanten, Frikative und Vibranten). Zudem sei die Konsonantenmodifikation nicht obligatorisch. Alarcos Llorach (1983: 53) verteidigt sich gegen den ersten Vorwurf. Die Hinzufügung einer dritten Regel der Form “a+s+a > a[h]a > A'a” ändere nichts an seinen Schlußfolgerungen. Diese könne Salvador letztendlich nur aufgrund seiner phonetisch realistischen Position ablehnen.

²³“a” soll einen Vokal vom geschlossenen Typ, “A” einen Vokal vom geöffneten Typ repräsentieren, der Stern offenbar die Längung.

²⁴Beispiele für die Assimilation beim Konsonanten finden sich z.B. in Alvar (1955c: 291 f.), Mondéjar (1991: 286 ff.) oder Alvar (1996: 242 ff.).

[pOhte / pOtte] ausgesprochen würden, mit Metaphonie aber als [pohte / potte]. Im letzteren Fall sei es nicht der Öffnungsgrad, sondern die Konsonantenmodifikation, die die Form “poste” von der Form “pote” unterscheidet. Dies sei ein weiteres Indiz dafür, dass die Opposition a – A nur in finaler Position besteht. Möglichkeit b. könne also zwar Fall 1 erklären, nicht jedoch Fall 2, da es Fälle gibt, in denen die Vokassimilation geöffnete Vokale wieder schließt. Somit bleibt für Alarcos als einzige plausible Erklärung zunächst nur Möglichkeit c. übrig²⁵.

Zu c: Bei Möglichkeit c. wären die Vokallängung und die Konsonantenmodifikation auf den Einfluss eines einzigen funktionalen Elementes zurückzuführen, das Alarcos “x” nennt. Diese Möglichkeit formuliert Alarcos zunächst weiter aus zur Hypothese des sogenannten “desdoblamiento de sistemas”, allerdings nur am Beispiel der finalen Vokale. Demnach seien die unterstellten eigenständigen Phoneme /A*, E*, I*, O*, U*/ nichts weiter als die Kombinationen der standard-spanischen Phoneme /a, e, i, o, u/ und einer funktionalen Einheit “x”. Genauer wird “x” von Alarcos als ein Suprasegmentale vorgestellt, das die Vokale ebenso haben können wie z.B. den Akzent. Das heißt, es gebe zwei dreieckige Subsysteme, mit je drei Öffnungsgraden, einmal mit kurzen und nicht offenen und einmal mit langen und offenen Vokalen. Somit sei die Notwendigkeit eines einzigen zu komplexen Systems mit sechs Öffnungsgraden vermieden. Dieses Prinzip sei analog zum Vokalsystem des klassischen Latein, wo es ein Subsystem mit kurzen und ein Subsystem mit langen Vokalen gab²⁶.

Die Hypothese des “desdoblamiento de sistemas” ist für Alarcos selbst aber nicht plausibel genug. Denn er hat sie allein unter Betrachtung der finalen Vokale

²⁵Alarcos’ Argumente gegen Möglichkeit b. sind allerdings nur stichhaltig, wenn Dialekte mit zumindest sporadischer Metaphonie betrachtet werden. Für Dialekte ohne Metaphonie scheitern diese Argumente. Allerdings hatte Alarcos ja vor, eine Interpretation zu finden, die nicht nur ökonomisch ist, sondern auch der ganzen dialektalen Variation der phonetischen Daten Rechnung tragen soll. Dies muss auch hinsichtlich des Geltungsbereiches der Möglichkeit c. beachtet werden.

²⁶Dieser Ansatz bedarf einer detaillierteren Diskussion. Da er aber nur ein Zwischenschritt in Alarcos Argumentation ist, aber als eigenständige Lösung von Mondéjar (1979) vertreten wird, werde ich ihn auch zusammen mit Mondéjars Titeln diskutieren. Siehe hier weiter unten, Kap. 3.2.2.7.

formuliert. Ein Nachteil der Hypothese sei, dass das funktionale Element “x” an die Vokale [A, E, O, I, U] gekoppelt ist, denn “x” sei ein Suprasegmentale, das ohne den Vokal nicht vorkommen könne. Alarcos hatte aber gezeigt, dass im Fall 2 eine Konsonantenmodifikation vorkommen kann, ohne dass der vorhergehende Vokal geöffnet ist, und zwar unter dem Einfluss von zumindest sporadischer Metaphonie²⁷.

Da die Konsonantenmodifikation aber ebenfalls durch das funktionale Element “x” erklärt werden soll, ohne dass auch gleichzeitig notwendigerweise der vorhergehende Vokal geöffnet wird, müsse “x” als unabhängig angesehen werden. Da “x” vorhergehende Vokale länge und nachfolgende Konsonanten modifiziere, müsse es zwischen Vokal und Konsonant platziert werden. Da die Einflüsse, die “x” auf seine Umgebung hat, diejenigen sind, die von /h/ ausgehen würden und weil es plausibel ist, dass diese Einflüsse Realisierungen von /h/ sind, folgert Alarcos, dass es sich bei “x” um das Phonem /h/ handle. Genauer gesagt wird “x” mit unter /h/ gefasst, sodass /h/ nun auch in implosiver Position vorkommen kann, was in der standardspanischen Norm nicht der Fall ist. Würde man für “x” ein eigenes Phonem fordern, so wäre dies nur in implosiver Position distinktiv, was unplausibel wäre. Somit ist die Subsummierung unter /h/ für Alarcos die ökonomischste Lösung²⁸.

²⁷Ich habe schon darauf hingewiesen, dass Möglichkeit c. Vokalassimilation voraussetzt. Das heißt, die Interpretation gilt primär für Dialekte mit Vokalassimilation. Für Dialekte, die diese nicht haben, kommt immer noch Möglichkeit b. in Betracht.

²⁸Salvador (1977: 17 f.) hält die von Alarcos vorgeschlagene Lösung wegen mangelndem phonetischen Realismus für unplausibel. Seiner Meinung nach handelt es sich ausschließlich um ein Problem des Vokalismus, das heißt, die modifizierten Konsonanten seien kombinatorische Varianten bedingt durch die offenen / projizierten Vokale. An den Stellen, wo tatsächlich ein [h] auftaucht, schlägt er vor, dies mit dem nachfolgenden Konsonanten zusammen als Präaspiration zu interpretieren. Darauf geht er aber nicht weiter ein. Salvador (1987a: Kap. 5, S. 12) präzisiert den Vorwurf der phonetischen Unhaltbarkeit. Die elidierten Konsonanten würden in bestimmten Kontexten immer noch auftauchen, sodass schwer zu erklären sei, wie /h/ zu einer Reihe sehr unterschiedlicher Allophone komme. Die /h/-Hypothese sei mit Blick auf den phonetischen Lautstand unplausibel, da in den Singularformen wie [klavɛ (- klavɛɫɛ)] die Konsonanten noch nicht in allen Kontexten elidiert seien und demnach /h/ sehr verschiedene Realisierungen haben müsse, wie [-l, -r usw.]. Die /h/-Hypothese ist möglicherweise erst in einem fortgeschrittenen Stadium des Sprachwandels plausibel.

3.2.2.5 Eine noch ökonomischere Lösung Eine Steigerung der von Alarcos vertretenen Lösung ist diejenige von Quilis (1968). Quilis beschreibt die Numerusmorphologie des Standardspanischen. Er setzt dabei ein System von abstrakten Morphemen voraus, die unterschiedliche Realisierungen haben können. Dabei strebt er eine möglichst starke Vereinheitlichung an, sodass die gesamte Numerusmorphologie durch ein Nullmorphem für den Singular, ein -s für den Plural und ein optionales derivatives Morphem -e- für Formen auf -es ausgedrückt werden kann. Ebenfalls angestrebt wird offenbar eine möglichst große Konformität mit vorhergehenden Entwicklungsstufen der Sprache.

Quilis resümiert die Vokalismusdebatte bis Llorente Maldonado (1962). Dieser hatte moniert, dass “das Vokalsystem des Andalusischen” bisher nur unzulänglich beschrieben worden sei. Je mehr Dialekte aus einem dialektalen Kontinuum in einem einzigen System vereint werden sollen, desto abstrakter müsse das System Quilis zufolge zwangsläufig werden. Daher schließt er an Alarcos’ /h/-Hypothese an, die diesen Lösungsweg einschlägt. Er will den von Alarcos Llorach (1958) beschriebenen Prozess [1] ...a+s →a[h] →(A*) neu interpretieren: Das Pluralmorphem sei im Spanischen generell -s und habe die Allomorphe /-s/ im Standardspanischen und /-h/ sowie /-abertura vocálica/ in den ostandalusischen Varianten. Er meint, wenn man dem Morphem -s die Allomorphe /-s/, /-h/ und /-abertura vocálica/ zuweist, dann solle man dem Phonem /-s/ auch die Allophone [-s], [-h] und [-abertura vocálica] zuweisen. Die morphematischen und phonematischen Systeme des Standardspanischen und des Andalusischen sind Quilis zufolge also identisch. Er schlägt also ein noch abstrakteres System vor als Alarcos²⁹. Während Alarcos ansatzweise darauf eingegangen ist, wie die abstrak-

²⁹Cerdà Massó (1992: 173 f.) kritisiert die Versuche, die Phonologie des Andalusischen aus derjenigen des Standardspanischen herzuleiten, da es linguistisch nicht gerechtfertigt sei. Diachronisch lasse sich der Prozess “-s > -h > ∅” beobachten. Es gebe ostandalusische Dialekte, in denen die dritte Phase dieses Prozesses vollzogen ist, aber auch andere, in denen erst die zweite vollzogen ist. Alarcos versuche, die dritte Phase dieses Prozesses durch die zweite zu beschreiben und so beide gleichzusetzen. Cerdà ist aber der Meinung, dass zwischen der zweiten und dritten ein qualitativ so großer Abstand bestehe, dass dies nicht mehr möglich sei. Alarcos’ Rechtfertigung dazu, dass immerhin die zweite Phase im Andalusischen vorkommt,

ten Einheiten realisiert werden, also in ihre phonetische Erscheinung gebracht werden, spart Quilis dies völlig aus.

3.2.2.6 Eine nichtvokalische Lösung Morillo Velarde-Pérez (1985) weist darauf hin, dass sich die Vokalismusdebatte einseitigerweise nur mit den morphologischen Konsequenzen der Schwächung des finalen -s in den östlichen andalusischen Dialekten befasst hat. Es werde einhellig akzeptiert, dass die Numerus- und Personmorphologie mit der Alternanz offener und nicht offener Vokale ausgedrückt werde, und dass dies nur für die östlichen Dialekte gelte. Niemand aber habe sich mit den Konsequenzen in den westlichen Dialekten beschäftigt, wo finale Konsonanten ebenfalls geschwächt werden und die Vokalalternanz keinen distinktiven Charakter habe, wenn sie überhaupt vorkommt. Die Frage, die Morillo beantworten will, ist daher, welche morphophonologischen Auswirkungen der Verlust des finalen -s in den westlichen Regionen des andalusischen Dialektkontinuums hat. Eine befriedigende Lösung dieses Problems innerhalb der klassischen Phonologie stehe immer noch aus. Morillo will zudem eine Lösung finden, die für alle andalusischen Varianten gilt.

Morillo behauptet, dass eine einfache Trennung des Kontinuums in West und Ost nicht möglich ist. Zunächst, da beide Regionen in sich sehr heterogen sind. Ferner gebe es Orte im Ostteil, in denen keine phonematisierte Vokalalternanz vorliegt. Schließlich sei es fraglich, warum phonetisch gleiche Vokalalternanzen im Ostteil als phonematisch, im Westen aber als nicht phonematisch interpretiert werden³⁰. Der ALEA zeige ferner, dass im Ostteil je nach Region die Vokalöffnung von Längung, Aspiration und Metaphonie in unterschiedlicher Ausprägung begleitet wird. Zehn verschiedene Kombinationen dieser Merkmale liegen vor. Offenbar

reiche nicht. Ebenso wenig könne man den vom vorangestellten Artikel getragenen nominalen Plural im gesprochenen Französisch mit einem unterliegenden /s/ erklären. Daher erscheine eine gemeinsame Darstellung von Andalusisch und Standardspanisch in einem gemeinsamen Diasystem nicht sinnvoll.

³⁰Offenbar aufgrund der Verstehprobe, die z.B. Salvador mit den Informanten gemacht hat, siehe hier S. 76. Darauf geht Morillo aber nicht ein.

werde immer nur die Vokalopposition als phonematisch relevant betrachtet, da sie in allen Fällen vorkomme. Morillo präzisiert, dass die Vokalopposition eben nicht in allen Fällen im Osten, und gerade nicht im Westen vorkomme. Daher biete sich die noch generellere Interpretation an, nicht die Vokalöffnung, sondern etwas anderes als distinktiv zu bezeichnen, was es sowohl in den westlichen als auch in den östlichen Dialekten gibt. Wenn das der Fall ist, dann müsse auch die Vokalopposition zusammen mit Aspiration, Vokalassimilation und Längung als redundant angesehen werden.

Um herauszufinden, ob es ein gemeinsames morphologisches Verfahren zur Kompensation der [s]-Schwächung gibt, müsse dies erst einmal in den westlichen Dialekten untersucht werden. Morillo geht davon aus, dass die Schwächung des finalen *s* in den westlichen Dialekten keinen wahrnehmbaren Einfluss auf die Vokale gehabt hat. Daher müsse die Lösung des Problems nicht im Vokalismus, sondern im Konsonantismus gesucht werden. Die [s]-Schwächung müsse innerhalb der allgemeinen Schwächung finaler Konsonanten verstanden werden. Allgemein werden in den andalusischen Dialekten die zentralen oralen Konsonanten in implosiver Stellung geschwächt, siehe hier S. 25. Morillo stellt fest, dass bezüglich der implosiven Konsonanten keine phonetische Differenz existiert, mittels derer man die östlichen und westlichen Dialekte voneinander unterscheiden könnte. Mögliche daraus resultierende phonologische Konsequenzen müssen daher alle Dialekte gleichermaßen betreffen.

In allen andalusischen Dialekten sind die implosiven oralen zentralen (nichtnasale nichtlaterale) Konsonanten in finaler Position also entweder in eine Aspiration gewandelt oder ganz elidiert. Die Aspiration interagiere in diversen Formen mit dem nachfolgenden Konsonanten (Gemination, Spirantisierung usw.): "... hasta confundirse ambas en un único sonido más 'tenso', entendiéndose por tal, un sonido ejecutado con mayor energía articulatoria, con un aumento de la presión del aire sobre la cavidad supraglótica en su conjunto.", siehe Morillo Velarde-Pérez (1985: 41).

Entgegen der Ansicht von Mondéjar (1991), der sich als einziger mit der phonologischen Interpretation der Interaktion von Aspiration und nachfolgendem Konsonant befasst habe, will Morillo diese Phänomene nicht als (biphonematische) Geminationen auffassen, sondern analog zu einer phonematischen Korrelation, die im Kastilischen existiere, allerdings nur in isolierten Wortpaaren (wie ‘no sirven’ vs. ‘nos sirven’): “Se trata de una correlación de intensidad que desdobra todas las consonantes castellanas, con excepción de las nasales y las líquidas, en consonantes intensas / consonantes no intensas.”, siehe Morillo Velarde-Pérez (1985: 50). Dieses System sei auf die betroffenen intervokalischen Positionen an Wortgrenzen beschränkt. Für das System spreche seine solide Struktur, die Tatsache, dass es sich leicht aus dem kastilischen System herleiten lasse, und schließlich, dass die erhöhte artikulatorische Energie, anders als die Veränderung der Vokalqualität und andere Züge, der einzig konstante bzw. immer vorhandene artikulatorische Rest der Aspiration sei, der die Grundlage für eine einheitliche phonologische Erklärung der Konsequenzen des Schwundes finaler Konsonanten in den andalusischen Dialekten biete.

Morillo kritisiert an seinem Modell, dass es unökonomisch hinsichtlich des großen Phoneminventars ist. Verglichen mit dem kastilischen System, das 12 Konsonanten aus der Kombination der Merkmale (labial, dental, palatal, velar) mit (stimmlos vs. stimmhaft, okklusiv vs. frikativ) erzeugt, erzeuge dieses System mit nur einer Merkmalsopposition mehr (tenso vs. relajado) 24 Konsonanten. Das Ökonomiekriterium sei dem Erklärungspotential unterzuordnen, das bei dieser Lösung sehr hoch sei³¹. Morillos Fazit ist somit, dass es keine nennenswerten

³¹Als weitere Selbstkritik führt Morillo an, dass es aber auch Sprecher gebe, die die Folge von Aspiration und Konsonant nicht als gespannten Konsonanten realisieren. Bei Sprechern, die das nie tun, sei es auch nicht sinnvoll, solche gespannten Konsonanten als Phoneme voranzusetzen. Daher, um sein System zu retten, postuliert Morillo mehrere in der Sprachgemeinschaft koexistierende Systeme. Er sucht dazu einen einheitlichen diasystematischen Ansatz bei Coseriu, der ein Idiom nicht als ein einziges, sondern als mehrere nebeneinander existierende Systeme auffasst. Die koexistierenden Systeme bzw. funktionalen Sprachen sind ihm zufolge 1. das Kastilische (nichtmeridionales Gemeinspanisch) als Substrat bzw. Ausgangspunkt der Entwicklung des Andalusischen sowie als Superstrat, also als heutige Prestigenorm. 2. Die erste Entwicklungsstufe des Meridionalen (Aspiration des -s) mit verschiedenen explosiven und im-

phonetischen Unterschiede hinsichtlich des Konsonantismus zwischen West- und Ostandalusisch gibt. Daher müssen auch die phonologischen Interpretationen für alle Dialekte gleich sein. Die konsonantische Lösung sei eben daher vorzuziehen, weil sie für alle spanischen Dialekte gelte. Was dieser Ansatz mit denen von Alarcos und Quilis gemeinsam hat, ist nicht unbedingt die ökonomische Interpretation, sondern vielmehr ein hoher Abstraktionsgrad. Ganz im Gegensatz zu den anderen Ansätzen von Alvar und Salvador werden dabei feinkörnige und dialekt spezifische phonetische Details ausgeblendet.

3.2.2.7 Systemspaltung als Möglichkeit der Komplexitätsreduktion

Ein Zwischenschritt in der Argumentation von Alarcos Llorach (1958), siehe hier Abschnitt 3.2.2.4, war das sogenannte “desdoblamiento de sistemas”, ein Entwurf für eine mögliche eigenständige Lösung des Komplexitätsproblems. Da ein Vokalphonemsystem mit fünf oder sechs Öffnungsgraden, wie in den Interpretationen von Alvar und Salvador, zu komplex sei, schlägt Alarcos vor, die bis zu zehn Vokalphoneme als Zusammensetzungen anzusehen. Und zwar aus den fünf Vokalphonemen des Standardspanischen und einem prosodischen Element, das je nach phonetischem Kontext des Vokals mal für Vokalöffnung und Längung und mal für Vokalöffnung und Konsonantenmodifikation verantwortlich sei. Dadurch reduziere sich die Komplexität des Vokalphonemsystems. Alarcos hat diese Möglichkeit jedoch verworfen und nicht weiterentwickelt, siehe hier S. 80.

Mondéjar (1991) greift diesen Ansatz auf, um ihn weiter zu plausibilisieren. Er betrachtet den diachronischen Prozess der Schwächung von “j, s, z, r, l”. Aus der Schwächung dieser Konsonanten resultiere die Aspiration, die wiederum den vorhergehenden Vokal öffne. Nach der vollständigen Elision der Konsonanten bleibe der Öffnungsgrad der Vokale erhalten. Seine phonologische Interpretation dieses Prozesses ist, dass das [-h] vor seiner vollständigen Elision distinktiv war, nicht

plosiven Subsystemen. 3. Die zweite Entwicklungsstufe des Meridionalen mit der Interaktion von Aspiration und nachfolgendem Konsonanten. Es bestehe also ein diachronischer und ein diglossischer Polysystematismus.

aber die offenen Vokale. Nach der Elision sei der distinktive Wert auf den geöffneten Vokal übergegangen. Er legt also ein strenges Ökonomieprinzip zugrunde, welches besagt, dass die Sprecher ein Maximum an Distinktivität mit einem Minimum an Elementen erreichen wollen. Eine gleichzeitige Distinktivität von /h/ und den offenen Vokalen verletze dieses Prinzip. Dies gelte auch auf morphophonematischer Ebene. Die offenen Vokale übernehmen die funktionale Rolle des ursprünglichen [-s], aber erst nach der vollständigen Elision von [-s] bzw. [-h].

Mondéjars Hypothese ist, dass das von Alarcos skizzierte Modell des “desdoblamiento de sistemas” 1. der funktionalen Realität, 2. der phonetischen Realität und 3. der systematischen Organisation des ostandalusischen Vokalismus am besten gerecht werde. Er definiert ein Vokalsystem als ein Inventar von Phonemen, die ihren distinktiven Wert in jeder möglichen Position (initial, mittig und final) beibehalten, es sei denn, es liege eine Neutralisierung vor. Als Beispiele für Vokalsysteme, die diese Anforderungen erfüllen, nennt Mondéjar diejenigen des Portugiesischen, Katalanischen, Französischen und Italienischen. Aus zwei Gründen erfülle das System des Andalusischen mit seinen offenen Vokalen diese Bedingungen nicht. Erstens sei der distinktive Wert der offenen Vokale auf die finale Position beschränkt. Zweitens sei der distinktive Wert auf den Bereich der Flexion beschränkt. Das heiße, dass Minimalpaare immer ein Element mit Flexion enthalten müssen. (Ein Beispiel mit zwei flektierten Elementen wäre [perro] vs. [perrɔ], eines mit nur einem flektierten Element [amó] vs. [amó], (amor – amor).) In Minimalpaaren, die kein flektiertes Element enthalten und somit allein der Lexik angehören, seien die offenen Vokale bloß Allophone. Diese funktionale Einschränkung sei der Grund, warum der ostandalusische Vokalismus nicht als ein einziges System mit offenen Vokalphonemen interpretiert werden dürfe.

Interessanterweise sind es in den von Mondéjar genannten Minimalpaarbeispielen die nichtflektierten, also die lexikalischen Elemente, die jeweils das offene aus der Konsonantenschwächung resultierende Vokalphonem enthalten ([amó] vs. [amó]; [klabé] vs. [klabé], (clavel – clavé)). Mondéjars Behauptung: “... la abertura

vocálica sólo funciona en el dominio de la flexión; no funciona, y consecuentemente sólo tiene naturaleza fonética, en el dominio del léxico; ...”, siehe dort S. 385, wird also durch die von ihm selbst beigebrachten Beispiele widerlegt. Solange man keine Minimalpaare nennen kann, die kein flektiertes Element enthalten, stimmt es zwar, dass die phonematische Opposition zwischen offenen und nichtoffenen Vokalen auf indirekte Weise eine funktionale bzw. morphophonematische Ursache hat. Aber es stimmt nicht, dass die “Vokalöffnung nur im Bereich der Flexion funktioniert”.

Mondéjar kommentiert drei von Alarcos vorgebrachte Argumente gegen die Systeme mit fünf und sechs Öffnungsgraden. 1. Mondéjar unterstützt die Forderung nach einer maximal ökonomischen phonologischen Interpretation, denn es liege schon in der Natur der Sprache, die (phonematischen) Grundeinheiten auf ein Minimum zu reduzieren. Hierzu sind zwei Dinge anzumerken. Erstens ist dieses Minimum nicht klar definiert. Manche Sprachen haben sehr schmale Phoneminventare manche sehr barocke, siehe z.B. Boer (2001: 8), welcher über die Phoneminventare von Sprachen sagt: “In the UPSID₄₅₁ [eine Phonemsystemdatenbank, siehe Maddieson (1984) und Maddieson & Precoda (1990), D. S.] the smallest inventories are those of the East Papuan language Rotokas ... and the South American language Múra-Priahã ..., both with only 11 phonemes. The language with the largest inventory is the Khoisan language !Xũ ... with 141 phonemes. The typical number of phonemes... lies between 20 and 37.” Zweitens ist Mondéjars Argument zu allgemein formuliert, um die Interpretationen mit fünf und sechs Öffnungsgraden zu falsifizieren.

2. Mondéjar behauptet, dass in einem Vokalsystem alle möglichen phonematischen Oppositionen von der gleichen Art sein müssen. Dass er sich dabei offenbar nicht ganz sicher ist, signalisiert die Formulierung: “... parece que tiene que ser de la misma naturaleza la diferencia fonológica existente entre los elementos que forman cada una de las oposiciones posibles del sistema; ...”, siehe Mondéjar (1991: 386). Das eigentliche Argument lautet folgendermaßen: “... por lo tanto,

si las oposiciones a / A , e / E , etc., se caracterizan por su *proporcionalidad*, y las oposiciones a / E , a / O , etc., lo hacen por su *no proporcionalidad*, es evidente que la naturaleza de las diferencias no sólo es distinta entre a / E y a / O , p. e., sino también entre todas las pertenecientes a esta serie y las pertenecientes a la serie a / A , e / E , etc.; luego la naturaleza del sistema no es homogénea, y en ese caso tal sistema no existe, no corresponde a ninguna realidad lingüística.”, siehe Mondéjar (1991: 386 f.). Mondéjar bezieht sich auf Argumente für die Systemverdopplung, die von Alarcos beigebracht wurden³². Aber erstens folgt Mondéjars Behauptung nicht aus diesen Argumenten und zweitens ist sie völlig haltlos, denn es ist nicht der Fall, dass die Natur aller Oppositionen, die von Elementen eines Phonemsystems gebildet werden können, gleich sein muss.

3. Offene Vokale (A, E, I, O, U) und nicht offene Vokale (a, e, i, o, u) gehören unterschiedlichen “especies funcionales” an.

- a. Das äußere sich in der Empfänglichkeit der offenen und in der Unempfänglichkeit der nicht offenen Vokale für die Längung.
- b. Das Vokalsystem des Andalusischen sei überfrachtet, sodass eigentlich Verschmelzungen oder Diphthongisierungen benachbarter Phoneme zu erwarten wären, doch die treten nicht ein: “... uno no puede dejar de preguntarse por qué en el curso del tiempo que ya dura este vocalismo todavía no se han producido confluencias...”³³, siehe dort S. 387. Es herrsche ein “caso raro

³²Alarcos führt zwei Argumente an, die die Hypothese des “desdoblamiento de sistemas” plausibilisieren sollen. Erstens: “En efecto son proporcionales las diferencias a:A::e:E::i:I::o:O::u:U, pero no lo son las diferencias a-E, e-I, a-O, o-U, lo cual no sería explicable con un solo sistema con seis grados de abertura. Si el rasgo diferencial entre los supuestos grados 1 y 2, 3 y 4, 5 y 6 es uno mismo, ¿por qué entre los grados 2 y 3, 4 y 5 no ocurre lo propio?”, siehe Alarcos Llorach (1958: 202). Zweitens: “Por otra parte, esta interpretación en dos subsistemas explica la no confusión ni confluencia entre a-E, a-O, o-U y e-I: es decir cada una de esas variantes funciona diferentemente, no pertenecen a una misma especie funcional, [a, e, o] (como [i, u]) no son susceptibles de alargamiento, mientras [A, E, O, I, U] pueden ser largas ...”, siehe dort S. 202.

³³Ferner betont Mondéjar, dass während der ganzen Zeit, in der dieser Vokalismus besteht, keine Komplexitätsreduktion eingetreten ist. Er vergleicht diese Zeit mit der Zeit, während der sich die bekannten Veränderungen vom Vokalismus des klassischen Latein zu dem des Vulgärlateins vollzogen haben. Aber wie lange der ostandalusische Vokalismus in der besprochenen Form

de equilibrio inestable”.

Zunächst einmal ist hier unklar, wie man aus a. und b. einen einheitlichen Begriff von “especie funcional” ableiten soll. Die Längung ist für Mondéjar ohnehin nur ein nichtdistinktiver Zug und scheint daher in einer phonologischen Argumentation fehl am Platz zu sein. Mondéjars explizite Erklärung: “Pertener a distinta especie funcional significa que el comportamiento funcional de los elementos de una serie puede ser distinto del de los elementos que integran o constituyen otra.”, siehe dort S. 387, ist tautologisch bzw. zirkulär und erklärt nicht, was mit funktionalem Verhalten gemeint ist. Außerdem *könne* das funktionale Verhalten verschieden sein, muss aber wohl nicht.

Bisher war noch unklar geblieben, was mit ‘especie funcional’ gemeint ist. Mondéjars “neuartiges” funktionales Argument bestehe nun darin, eine Verdopplung des Vokalsystems des Standardspanischen zu postulieren, zwei komplementäre Subsysteme. Der Grund für die Forderung sei die schon vorher von Mondéjar erwähnte distinktive Ungleichheit der offenen und nichtoffenen Vokale. Gemeint ist damit die Beschränkung des Phonemstatus der offenen Vokale auf die wortfinale Position. Die unterschiedliche ‘especie funcional’ der beiden Phonemmen (a, e, i, o, u) und (A, E, I, O, U) hat also nichts, wie zuvor suggeriert, zu tun mit 1. der Empfänglichkeit für Längung, 2. der nicht eintretenden Komplexitätsreduktion und 3. offenbar auch nichts mit dem zuvor von Mondéjar vorbereiteten Argument, dass die offenen Vokalphoneme nur im Zusammenhang mit der Flexion distinktiv seien. Die ‘especie funcional’ muss sich also allein auf das rein phonotaktische Argument der Positionsbeschränkung der offenen Phoneme auf die wortfinale Position beziehen.

Mondéjar verspricht sich von seiner “funktional” begründeten Systemverdopplung dennoch die Lösung aller erwähnten Probleme. Die Aufspaltung der zehn

überhaupt schon besteht, kann er nicht sagen. Es ist auf jeden Fall unwahrscheinlich, dass es sich um einen vergleichbaren Zeitraum handelt, was das Argument des “caso raro de equilibrio inestable” doch recht schwächt.

Phoneme in ein dreieckiges System mit zwei Lokalisationsarten und drei Öffnungsgraden, das nur die offenen, und eines, das nur die nicht offenen Phoneme enthält, bringe folgende Vorteile:

1. Die Systeme seien in dieser Form ökonomischer, da der maximale Öffnungsgrad jeweils drei ist. (Kommentar weiter unten.)
2. “[L]as unidades funcionales se agrupan de acuerdo con la naturaleza de la diferencia que opone a las mismas en las distintas oposiciones posibles;”, siehe dort S. 389. Das ist falsch, denn dann wären nur die phonematischen Oppositionen möglich, die sich aus je einem offenen und einem nicht offenen Vokalphonem bilden lassen.
3. Die Phoneme werden ihrer ‘especie funcional’ zufolge in zwei Systeme gruppiert. (Kommentar weiter unten.)
4. Die Systemspaltung erklärt die nicht eintretende Komplexitätsreduktion bzw. das Ausbleiben von Mergern und Diphtongisierungen. (Kommentar weiter unten.)
5. “[L]a homogeneidad de la naturaleza de cada uno de los dos subsistemas garantiza, amén de los hechos de orden estructural, la diversa capacidad funcional de los elementos que integran cada uno de los dos subsistemas. Esta razón funcional es la que justifica de manera indiscutible, a mi parecer, que pueda hablarse de dos subsistemas, de desdoblamiento del sistema del español estándar más que de desdoblamiento de vocales.”, siehe dort S. 389. Hier rechtfertigt die Systemspaltung auf zirkuläre Weise das Argument für die Systemspaltung.

Ich will nun die vorhergegangenen Punkte 1, 3 und 4 kommentieren. Mondéjar gibt zu, dass es im ostandalusischen Vokalismus zehn Vokalphoneme gibt. Die teilt er in zwei Subsysteme, eines für die offenen und eines für die nicht offenen.

Zu 3: Der dritte Punkt ist eine Paraphrase von Punkt 5 und kann daher ebenfalls ignoriert werden. Kommen wir nun zu dem Argument, mit dem Mondéjars Ansatz steht oder fällt, nämlich die Systemverdopplung für zwei Mengen von Vokalphonemen von unterschiedlicher “especie funcional”. Zu den Punkten 1 und 4: Ich hatte gezeigt, dass der Begriff der ‘especie funcional’ sich auf nichts anderes als die verschiedenen phonotaktischen Eigenschaften der offenen und nicht offenen Vokalphoneme bezieht. Wenn man aber von der Phonotaktik ausgehend zwei Subsysteme aufstellt, eines für die nichtfinalen Positionen und eines für die finale Position, dann erhält man im ersten Fall das Vokalphonemsystem des Standardspanischen, das mit dem einen der beiden von Mondéjar bezeichneten Subsysteme identisch ist. Im zweiten Fall, also in finaler Position, erhält man aber kein Subsystem mit fünf, sondern mit zehn Vokalphonemen. Die vorher von Mondéjar benutzten Minimalpaare [amó] vs. [amó]; [klabé] vs. [klabé] sowie weitere Minimalpaare, die sich leicht finden lassen, wie z.B. [casa] vs. [caso] (casa – casos), zeigen, dass in finaler Position theoretisch alle zehn Vokalphoneme Oppositionen bilden können. Das heißt, man muss sich wieder von Neuem fragen, warum in finaler Position keine Komplexitätsreduktion eintritt (Punkt 2), obwohl es dort fünf bis sechs Öffnungsgrade zu geben scheint.

In der Interpretation, die ich gerade vorgestellt habe, werden alle Probleme, die Mondéjar mit seiner Lösung vermeiden will in die wortfinale Position verschoben und bestehen dort weiter. Leider ist diese Interpretation genau die, zu der Mondéjars Argumentation führt, wenn man sie genauer untersucht. Zu seiner eigenen Lösung führt sie nicht. Zu der von ihm selbst dargestellten Lösung gibt er gar keine Rechtfertigung. Er stellt zwar fest, dass die offenen Vokalphoneme sich in mehrfacher Hinsicht von den nicht offenen unterscheiden und versucht diesen Unterschied in dem schwammigen Begriff der ‘especie funcional’ zu fassen, der sich wie gesagt allein auf die phonotaktische Differenz reduzieren lässt. Die Systemspaltung, die Mondéjar vornimmt, entspricht im Grunde keiner phonologischen Realität und muss daher als rein formaler und vor allem als willkürlicher

Akt bezeichnet werden. Mondéjar (1992) trägt hierzu nichts Neues und keine weitere Klärung bei.

3.3 Fazit

Den in Kapitel 3.1 besprochenen Arbeiten entnimmt man die Intuitionen über den Zusammenhang von phonetischen Prozessen und mentalen Kategorien der Sprecher. Die Autoren stellen fest, dass die Reduktion von phonetischem Material eine Kompensationsreaktion zur Folge hat. Morphematische Information, die an einer Stelle verloren geht und die Ausdruckskraft des Sprachsystems vermindert, wird an anderer Stelle wieder aufgebaut. Allerdings sind die Argumentationen unklar und wenig präzise. Ein brauchbares kognitives Modell wird nicht präsentiert. Dennoch ist eine wichtige Konsequenz für die Modellbildung der Simulation, dass nicht nur Prozesse simulierbar sein müssen, die Veränderungen von phonetischem Material bewirken, sondern auch Veränderungen in den Zusammenhängen von sprachlichen Formen und mentalen Kategorien. Die Systeme der phonetischen und der mentalen Kategorien müssen modelliert werden und insbesondere die Weise, in der sie sich gegenseitig beeinflussen.

Die Debatte über die phonologische Interpretation der Daten liefert präzisere konzeptuelle Formulierungen der schon in vorherigen Arbeiten erkannten Kompensationsreaktion. Der Verlust der Numerus- und Personmorpheme werde durch eine Verdopplung von Vokalphonemen ausgeglichen und zwar durch die Funktionalisierung der Öffnungsgraddifferenzierung, siehe Alarcos (Kapitel 3.2.2.1) und Salvador (Kapitel 3.2.2.3). Kontrovers ist jedoch die Menge der auf diese Weise verdoppelten Vokalphoneme. Diverse phonotaktische Beschränkungen dieser Funktionalisierungen werden angegeben, worin aber auch keine zwei Studien übereinstimmen. Eine alternative Interpretation zur Verdoppelung von Vokalphonemen ist die Umgruppierung positionaler Varianten von Phonemen, siehe Alarcos (Kapitel 3.2.2.4), wobei aspirierte Realisierungen von silbenfinalelem /s/ unter /h/ gefasst werden, was die Phonotaktik beider Phoneme ändert. In-

interessant auch der Ansatz von Morillo, siehe Kapitel 3.2.2.6, silbeninitiale Konsonanten mittels des artikulatorischen Überbleibels des geschwächten silbenfinalen [s], nämlich des phonetischen Merkmals der gespannten Artikulation zu verdoppeln. Man bekommt von der Vokalismusdebatte also drei Ansätze präsentiert, die eine Erklärung der Kompensationsreaktion auf drei verschiedenen Ebenen vorschlagen und sich dabei in ihrer Feinkörnigkeit unterscheiden. Der Ansatz der Phonemverdoppelung operiert auf der Ebene ganzer Phoneme, der Vorschlag von Alarcos auf der Ebene positionaler Varianten von Phonemen und der Vorschlag von Morillo auf der Ebene der Merkmalsstruktur von Phonemen.

4 Weitere Beiträge der Vokalismusdebatte

In den vorhergehenden Kapiteln wurde die Vokalismusdebatte soweit ausgewertet, dass dabei im Wesentlichen die Arbeiten berücksichtigt wurden, die eine strukturalistische Ausrichtung haben. Auch prästrukturalistische Arbeiten wurden diskutiert. In diesem Kapitel sollen die restlichen Beiträge der Vokalismusdebatte ausgewertet werden. Teilweise ziehen sie elaboriertere linguistische Theorien heran als die früheren Arbeiten, um die dialektalen Phänomene zu erklären. Bei diesen soll erstens geschaut werden, ob die Ansätze ein besseres und detaillierteres Verständnis des Sprachwandelsprozesses ermöglichen. Zweitens soll geschaut werden, ob die verwendeten linguistischen Modelle für die Erstellung der Modellsimulation verwendbar sind. Konkret geht es im Folgenden um lineare generative Modelle von Saporta (1965) und Hooper (1976), um prosodische Analyse von Contreras Jurado (1977), Cerdà Massó (1984) und Cerdà Massó (1992), um metrische Analyse von Zubizarreta (1979) sowie schließlich um einige Studien, die zu klären versuchen, welche Rolle der sprachliche und nichtsprachliche Kontext bei phonologischen und morphologischen Interpretationen der dialektalen Phänomene spielt, nämlich López Morales (1984), Seklaoui (1988) und Villena Ponsoda (1987).

4.1 Beitrag linearer generativer Theorien

Saporta (1965) und Hooper (1976) arbeiten mit dem Modell der klassischen generativen Grammatik. Saporta reflektiert die Verwendbarkeit dieses Modells für die Repräsentation struktureller Gemeinsamkeiten verwandter Dialekte. Die wichtigen Referenzen in diesem Zusammenhang sind also frühe generative Arbeiten wie Chomsky (1957), Chomsky (1965) und Chomsky & Halle (1968). Hooper nimmt an diesem Modell³⁴ einige Änderungen vor und geht auf die Hypothese der Mor-

³⁴Durand (1990: 34 f.) fasst knapp zusammen, wie im generativen Modell aus den unterliegenden Elementen und Regeln die Sprachoberfläche generiert wird: 1. Durch die Anwendung von Phrasenstrukturregeln und Elementen des Lexikons entsteht eine syntaktische Tiefenstruktur,

phologisierung der Differenzierung der Vokalqualität in Numerusalternanzen des Andalusischen ein. Ich werde diese beiden Ansätze zunächst kurz vorstellen und dann insbesondere prüfen, ob sie als Grundlage für ein diachronisches Modell von Sprachsystemen eingesetzt werden können.

4.1.1 Generatives Modell in diachronischer Interpretation

4.1.1.1 Saporta (1965) Saportas Arbeit beruht auf Vorüberlegungen von Weinreich (1954) zur Möglichkeit einer strukturalen Dialektologie. Seine Absicht ist es, Unterschiede zwischen verwandten Dialekten durch die Manipulation eines größtenteils gemeinsamen Regelsystems darzustellen. Die Grundidee einer auf generativer Phonologie basierenden strukturalen Dialektologie ist es, genauer gesagt, die Oberflächenformen verwandter Sprachvarianten aus einem möglichst großen gemeinsamen Kern grammatischer Regeln herzuleiten. Dieser Kern ist nichts anderes als ein generatives System phonologischer Regeln, wie es exemplarisch in Chomsky & Halle (1968) für das Englische entworfen worden ist. Der Vergleich mehrerer Einzelsysteme soll also nicht mit Hilfe von Primärdaten bzw. mit Daten der Sprachoberfläche bewerkstelligt werden, sondern Unterschiede in den Sprachvarianten sollen durch teilweise verschiedene Regelinventare oder teilweise verschiedene Anordnung der Regeln dargestellt werden. Dieser Ansatz soll auch unterliegende strukturelle Ähnlichkeiten zwischen den Einzelsystemen aufzeigen, die beim Vergleich der Oberflächendaten nicht evident sind. Saporta (1965: 219) erklärt dies folgendermaßen: “[T]he grammatical description of a gi-

die 2. durch die Anwendung von Transformationsregeln in eine syntaktische Oberflächenstruktur gewandelt wird. 3. Durch die Anwendung von ‘readjustment rules’ auf die Oberflächenstruktur entsteht eine phonologische Repräsentation, die 4. durch die Anwendung phonologischer Regeln schließlich in eine phonetische Repräsentation überführt wird. Die phonologische Komponente ist also eine interpretative Einheit, die syntaktische Oberflächenrepräsentationen in eine phonetische Form überführt. Da die generative Grammatik eine universelle Grammatik sein soll, hat auch die phonologische Komponente universelle Eigenschaften. Zum einen umfasst sie formale Universalien, die bestimmen, welche Art von Regeln in der Komponente vorkommen können, auf welche Strukturen sie angewendet werden können und wie sie geordnet bzw. in welcher Reihenfolge sie angewendet werden können. Zum anderen gibt es substantielle Universalien wie die Menge der distinktiven Merkmale, aus der alle Segmenttypen zusammengesetzt werden.

ven dialect may be converted into an adequate description of a related dialect by the addition, deletion, or reordering of a relatively small number of rules. Indeed, it is tempting to propose that the degree of difference between dialects is nothing more than a function of the number and type of such changes.” Auffällig beim Vergleich mehrerer Sprachvarianten sei, dass das gemeinsame Regelsystem oft Regelfolgen enthält, die diachronische Prozesse widerspiegeln.

Ein solches Modell wäre für die Erstellung der Modellsimulation prinzipiell interessant, weil es zunächst einmal möglich ist, verwandte Sprachsysteme durch bestimmte Algorithmen der Regelmanipulation ineinander zu überführen. Die drei von Saporta genannten einfachen Operationen des Löschens, Hinzufügens und des Umordnens von Regeln sollen dazu hinreichen. Saportas Hinweis, dass es Regelfolgen gibt, die diachronische Prozesse widerspiegeln, macht klar, dass die Regelmanipulationen eines solchen Modells nicht nur interdialektal, also als Überführung eines Dialektes in einen anderen interpretiert werden können, sondern auch als Überführung eines diachronischen Sprachstandes in einen anderen. Um diese Überlegung zu plausibilisieren, will ich zunächst Saportas illustratives Beispiel anführen.

Saporta (1965: 223) erklärt seinen Ansatz an einem Beispiel aus dem Spanisch von Uruguay: Im Standardspanischen werden die mittleren Vokale [e, o] in geschlossenen Silben als offene Allophone realisiert, in offenen Silben als geschlossene Allophone. In der Variante von Uruguay ist dies ebenso, nur werden u.a. finale Sibilanten elidiert, ähnlich wie in den andalusischen Varianten. Nach der Elision der Sibilanten bleiben die Vokalqualitäten jedoch erhalten, das heißt, auch in offenen Silben, in dessen Koda sich einmal ein finaler Sibilant befunden hat, stehen offene Vokale, z.B. kast. “los niñ[ɔs]” vs. urug. “los niñ[ɔ]”. Saporta wertet es als nachteilig, derartige Unterschiede in der “independent, so-called structural description”, also nach dem Prager Modell darzustellen, da damit für sehr eng verwandte Dialekte wie Kastilisch und die Variante von Uruguay ein verschiedenes Phonemsystem, eine verschiedene Phonotaktik, eine andere Morpho-

phonologie usw. vorausgesetzt werden müssen. Verwende man aber das generative Modell, dann unterscheiden sich die generativen Beschreibungen des Standardspanischen und der uruguayischen Variante nur in einer einzigen Regel. Diese Lösung entspreche zudem der Laienmeinung, dass im Unterschied zum Standardspanischen im uruguayischen Dialekt einfach nur das finale *s* verschluckt wird. Eine strukturelle Dialektologie soll dem generativen Modell zufolge also nicht auf diversen unabhängigen Beschreibungen von Einzelsystemen beruhen, sondern die Varianten sollten einen möglichst großen gemeinsamen Kern von Regeln besitzen³⁵. Würde man eine vollständige Folge generativer Regeln ausarbeiten, die letztendlich die phonetische Oberflächenform des gesprochenen Kastilisch und der gesprochenen uruguayischen Variante herleiten, dann würde diese Folge im Fall des Kastilischen eine Regel enthalten, die z.B. den Öffnungsgrad des Vokals einer wortfinalen Silbe vor einem [s] erhöht. Im Fall der uruguayischen Variante würde dieser Regel (vorausgesetzt, beide Varianten haben denselben oder annähernd gleiche Regelinventare) eine weitere Regel folgen, die wortfinale [s] elidiert. Der hier besprochene Unterschied zwischen beiden Dialekten kann also durch eine einzige Operation, nämlich durch das Hinzufügen einer [s]-Elisionsregel an einer geeigneten Stelle, dargestellt werden.

Ausgehend von Saportas Modell könnte nun theoretisch dieselbe Operation aber auch als Übergang zwischen zwei diachronischen Ständen desselben Dia-

³⁵Harris (1969: 3 ff.) kritisiert an diesem Ansatz die Absicht, alle Dialekte des Spanischen aus einem gemeinsamen Satz von Regeln herleiten zu wollen. Sableski (1965) sowie auch Saporta wählen diesen Satz von Regeln so aus, dass der Regelsatz selbst, aber auch die Derivationen der übrigen Dialekte möglichst ökonomisch sind. Das ist bei geringstmöglicher Komplexität und geringstmöglicher Anzahl der Regeln der Fall. Problematisch sei hieran, dass die unterliegende Struktur der Dialekte somit nicht empirisch erschlossen, sondern unter Anwendung des Ökonomiekriteriums vorausgesetzt wird. Dies mache es folglich unmöglich, vom Diasystem empirische Ergebnisse zu erhalten. Wichtiger noch sei die Konsequenz für die psychologische Realität der aus dem Diasystem abgeleiteten Dialekte. Harris argumentiert, dass die Grundlage, auf der sich die Kompetenz der Sprecher eines Dialektes entwickelt hat, die Sprachlernfähigkeit, die Sprachdaten, mit denen der Sprecher in Kontakt gestanden hat, und andere Faktoren sein müssen. Völlig unplausibel aber sei es, dass die Sprecherkompetenz im Kern die Regeln eines Dialektes enthalten soll, der zwar eine ökonomische Derivation erlaubt, mit dem die Sprecher aber nie Kontakt gehabt haben. Ein derart konstruiertes Diasystem könne folglich auch keine Erkenntnis über die tatsächliche Sprecherkompetenz erbringen.

lektes interpretiert werden. So könnte ein fiktiver ostandalusischer Dialekt zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Regel einführen, die (in unterliegenden Formen) zuerst die Vokale, die wortfinalen Sibilanten vorhergehen, öffnet. Zu einem späteren Zeitpunkt könnte er eine zweite Regel einführen, die (in unterliegenden Formen) die wortfinalen Sibilanten löscht, sodass an der Sprachoberfläche Numerusalternanzen von Formen entstehen, die sich nur durch den Öffnungsgrad des wortfinalen Vokals unterscheiden. Die Details dieses Vorganges sollen hier zunächst nicht interessieren. Wichtig ist an dieser Stelle nur die Tatsache, dass der von Saporta beschriebene Ansatz der strukturalen Dialektologie ebensogut als Modell des Sprachwandels ausgelegt werden kann. Die Oberfläche einer Sprache ist insofern definiert durch eine geordnete Folge von Regeln, die im Zuge von Sprachwandelsprozessen manipuliert wird.

4.1.1.2 Hooper (1976) Ein weiterer generativer Ansatz, der sich in einigen wesentlichen Punkten von der Standardanalyse unterscheidet, ist die natürliche generative Phonologie, siehe Hooper (1976) sowie Durand (1990: 134 ff.). Dieser Ansatz hebt sich insbesondere durch die drastische Verminderung von Abstraktion im generativen Regelwerk ab, denn die unterliegenden Formen dürfen von den Oberflächenformen nicht mehr zu verschieden sein. Von Joan Hooper stammt die "True Generalization Condition", die fordert, dass generative Regeln nur Generalisierungen ausdrücken dürfen, die auch an der Sprachoberfläche ablesbar sind und für alle Oberflächenformen gelten. Beziehungen zwischen diesen Formen müssen so direkt wie möglich ausgedrückt werden und unterliegende Formen dürfen keine Merkmale enthalten, die nicht auch zum Inventar der Oberfläche gehören.

Hooper (1976: 32 ff.), siehe auch in Durand (1990: 136 ff.), lehnt die von Saporta (1965) durchgeführte Standardanalyse der Vokalöffnung und [s]-Elision in spanischen Dialekten aus mehreren Gründen ab. Zunächst werden Regeln im Standardmodell extrinsisch geordnet, also nach einer festgelegten Reihenfolge, die keinen Bezug auf Eigenschaften der Regeln nimmt. Bei Saporta findet z.B. zuerst

eine Regel für die Vokalöffnung Anwendung: /klase+s/ > [klases] und danach eine Regel für die [s]-Elision: [klases] > [klase] (‘clases’). In der natürlichen generativen Phonologie ist die Anwendungsfolge von Regeln jedoch intrinsisch geordnet, das heißt, es wird gerade die Regel angewendet, die auf die strukturelle Beschreibung einer Form passt. (Oder anders ausgedrückt, wird nach einer bestimmten Regel genau die Regel verwendet, deren Eingabe am besten zur Ausgabe der vorhergehenden Regel passt.) Für Saportas Beispiel hieße das, dass die [s]-Elisionsregel schon auf die Form /klase+s/ passt. Daraus entstünde /klase/ und diese Form bietet nun nicht mehr die strukturelle Beschreibung, auf die die Regel für die Vokalöffnung angewendet wird, denn die setzt ja eine geschlossene Silbe voraus. Die Konsequenz ist, dass Formen wie [klase] (‘clases’) in der NGP nicht mehr aus denselben Regeln generierbar sind, die im Beispiel von Saporta beschrieben wurden.

Da in der Vokalismusdebatte aber schon mehrfach die Intuition geäußert wurde, dass die Vokalöffnung morphologisch bedingt ist, nimmt Hooper diesen Gedanken auf und reinterpretiert das bisher als phonetisch und phonologisch beschriebene Phänomen als morphologisch bedingt. Dazu führt sie eine Regel ein, die in Pluralformen den finalen Vokal öffnet, sobald dieser unmittelbar vor einer Wortgrenze steht, was der Fall ist, wenn die Regel für die Löschung des wortfinalen [s] schon angewendet worden ist³⁶. So entstehen dann Oppositionen wie [peðaθo] vs. [peðäθo], [alto] vs. [ältɔ^h] oder [loβo] vs. [loβɔ^h], siehe Alonso et al. (1950).

Um die in einigen Dialekten beobachtete Vokalassimilation herzustellen, müßte schließlich noch eine Regel Anwendung finden, die den Wert für das Merkmal [tense] des finalen Vokals auf die vorhergehenden überträgt. Morphologische und nicht phonetisch-phonologische Bedingtheit könne dann auch erklären, warum aus den im Singular und Plural gleichen Formen ‘martes’ vs. ‘martes’ im Dialekt

³⁶Das ‘vowel lowering’ geschieht durch das Setzen des Merkmals [-tense], artikulatorisch-phonetisch also durch eine Entspannung der Artikulation.

von Granada [marte] vs. [märtɛ] wird. Hooper präzisiert auch die chronologische Entwicklung. Ursprünglich sei die Ursache für die Vokalöffnung wohl die phonetisch-mechanische Schwächung von [s] gewesen. Die mechanische Bedingtheit sei aber schon bald in eine morphologische übergegangen. Es habe also eine morphologische Reinterpretation stattgefunden und diese habe es schließlich erlaubt, dass das ursprüngliche Morphem [s] seine morphologische Funktion aufgab und variabel aspiriert und elidiert werden konnte.

4.1.2 Überlegungen zu den linearen generativen Ansätzen

Die Ansätze von Saporta und Hooper stehen sich in der Frage des Abstraktionsgrades, mit dem grammatisches Wissen repräsentiert sein soll, diametral gegenüber, da der frühe klassische generative Ansatz, siehe Chomsky & Halle (1968), maximale Ökonomie im Regelwerk anstrebt. Die natürliche generative Phonologie fordert das Gegenteil. Im Zusammenhang mit dieser Frage, ob das Sprachwissen von den Sprechern eher auf ökonomische Weise mit abstrakten Regeln und Formen gespeichert wird, oder eher mit oberflächennahen Formen und wenig abstrakten Regeln, bemerkt Durand (1990: 128 ff.), dass es Evidenz für beide Möglichkeiten gibt und dass sich daraus immerhin die logische Möglichkeit ergibt, dass unterschiedliche Sprecher auch unterschiedliche Strategien benutzen, um ihr Sprachwissen zu speichern. Mit diesem Argument könnte man den klassischen und den natürlichen Ansatz als Extreme eines Kontinuums auffassen. Es wäre dann möglich, für jeden Punkt dieses Kontinuums einen Sprecher zu finden, dessen Sprachwissen in der dem Punkt entsprechenden Mischung aus konkreten und abstrakten Regeln und Elementen organisiert ist. Das wiederum heißt, dass theoretisch beide Ansätze und alle Mischlösungen daraus plausible Grammatiken ergeben können.

Was tragen die beiden generativen Arbeiten zum Verständnis des Sprachwandlungsprozesses und zur Konzeption der Modellsimulation bei? Beide Ansätze benutzen Varianten der generativen Grammatik, um Elemente des Sprachwan-

delsprozesses wie die Manipulation von Vokalqualitäten, die Elision implosiver Sibilanten oder die Assimilation zwischen mehreren Vokalen zu erklären. Was man aus den beiden Beiträgen über den Sprachwandelsprozess selbst erfährt, ist nicht neu, weil es sich um Annahmen und Beobachtungen handelt, die aus vorherigen Beiträgen der Vokalismusdebatte bekannt sind. Was aber an den Beiträgen interessant ist, ist die Möglichkeit, vermutlich alle bisher in linguistischer Prosa gegebenen Beschreibungen des Sprachwandelsprozesses in einem einheitlichen Modell formalisieren zu können. Die Frage ist, ob das generative Modell, oder eine bestimmte Version davon, als Grundlage für die Erstellung der Modellsimulation dienen kann.

Eine Vereinfachung, die in kurzen Beiträgen zur generativen Grammatik, die bestimmte linguistische Zustände und Prozesse diskutieren, vorgenommen wird, ist es, die relevanten Regeln immer isoliert, d.h. außerhalb des Kontextes zu besprechen, in dem sie eigentlich stehen müssten, nämlich in einem vollständigen Satz generativer Regeln. Ein vollständiger Satz generativer Regeln würde die Erstellung der Oberfläche einer bestimmten Sprache mittels Phrasenstrukturregeln und lexikalischer Einheiten, über die Tiefenstruktur, die Oberflächenstruktur und die phonologische Form beschreiben, und ein solcher vollständiger Satz von Regeln müsste expliziter Teil der Modellsimulation sein, wenn ein generatives Modell zugrunde gelegt werden soll. Sieht man sich die oben angeführten Arbeiten von Chomsky und anderen für das Englische oder Harris (1969) und D’Introno et al. (1995) für das Spanische an, so zeigt sich als erstes Problem, dass diese Regelmengen sehr umfangreich sind und folglich eine Modellsimulation sehr komplex machen würden. Aber selbst wenn man das Modell auf einen Teil des generativen Regelinventars einschränkte, z.B. auf die phonologische Komponente, gäbe es immer noch weitere, sogar schwerwiegendere Probleme.

Saporta erklärt, dass das generative Regelwerk durch drei einfache Operationen manipuliert werden kann, das Löschen, Hinzufügen und Umordnen von Regeln. Die daran anschließende Frage ist aber, welches wiederum die Prinzipi-

en sind, nach denen diese Regeln modifiziert werden. Offenbar ist der generative Regelformalismus in der Lage, alle möglichen Zustände und Veränderungen sprachlicher Strukturen durch Regeln zu modellieren. Das ist auch gleichzeitig das Problem der Beiträge von Saporta und Hooper, nämlich dass sie einige Beobachtungen aus der Vokalismusdebatte im generativen Formalismus reformulieren, aber nicht zeigen, warum die jeweiligen Prozesse auf eine bestimmte Weise abgelaufen sind, und nicht auf eine andere. Es wird vorausgesetzt, dass die Regeln, die der Gegenstand der jeweiligen Diskussion sind, in der Sprachkompetenz der Sprecher oder der Sprachgemeinschaft vorhanden sind, aber es wird nicht geklärt, wie diese Regeln dort hinkommen und ob sie in irgendeiner Weise veränderbar sind. Während es Saporta nicht um Veränderungen in Sprachsystemen geht, sondern nur um Beziehungen verwandter Sprachsysteme, stellt Hooper ganz klar einen Sprachwandlungsprozess in den Mittelpunkt, nämlich die aus der Vokalismusdebatte bekannte Morphologisierung der Vokalqualitätsalternanzen. Leider aber stellt sie nur das Resultat der Morphologisierung dar, nämlich dass eine Regel zur Modifikation der Qualität von Vokalen in einem bestimmten Stadium des Systems auf morphologische Kategorien reagiert. Im vorherigen Zustand des Sprachsystems war die Vokalqualität phonetisch-mechanisch bedingt. Wie aber ist der Übergang zwischen beiden Zuständen verlaufen? In welcher Weise wurde das Inventar der generativen Regeln des Sprachsystems dazu manipuliert? Oder anders gefragt, welches sind die Regeln für die Veränderung generativer Regelmengen? Es ist eine bekannte Tatsache, dass Sprachwandel allgemein und Veränderungen in einem bestimmten Sprachsystem nicht in beliebige Richtungen gehen können. "... [T]he pathways of change are often highly constrained...", siehe Du Bois (1985: 354). Siehe dazu auch Bybee (2001: 189 f.). Diese Überlegungen werden in Abschnitt 4.2.5 fortgesetzt.

4.2 Prosodische Analyse und nichtlineare generative Analyse

Während die Arbeiten, die in Kapitel 3 vorgestellt wurden, von einer phonembasierten strukturalistischen Theorie ausgehen, meinen andere Autoren, dass dies der Phonologie der andalusischen Dialekte nicht gerecht werde. Daher schlagen sie die Benutzung nichtsegmenteller Analyseformen vor. Die Beiträge von Contreras Jurado (1977), Cerdà Massó (1984) und Cerdà Massó (1992) stützen sich auf die prosodische Analyse von J. R. Firth und seinen Schülern. Zubizarreta (1979) verwendet einen nichtlinearen generativen Ansatz. Zunächst will ich knapp die Grundlagen der prosodischen Analyse darstellen. Diese wurden auch von der generativen Phonologie aufgegriffen und zu nichtlinearen Ansätzen weiterentwickelt.

4.2.1 Allgemeines zur prosodischen Analyse

Den Leitgedanken der prosodischen Analyse illustriert Sommerstein (1977: 54): Wenn in einem Abschnitt der Lautkette, der größer als das herkömmlicherweise als Phonem definierte Segment ist (z.B. Silbenkoda, Silbe, Wort), in mehreren aufeinanderfolgenden Segmenten gleiche oder ähnliche lautliche Merkmale gefunden werden, dann liege das sogenannte "feature smear" vor. Wenn z.B. in einem Phonemsystem mit den Vokalphonemen /a, i, u/ Konsonanten vor /i/ palatalisiert werden und vor /u/ labialisiert werden, könne man sich in der klassischen segmentalen Analyse dafür entscheiden, ob man entweder die Laute [i, u] oder die palatalisierten und labialisierten Versionen der Konsonanten als Allophone auffasst. Das Ökonomiekriterium würde dabei entscheiden und die Konsonanten als Allophone auffassen, da so das Phoneminventar möglichst klein gehalten wird. Man könne aber auch die den Lauten gemeinsame Eigenschaft als Eigenschaft einer größeren phonologischen Domäne auffassen. Im Türkischen z.B. gibt es acht Vokalphoneme, die in der ersten Wortsilbe distinktiv sind. In allen folgenden Silben stimmen die Vokale im Artikulationsort (palatal vs. velar) und in der Lip-

penstellung (gerundet vs. ungerundet), bis auf bestimmte Ausnahmen, mit dem Vokal der ersten Silbe überein. Die klassische phonematische Theorie verlangt, dass alle Vokale des Wortes für alle ihre Merkmale spezifiziert werden, obwohl es, nachdem Lippenstellung und Artikulationsort bereits durch den wortinitialen Vokal festgelegt sind, nur noch den Öffnungsgrad gibt, der variieren kann (geschlossen vs. offen). Die Prager phonologische Theorie würde dies als Neutralisierungen in den nicht wortinitialen Positionen erklären, wonach dort Lippenstellung und Artikulationsort nicht distinktiv wären. Die prosodische Phonologie vertrete aber die Meinung, dass die Merkmale aller Vokale der Domäne trotz ihrer Redundanz in jeder Position zumindest potentiell distinktiv sind. Sie setze voraus, dass die “verschmierten Merkmale”, in diesem Beispiel Lippenstellung und Lokalisation, Einheiten sind, obwohl sie sich an mehreren Positionen gleichzeitig manifestieren können.

Die segmentale und die phonotaktische Analyse, die in der klassischen und der Prager Phonologie getrennt sind, sollen integriert werden. Das konkrete Vorgehen der prosodischen Analyse sei es, die Lautkette so weit es geht, in sogenannte *Prosodien* zu zerlegen, die sich über größere Struktureinheiten (Domänen) als das Segment erstrecken. Die segmentalen Reste werden als *phonematische Einheiten* bezeichnet. Schließlich werden Regeln formuliert, die beschreiben, wie diese Elemente der prosodischen Analyse, in welcher Kombination und in welchen Umgebungen, phonetisch realisiert werden. Die Menge der Elemente, die in dieser Analyse als Prosodien bezeichnet werden, umfasse jedoch mehr als die Eigenschaften, die typischerweise als prosodisch bezeichnet werden (Betonung, Tonhöhe und Quantität). Die typischen prosodischen Eigenschaften haben gemeinsam, dass es sich um relationale Eigenschaften handelt, die nur im Kontrast erkannt werden können, der von mehreren Segmenten gebildet wird.

Neben dieser herkömmlichen Art prosodischer Eigenschaften werden aber zusätzlich drei weitere Typen von Eigenschaften als Prosodien bezeichnet. Erstens sind es Eigenschaften, die einer größeren Domäne zukommen, als dem Segment,

oder Eigenschaften, die Implikationen für solche größeren Domänen haben. Sommerstein (1977: 58) gibt dafür ein Beispiel: Im Sanskrit kann entweder der Anlaut oder der Auslaut einer Silbe behaucht sein, nicht aber beides. Ein behauchter Anlaut impliziert somit einen nicht behauchten Auslaut, und gilt daher als Prosodie der Silbendomäne. Insbesondere diese Art von Merkmalen sei für die Analyse von Vokalharmonie relevant. Allgemein gelte für sie, dass sie sich zwar über eine größere Domäne erstrecken, sich jedoch immer von einem bestimmten Punkt aus, dem Fokus, ausbreiten, siehe Sommerstein (1977: S. 58, FN 8). Zweitens sind es diverse Junkturphänomene und drittens sind es sogenannte diagnostische Merkmale, die nur in bestimmten Positionen im Wort oder bestimmten Lexemklassen (z.B. in griechischen Lehnwörtern) vorkommen können, ferner Merkmale, die grammatische Funktionen anzeigen, sowie Stilprosodien. Für weitere Details siehe Sommerstein (1977: Kap. 3.2.1). Sommerstein weist darauf hin, dass allen vier genannten Merkmalstypen gemeinsam sei, dass sie immer mit irgendeinem Aspekt des Kontextes in Beziehung stehen. Es gehe also in der prosodischen Analyse um syntaktische Relationen zwischen Merkmalen der Lautkette, während die segmental orientierten Theorien vorrangig paradigmatische Beziehungen innerhalb der Segmente untersuchen³⁷.

4.2.2 Alternanz der Vokalqualität als Prosodie

Contreras Jurado (1977) versucht als Erster konsequent eine Interpretation des ostandalusischen Vokalismus nach den Prinzipien der prosodischen Phonologie. Sein Versuch wird von Alarcos und Salvador kritisiert und von Ramon Cerdà Massó verteidigt und präzisiert.

Contreras geht davon aus, dass in den ostandalusischen Dialekten ein Differenzierungsproblem vorliegt, das durch die Elision des finalen [s] (mit morphematischer Funktion) entstanden ist. Das Ostandalusische begegne diesem Diffe-

³⁷Für ein Analysebeispiel nach den Prinzipien der prosodischen Phonologie siehe Sommerstein (1977: Kap. 3.3).

renzierungsproblem mit der Stärkung einer Differenz, die phonetisch-mechanisch bedingt durch das ehemalige [s] entstanden war, nämlich die Öffnungsgradmodifikation des ihm vorhergehenden Vokals. Es sei eigentlich zu erwarten gewesen, dass die Öffnungsgradmodifikation zusammen mit dem [s], seiner phonetischen Motivation, verschwindet. Stattdessen sei sie erhalten geblieben und nunmehr morphologisch gesteuert. Man könne dies also als morphologische Reinterpretation einer ehemals allophonischen Variation bezeichnen.

Contreras zählt einige der hier schon an anderer Stelle besprochenen Autoren auf, die, folgender Argumentation entsprechend, eine phonologische Interpretation versucht haben: Wenn es in den Alternanzen der beschriebenen Wortpaare einen Öffnungsgradunterschied gibt, der den Numerus anzeigt und deutlicher ist als der, der normalerweise durch phonetische Kombinatorik entsteht, dann müsse eine Veränderung im Phonemsystem vorliegen. Contreras will aber zeigen, dass diese Interpretationen, die immer in einer Erweiterung des Phoneminventars münden, eine entscheidende Schwachstelle haben. Wichtig für seine Argumentation ist die von ihm gemachte Voraussetzung, dass eine Harmonisierung zwischen den finalen und den tonischen Vokalen vorliegt, sofern diese nicht identisch sind, das heißt, seine Argumentation gilt für Dialekte mit einem Mindestmaß³⁸ an Öff-

³⁸Cerdà treibt die Abstraktion von der heterogenen phonetischen Realität noch etwas weiter und nimmt generelle Metaphonie an. Salvador (1987a: Kap. 8, 19–21) kritisiert hieran erstens, dass diese Voraussetzungen nicht der dialektalen Realität entsprechen. Die Metaphonie sei in manchen Dialekten generalisiert, in manchen nur sporadisch und in manchen gar nicht vorhanden, siehe auch hier weiter oben Kapitel 2.2.2.2. Daher müsse jeder Dialekt bei der phonologischen Interpretation eine individuelle Behandlung erfahren. Zweitens ist er der Ansicht, dass bei der phonologischen Interpretation nur der finale Vokal eines Wortes relevant ist. Die in einigen Dialekten auftretende mehr oder weniger stark ausgeprägte Metaphonie sei phonetisch bedingt. Diese Behauptung rechtfertigt Salvador mit dem Wahrnehmungsexperiment aus Moya Corral (1979: 25). In diesem Experiment werden Probanden Wörter von einem Tonband vorgespielt und dabei in der Mitte angehalten. In einem Fall, in dem ein Wort mit offenen Vokalen beginnt, aber mit einem nicht offenen Vokal endet, meint der Informant, dass es ihm bis zur Mitte als Pluralform erschienen sei. Schließlich sei ihm aber durch den Vokal der letzten Silbe klar geworden, dass es sich um eine Singularform handelt. Moyas Schlussfolgerung ist, dass die Vokalassimilation zwar eine wichtige Hilfe bei der Wahrnehmung des Numerus ist, dass aber die Qualität des finalen Vokals die entscheidende Markierung ist. Hierzu muss jedoch angemerkt werden, dass es sich eher um anekdotische Evidenz handelt, denn die Versuche wurden offenbar sporadisch und unter wenig kontrollierten Versuchsbedingungen durchgeführt. Auch ist unklar, wieviele Sprecher tatsächlich auf diese Weise untersucht wurden.

nungsgradassimilation. Er behauptet Folgendes: “[E]s posible afirmar que ningún andaluz de la zona oriental distingue, sin ayuda del contexto, el carácter de plural o singular de una palabra mediante el cambio individualizado de vocal abierta/vocal cerrada; es necesario que todas las vocales de la palabra, o al menos la final y tónica, sean sustituidas simultáneamente.”, siehe Contreras Jurado (1977: 24).

Unter dieser Voraussetzung können Trubetzkoy's Prinzipien zur Isolation minimal distinktiver Einheiten (oder ganz allgemein die Verfahren der klassischen Phonematik) nicht greifen. Die Argumentationen, die zu Erweiterungen des Phoneminventars führen, seien nicht schlüssig, da sie essenziell auf Minimalpaaren wie [mɛ] / [mɛ̃] basieren, in denen nur ein Vokal alterniert. Sie seien aber nicht in der Lage, auf konsistente Weise Oppositionen wie [sɔɫ] / [sɔɫ̃] zu erklären, in denen immer zwei Segmente auf einmal alternieren. Daher schlägt Contreras vor, die “abertura pluralizadora” nicht als ein Merkmal der Vokale zu interpretieren, sondern als ein Prosodem, dass in einer größeren Domäne, nämlich im Wort, entweder vorhanden ist oder nicht und sich darin an mehreren Stellen manifestiert, also mindestens in den finalen und tonischen Vokalen³⁹. Cerdà Massó (1984: 117

Cerdà Massó (1992: 177 f.) verteidigt die von ihm angenommene Generalisierung der Metaphonie als eine abstrakte Eigenschaft, deren Realisierung unvollständig erfolgen kann, und zwar durch die Konkurrenz mehrerer grammatischer Subsysteme, durch soziokulturellen Druck, durch Laborartefakte, wozu er sicherlich auch Moya Corral's Beobachtung zählt, und schließlich durch sporadisches Sprecherverhalten, das immer zu einem gewissen Grad variiert. Sein Standpunkt abstrahiere von diesen Faktoren. Ferner sei es unplausibel, dass die Hörer erst die letzte Silbe eines Wortes hören müssen, um zu wissen, ob es sich um eine Singular- oder eine Pluralform handle, so wie durch Moyas Experiment suggeriert. Tatsächlich habe schon die erste Silbe “pertinencia fonológica”, wie in allen anderen Sprachen mit Vokalharmonie, siehe auch Cerdà Massó (1984: 117). Somit sei auch das in der finalen Silbe von Alarcos postulierte /h/ überflüssig, denn die morphologische Information befinde sich in der ersten Silbe. Im gesprochenen Französisch z.B. habe es sich auf ähnliche Weise vollzogen, sodass die finale Silbe und das betroffene Wort überhaupt die morphologische Information nicht mehr trage, sondern ein vorangestellter Artikel. Im Falle des Andalusischen sei aber letztendlich die Information nicht mehr an einer bestimmten Stelle in der linearen lautlichen Sequenz zu verorten, sondern am ganzen Wortkörper abzulesen, sodass die erste Silbe lediglich das erste von mehreren zeitlich erscheinenden Signalen sei, das die morphologische Information anzeigt.

³⁹Alarcos Llorach (1983: 52 f.) kritisiert hieran, dass prosodische Eigenschaften immer präsent seien und in den Segmenten eine Intensität haben, die im syntagmatischen Kontrast zu anderen Segmenten bestimmt bzw. wahrgenommen wird. Der Öffnungsgrad könne keine prosodische

f.) ergänzt in diesem Zusammenhang, dass sich das Prosodem nicht nur über einzelne Worte, sondern auch über ganze Syntagmen erstrecken kann. Dies wäre mit den Beispielen zu vergleichen, die ich in Kapitel 2.2.2.4, S. 45 aus der Arbeit von Penny (1969) angeführt habe.

In der Terminologie der prosodischen Analyse, die ich im vorhergehenden Abschnitt vorgestellt habe, hieße das, dass nach der Isolation dieses Prosodems fünf Segmente als phonematische Einheiten verbleiben, die in etwa den fünf Vokalphonemen des Kastilischen entsprechen⁴⁰. Contreras folgert daraus wiederum, dass eigentlich keine Veränderung des ostandalusischen Vokalsystems vorliegt. Das heißt, dass die segmentalen Ebenen der beiden Varianten keinen Unterschied aufweisen, dass aber in den andalusischen Dialekten zusätzlich das Prosodem, nicht auf der abstrakten phonematischen, sondern auf der phonetischen Ebene die Form der vokalischen Laute modifiziert. Cerdà Massó (1992: 3.4) beschreibt dies folgendermaßen: Das andalusische Vokalsystem hat zwei Dimensionen. Eine mit fünf “unidades fonemáticas” (nicht zu verwechseln mit Phonemen) und eine mit zwei “prosodías”: Öffnungsgrad und Silbenintensität (Akzent). Gegen den Phonemstatus von Varianten wie z.B. [e] und [e̞] führt er ferner auf S. 170 an, dass es sich nicht um zwei Phoneme handeln kann, da beide nicht in demselben Wort bzw. in derselben Domäne vorkommen können.

Alarcos Llorach (1958) hatte ebenfalls eine mögliche Interpretation angerissen, in der die geöffneten Vokale durch ein Prosodem erklärt werden sollten, siehe hier Kapitel 3.2.2.4. Alarcos Llorach (1958: 203) verwirft diese Hypothese, da in Dialekten mit einem Grad von Vokalharmonie, wie auch Contreras ihn

Eigenschaft sein, da seine Präsenz in einem Segment nicht von syntagmatischem Kontrast abhängt. Cerdà Massó (1992: 168 f.) klärt dies als ein Missverständnis auf, denn Contreras benutze den Begriff “prosodema” nicht im strukturalistischen Sinne von “suprasegmental”, sondern im Sinne von “prosody / prosodía”, so wie es in der prosodischen Analyse üblich ist. Im Rahmen der prosodischen Analyse ist Contreras’ Vorgehen natürlich gerechtfertigt. (Siehe oben den Unterschied zwischen “Prosodie vs. phonematische Einheit” einerseits und “Prosodem vs. Phonem” andererseits.

⁴⁰Diese und alle daraus geschlossenen Aussagen sind insofern vage, als Contreras keine vollständige prosodische Analyse der andalusischen Dialekte und nicht einmal Ansätze davon für das Kastilische vorgenommen hat.

für seine Argumentation voraussetzt, dieses prosodische Element nicht gleichzeitig den Vokalöffnungsgrad und die Konsonantenmodifikation erklären könne. Contreras meint jedoch, dass die Steuerung des Öffnungsgrades der Vokale und der Konsonantenmodifikation auf zwei getrennte Ursachen zurückgeführt werden kann. Während die Konsonantenmodifikation immer noch phonetisch durch Rückstände des [s] verursacht sei, sei der Öffnungsgrad der Vokale morphologisch bedingt. Contreras trägt damit der Tatsache Rechnung, dass es sich hier um einen Sprachwandelsprozess handelt, bei dem nunmehr zwei Verfahren der morphologischen Markierung zueinander in Konkurrenz stehen. In den betroffenen Wortformen sei in finaler Position vor Pause (final absoluta) die Markierung durch [s] nicht mehr vorhanden und das neue Verfahren, basierend auf der Variation der Vokalöffnungsgrade, bereits voll funktional. In finaler nichtabsoluter Position hingegen werden beide Verfahren noch gleichzeitig verwendet⁴¹.

Das ostandalusische Vokalsystem unterscheide sich also nicht vom kastilischen. Nur gebe es dort ein Prosodem mehr, das sich noch nicht als alleiniges Differenzierungsmerkmal durchgesetzt habe, sondern mit anderen in Konkurrenz stehe. Die Vokalharmonie, die im Ostandalusischen auftritt, unterscheide sich jedoch von derjenigen in anderen Sprachen, wie z.B. im Türkischen, dadurch, dass in dieser die Harmonie ein rein wortinternes weil phonetisch / lexikalisch bedingtes Phänomen ist. Im Ostandalusischen hingegen sei es ein morphologisch bedingtes Phänomen. Das Ostandalusische werde vermutlich in Zukunft zu einem konsistenteren System der Numerusmarkierung tendieren, indem durch die Verstärkung der Öffnungsgradopposition die Vokalschließung im Singular noch verstärkt werde.

Alarcos Llorach (1983: 52) bemängelt an Contreras' Ansatz, dass die Vokalharmonie nicht allein morphologisch bestimmt sein kann, da die besprochenen Voka-

⁴¹Moya Corral (1979: 24 f.), zitiert von Salvador (1987a: Abs. 17), stellt fest, dass die Vokalöffnung in dem von ihm untersuchten Dialekt das einzige funktionierende Markierungsverfahren ist. Die Aspiration werde als morphologische Marke nicht mehr wahrgenommen und variere in ihrer Realisierung in freier Rede und vorgelesenen Texten.

lalternanzen außer im nominalen Numerus und der verbalen Person, die Contreras nicht erwähnt hat, auch noch in den sogenannten lexikalisch-grammatikalischen Kontexten auftreten können. (Das zeigen Minimalpaare wie [amó] vs. [amó], (amor – amó).) Daher könne die Öffnungsgradprosodie anders als Satzintonationskurven keine eigene Bedeutung haben. Alarcos' Kommentar zeigt, dass die Öffnungsgradprosodie nicht in jedem Fall morphologisch gesteuert ist. Cerdà Massó (1984: 122) behauptet ebenfalls, dass die Öffnungsgradprosodie im Prinzip für alle Wörter (palabras fonológicas) gilt, unabhängig von eventueller morphologischer Bedingtheit.

Diese Kritik ist sicherlich zutreffend, wenn man von einer synchronen Betrachtung des Sprachsystems ausgeht, das Contreras untersucht, und wenn man der Prosodie, die die Qualität der Vokale modifiziert, genau eine Bedeutung zuweisen will. Contreras' Argumentation ist aber subtiler aufgebaut und wird daher nicht wirklich von dieser Kritik getroffen. Contreras macht ja die interessante Voraussetzung, dass sich das von ihm untersuchte System in einem Wandel befindet. Zum einen gibt es zwei konkurrierende Verfahren der Numerusmarkierung, von denen eines dabei ist, seine Funktion zu verlieren, während das andere diese Funktion gerade erwirbt. Dass die sogenannte Öffnungsgradprosodie genau eine Funktion hat, nämlich die morphologische Numerusmarkierung, wird von Contreras nicht behauptet. Seine Behauptung ist viel schwächer, nämlich dass es Ansätze zu einer Öffnungsgradprosodie gibt, deren Funktion mit dem Fortschreiten des Sprachwandelsprozesses vermutlich weiter an Einfluss gewinnen wird. Da Alarcos bei der Formulierung seiner Kritik diese dynamische Perspektive offenbar nicht vor Augen hatte, sondern die eines starren synchronen Systems, geht sie an Contreras' Argumentation vorbei. In manchen Kontexten mag die Modifikation und Assimilation der Vokalqualitäten phonetisch bestimmt sein. Contreras bezieht sich jedoch primär auf die besonders ausgeprägten Fälle von Metaphonie, die schon in den frühen Feldforschungsarbeiten angesprochen wurden und die offenbar morphologisch bedingt sind, siehe hier Kapitel 3.1.2. Das heißt, es ist plausibel

anzunehmen, dass nicht nur die beiden genannten Verfahren zur Numerusmarkierung (Flexion vs. Metaphonie) zueinander in Konkurrenz stehen, sondern dass es auch für die sogenannte Öffnungsgradprosodie selbst zwei oder mehrere Motivationen geben kann, nämlich mindestens eine phonetisch-mechanische und eine morphologische.

4.2.3 Weitere Bemerkungen zu Contreras

Contreras versucht über zwei Beschränkungen anderer Theorien hinauszukommen. Einerseits über die segmentale Sichtweise, die plausible Erklärungsansätze wie morphologisch bedingte prosodische Elemente nicht erlaubt, andererseits über die synchronische Sichtweise, die das Verständnis von Veränderungen in Sprachsystemen erschwert. Gerade durch die Einsicht, dass eine Funktion des Sprachsystems (Numerusmarkierung) von mehreren Verfahren bewerkstelligt werden kann und ebenso dass eine strukturelle Eigenschaft in einem Sprachsystem (Alternanz von Vokalqualität) von mehreren Kräften dominiert sein bzw. mehrere Motivationen haben kann, kommt Contreras einem dynamischen Modell von Sprache sehr nahe. Wie bei Hooper ist seine Arbeit jedoch kein Versuch, die Prinzipien, nach denen solche Sprachwandlungsprozesse verlaufen, zu explizieren. Zwar erklärt er, dass sich die Dominanzverhältnisse zwischen Motivationen formaler Eigenschaften der Sprache oder der Einsatzbereich verschiedener Verfahren, die eine ähnliche Funktion im Sprachsystem haben, im Lauf der Zeit ändern, aber er liefert keine Ansätze für eine Modellierung dieser Prozesse.

4.2.4 Nichtlineare generative Analyse

Zubizarreta (1979) verwendet einen metrischen generativen Ansatz, um die Modifikation der Vokalqualitäten in den andalusischen Dialekten zu erklären. Er basiert einerseits auf dem autosegmentalen Ansatz, siehe Goldsmith (1976) und andererseits auf dem Prinzip der Projektion, siehe Vergnaud (1977) und Halle & Vergnaud (1978). Der autosegmentale Ansatz steht in der Tradition der prosodi-

schen Analyse und sieht, im Gegensatz zur linearen Abfolge der phonologischen Segmente in der klassischen generativen Phonologie, eine Aufteilung der Lautkette in mehrere Spuren vor. Das Konzept der Projektion ist in diesem Kontext wichtig für die Aufteilung der Segmente auf die verschiedenen parallelen Spuren. Der metrische Ansatz sieht weiterhin eine hierarchische Anordnung der phonologischen Merkmale und der sie gruppierenden Kategorien auf den Spuren vor.

Zubizarretas Analyse der Vokalharmonie basiert auf den Daten von Alonso et al. (1950) und Rodríguez Castellano & Palacio (1948). Sie modelliert einige generative Regeln, die zeigen sollen, wie finale Vokale geöffnet bzw. entspannt werden (vowel laxing), und wie sich die Entspannung auf die vorhergehenden Vokale im Wort übertragen kann. Besprochen werden drei Regeln, eine Entspannungsregel für Vokale, eine Aspirationsregel für Konsonanten und eine Längungsregel für Vokale. Zubizarretas Diskussion setzt bei der Aspirationsregel ein, die in wortfinaler Stellung die Laute [l, r, s] zu [h] wandelt⁴². Das [h] kann danach variabel gelöscht werden. Die wortfinalen Vokale sind an der Sprachoberfläche entspannt und lang, obwohl in ihrem Modell unterliegend alle Vokale als gespannt ([+tense]) spezifiziert sind. Empirische Daten zeigen, dass es Dialekte gibt, in denen die wortfinalen Liquide nicht aspiriert werden und in denen diesen Konsonanten trotzdem entspannte Vokale vorhergehen können. Daher müsse im generativen Regelwerk, das in diesem Modell extrinsisch geordnet ist, die Entspannungsregel⁴³ vor der Aspirationsregel angewendet werden. Die Längungsregel der wortfinalen Vokale steht nach der Aspirationsregel. Diese Regel manipuliert die Struktur der Silbe, die wie folgt konzipiert wird. Sie besteht aus Ansatz, Kern und Koda, wobei Kern und Koda zusammen den Silbenreim bilden. Ferner sind diese Elemente innerhalb des Silbenknotens hierarchisch angeordnet. Der Silbenknoten verzweigt in Ansatz und Reim. Der Reim wiederum verzweigt in Kern und Koda. Wird nun

⁴²Diese Laute haben in der verwendeten Taxonomie die Merkmale [+cor, +cont (, +strid)]. Die Aspirationsregel lautet entsprechend: [+cor +cont (+strid)] > [h] /- ##.

⁴³Entspannungsregel: V > [+lax] /- [+cor, +cont] ##.

die Silbenkoda durch die Elision von [l, r, s] frei, so besagt die Vokallängungsregel, dass der Silbenkern bzw. Vokalknoten unmittelbar unter den Silbenreimknoten wandert und so den ganzen Reim einnimmt, das heißt, der Vokal dehnt sich in die Kodaposition hinein aus und wird so gelängt.

Eine interessante Unterscheidung, die Zubizarreta vornimmt ist diejenige zwischen einer phonologischen (high-level) und einer phonetischen (low-level) Vokalentspannungsregel. Leider gibt ihr Beitrag keine detaillierteren Informationen über die in diesem Zusammenhang relevante Architektur des vorgestellten Modells, aber es ist anzunehmen, dass dabei eine ähnliche Struktur des generativen Regelwerkes vorausgesetzt wird, wie z.B. in der Lexikalischen Phonologie, siehe Kiparsky (1999). Demnach würden auf die unterliegenden Formen nacheinander zwei Blöcke generativer Regeln angewendet werden. Zuerst ein Satz phonologischer Regeln, die die gröberen Züge der Formen manipulieren, und ein Satz phonetischer Regeln, die eher Feinheiten festlegen. Die gerade beschriebene Entspannungsregel ist die phonologische und ihre Anwendung ist für alle Dialekte obligatorisch, wobei die entstehende Vokalöffnung vergleichsweise intensiv ist. Andererseits gibt es aber noch eine phonetische Entspannungsregel, die optional ist und keine so deutliche Vokalöffnung produziert. Sie gilt für Vokale in nichtfinaler Stellung⁴⁴. Im Vordergrund des Beitrages stehen die phonologischen Regeln, da sie relevant für die Modellierung der Vokalharmonie sind.

Zubizarreta beschreibt die Funktionsweise der phonologischen Regeln in diesem Zusammenhang genauer und lässt dabei Beobachtungen aus den Feldforschungsbeiträgen einfließen, die ich hier in Kapitel 3.1 besprochen habe. Die erste, also die phonologische Entspannungsregel wird ergänzt, denn sie gilt nur für Vokale mit dem Merkmal [-high] ([e, a, o]), das heißt, finales [i, u] wird nur in geringerem Maß durch die phonetische Regel entspannt. Ferner wird von der

⁴⁴Vokale in nichtfinaler Stellung werden auch durch gespannte Konsonanten wie Liquide, Halbkonsonanten, multiple Vibranten, velare Frikative und [h] geöffnet, aber hier soll die Interaktion zwischen Vokalen im Vordergrund stehen.

phonologischen Regel entspanntes wortfinales [a] von einer weiteren Regel wieder leicht geschlossen und sein Artikulationsort nach vorn verschoben. Resultat ist also [ä], was dem empirischen Befund der Palatalisierung Rechnung tragen soll.

Zubizarreta macht auf der Grundlage der von ihr herangezogenen Daten folgende Bemerkungen zur Assimilation der Vokale im Wort. Der Prozess der Assimilation beruht auf der Ausbreitung des Merkmals [tense] vom wortfinalen auf vorhergehende Vokale eines Wortes. Dafür gelten folgende Besonderheiten. 1. [a] in wortfinaler Position breitet seinen Wert für das Merkmal [tense] bis zur tonischen Position nach links aus. Wenn [a] in nichtfinaler Position steht, blockiert es die Ausbreitung des Wertes und nimmt ihn auch selbst nicht an. Das heißt, [a] ist ein opakes Segment, das die Ausbreitung der Assimilation blockiert. 2. [e, o] in wortfinaler Stellung breiten ihren Wert für [tense] ebenfalls bis zur tonischen Position aus. In anderen Positionen blockieren sie die Ausbreitung des Wertes jedoch nicht. 3. [i, u] nehmen an der phonologischen Entspannung nicht Teil und können daher auch keinen entsprechenden Wert für [tense] ausbreiten. Allerdings blockieren sie die Ausbreitung des Wertes auch nicht.

Das Funktionieren der phonologischen Vokalassimilation erklärt Zubizarreta mit dem metrischen Ansatz, der in Vergnaud (1977) sowie Halle & Vergnaud (1978) entwickelt wird. Demzufolge wird die Lautkette in diesem Fall in zwei Spuren eingeteilt. Auf der einen befinden sich die Segmente bzw. die sogenannte Projektion der Segmente, die für die Vokalharmonie empfänglich sind, nämlich [a, e, o]. Die restlichen Segmente befinden sich auf der anderen Spur. Dies erkläre, warum [i, u] nicht an der phonologischen Assimilation teilnehmen. Neben der Einteilung der Lautkette in mehrere Projektionen ist in dem metrischen Modell noch die hierarchische Strukturierung der Harmoniedomänen wichtig. Innerhalb der Wortdomäne gibt es einen oder mehrere sogenannte metrische Füße, die jeweils zwei oder drei Silben gruppieren. Auch die Elemente der ‘Harmoniespur’ werden in Füße eingeteilt. Der Fuß ist die Domäne, in der die harmonischen Merkmale ausgebreitet werden. Ebenso wie in der Silbe ist auch die Struktur des

Fußes hierarchisch organisiert und die Weise, in der sich ein Fuß in Unterknoten verzweigt, ist entscheidend für den Assimilationsprozess. Zubizarreta erwägt mehrere Verzweigungsarten und befindet schließlich, dass die beste Erklärung für den Assimilationsprozess im andalusischen Spanisch die Fußstruktur ist, die intern als rechtsverzweigender binärer Baum aufgebaut ist. Konkret verzweigt also ein wortfinaler Fuß nach rechts in die wortfinale Silbe und nach Links in die restlichen nichtfinalen Silben, die zusammen einen Knoten bilden. Dieser nichtfinale Knoten verzweigt wiederum nach rechts in eine und nach links in die andere Silbe (es sind ja maximal nur drei Silben enthalten). Die wort- bzw. fußfinale Silbe (indirekt also der wortfinale Vokal) ist in einem rechtsverzweigenden binären Baum das am wenigsten eingebettete Element. Die beiden anderen Silben bilden zusammen einen Unterknoten und sind somit tiefer eingebettet. Dieser Vokal befördert seinen Wert für das Merkmal [tense] zunächst zum Fußknoten (der ja direkt über ihm steht) und von dort aus überträgt sich dieser Wert auf die hierarchisch untergeordneten Knoten, solange kein opakes Element die Ausbreitung blockiert. Diese von Zubizarreta dargestellte Strukturierung der Lautkette kann also die wesentlichen Merkmale der in den andalusischen Dialekten beobachteten Assimilationsphänomene modellieren.

4.2.5 Weitere Bemerkungen zu Zubizarreta

Was schon bei der Besprechung der anderen generativen Ansätze weiter oben gesagt wurde, trifft auch für den von Zubizarreta vorgestellten metrischen Ansatz zu. Es wird ebenfalls der sehr komplexe generative Regelformalismus vorausgesetzt. Ferner beschränkt sich der Ansatz auf die Modellierung eines punktuellen Stadiums des Sprachsystems und kann nichts darüber aussagen, wie das System in diesen Zustand gelangt ist und welche möglichen Zustände sich daran anschließen könnten. Bemerkenswert daran ist, dass die empirischen Beobachtungen aus den andalusischen Dialekten durch die Verwendung formaler Konstrukte und Begriffe wie die Projektion auf mehrere Segmentspuren, die hierarchische Strukturierung

der Segmente, das Konzept der Opazität und die Unterscheidung in zwei Klassen von Regeln (phonologisch vs. phonetisch) detailliert und überzeugend nachmodelliert werden können. Aber wechselt man von der synchronen in die diachronische Perspektive, müssen diverse Fragen beantwortet werden. Warum ist ein Segment opak oder nicht opak? Wie wird ein Segment opak und wie kann es diese Eigenschaft wieder verlieren? Können phonetische Regeln zu phonologischen werden und anders herum, und wie vollzieht sich dieser Wandel? Könnten also z.B. [i, u] durch eine Veränderung des Systems ebenfalls an der Assimilation zwischen den Silbenkernen auf der phonologischen Ebene teilnehmen, so wie [a, e, o]? Kann sich der Assimilationsprozess so wandeln, dass für die wortinterne Silbenstruktur nicht mehr ein rechts- sondern ein linksverzweigender binärer Baum adäquat wäre, und wie hat man sich den Übergangszustand zwischen beiden Baumstrukturen vorzustellen? Die hier in Kapitel 2.2.2.2, S. 36 von Martínez Melgar (1986) angeführten Beobachtungen suggerieren nämlich derartige Problematiken. Abgesehen von diesen grundsätzlichen Problemen hat Zubizarreta das Modell allein für die phonologische und phonetische Ebene gestaltet. Ein Bezug zur morphologischen Ebene fehlt. Der wäre aber vonnöten, wenn eine Morphologisierung der Alternanz von Vokalqualität modelliert werden soll.

4.3 Redundanz der morphologischen Information

In diesem Abschnitt bespreche ich drei Arbeiten, die sich in diversen Zusammenhängen mit der Wahrnehmung der Sprecher und ihrer Relevanz für die Interpretation einiger kontroverser Aspekte des ostandalusischen Vokalismus beschäftigen. Insbesondere wird die schon bei Navarro Tomás formulierte Hypothese, dass die ‘semantische Funktion’ des Morphems -s bei seiner Elision auf die modifizierte Vokalqualität übergeht, überprüft. Von López Morales (1984) und Seklaoui (1988) werden empirische Daten herangezogen, um zumindest auf Phrasenebene das Funktionieren der Numerusmarkierung bei gleichzeitiger Betrachtung des weiteren Diskurskontextes zu untersuchen. Villena Ponsoda (1987) untersucht

ebenfalls das Funktionieren der Numerusmarkierung und beschreibt eine Hierarchie derjenigen Faktoren, die für die Löschung des Morphems -s verantwortlich sind. In dieser Hierarchie wird auch die Modifikation der Vokalqualität als einer der relevanten Faktoren verortet.

4.3.1 Redundanz in Nominalphrasen

López Morales (1984) beschäftigt sich mit der Hypothese, dass die Differenzierung der Vokalqualität, wie sie in Numerus- und Person-Alternanzen in ostandalusischen Dialekten beobachtet worden ist, als Phonemisierung zu interpretieren sei. Diese Auffassung wird am vehementesten von Salvador vertreten, siehe hier in Kapitel 3.2.2.3. López meint, die Phonemisierungshypothese ist nur plausibel, wenn einerseits die Modifikation der Vokalqualität die einzige Plural- bzw. Personmarke ist, die der Wahrnehmung des Hörers zugänglich ist. Andererseits, wenn die Modifikation der Vokalqualität auch nur in den Fällen vorkommt, in denen das morphematische [s] elidiert wird und gleichzeitig diese semantische Funktion von der Vokalqualität übernommen wird. Seiner Meinung nach sei die Alternanz der Vokalqualität grundsätzlich ein phonetisches Phänomen, da sie nicht nur bei der Schwächung von [s], sondern auch von [l, r] vorkomme. Die morphematische Funktionalität von [s] in den Fällen des nominalen Numerus und der verbalen Person suggeriere fälschlicherweise, dass die modifizierte Vokalqualität phonematischen Charakter habe. Wenn gezeigt werden kann, so meint López, dass die modifizierte Vokalqualität eine redundante Markierung der genannten morphematischen Funktionen ist, dann müsse die Phonemisierungshypothese revidiert werden.

Schon Salvador hat gezeigt, dass diese Argumentation nicht schlüssig ist⁴⁵.

⁴⁵Salvador (1987a: Kap. 15, 16) zufolge ist der Schluss, dass die offenen Vokale keine Phoneme seien, weil sie redundante morphematische Markierungen sind, falsch. López' empirisches Ergebnis ist, dass in 97% aller Fälle die Vokalqualität zur Desambiguierung des Numerus keine Rolle spielt. Salvador merkt dazu an, dass erstens auch weniger als 3% allein durch Vokalqualität desambiguiert werden können, um den Vokalen Phonemstatus zuzusprechen und dass zweitens die von López angewendete Methode gar nicht geeignet ist, Phoneminventare zu ermitteln. Das Gegenbeispiel, das Salvador verwendet, siehe dort S. 108, arbeitet nach leicht anderem Prinzip, aber es zeigt, dass man mit López' Methode prinzipiell für jedes Phonem

Interessant ist hier aber weniger López' Argumentation, sondern die Daten, die er zur Unterstützung seiner Hypothese anführt, denn er erweitert die Perspektive der Vokalismusdebatte über die Wortgrenze hinaus auf die Satz- bzw. Phrasenebene, indem er kontextuelle Faktoren berücksichtigt. Untersucht wird gesprochenes Korpusmaterial, das aus fünf Dörfern (La Rábita, Albuñol, Albondón, Sorvilán und Polopos) in der Alpujarra bei Granada stammt. Die Informanten sind Sprecher unterer Soziolekte. López macht folgende Beobachtungen.

Er unterscheidet zunächst die Wörter, in denen wortfinales [s] eine morphematische Funktion hat, von denen, in denen das nicht der Fall ist. Ein Drittel der wortfinalen [s], die in dem Korpusmaterial zu finden sind, seien weder Pluralmarkierung noch Personmarkierung, sodass bei der Elision solcher [s] gar keine Ambiguität entstehen kann. Er nennt diese die nichtgrammatischen Formen. In 35.5% dieser Formen wird /s/ als [h] realisiert und in 64.4% der Fälle elidiert. Eine Untersuchung der Fälle, in denen [s] morphematisch ist, und die López als grammatische Formen bezeichnet, wird /s/ zu 40.1% als [h] realisiert und zu 58.8% elidiert. In den grammatischen Formen also ist die Elision einer wahrnehmbaren Variante von [s] weniger frequent als in den nichtgrammatischen Formen, obwohl die Differenz nicht besonders groß ist.

López untersucht weiterhin die Funktion und den Kontext der Elisionen in den grammatischen Formen. Er unterscheidet dabei ein-, zwei- und dreigliedrige Nominalphrasen. Der wesentliche Punkt an den mehrgliedrigen Phrasen ist, dass die modifizierte Vokalqualität der nominalen Formen redundant mit anderen Markern für Numerus und Person vorkommen kann. In den dreigliedrigen Phrasen können entweder zwei Modifikatoren dem Kern bzw. dem Nomen vorangehen, z.B. (Art. Adj. NP) oder einer davor und einer dahinter stehen, z.B. (Art. NP

zeigen kann, dass es statistisch gesehen zur Desambiguierung von Bedeutung nicht notwendig ist. Ferner seien die Vokalöffnungsunterschiede in vielen Regionen phonetisch, aber nicht immer auch phonematisch. López Morales (1984) habe zu einem Dialekt geforscht, in dem sie nicht phonematisch sind und er übertrage seine Ergebnisse fälschlicherweise auf das Ostandalusische, wo sie es doch sind. Diese Frage müsse für jeden Dialekt einzeln mit der Minimalpaarprobe entschieden werden.

Adj.). In beiden Fällen bestehe eine sehr starke Tendenz, im ersten Modifikator, also im ersten Element der Phrase, keine Elision vorzunehmen. Diese Tendenz sei auch bei dem zweiten vorangestellten Modifikator immer noch stark. Hierdurch werden die nachfolgenden Markierungen in der Phrase jedoch redundant. Die Fälle, in denen die finale modifizierte Vokalqualität in der NP nicht durch die vorhergehenden Aspirationen ([h]) redundant würde, seien gering. Aber auch diese restlichen Fälle werden offenbar nicht durch die Vokalöffnung desambiguiert, sondern durch vorhergehene maskuline Artikel und Numerale, die die Numerusinformation ja lexikalisch kodieren. Bei weiteren Fällen werde durch präpositionale Modifikatoren klargemacht, dass es sich bei den NPs um Kollektive handelt, z.B. in “un grupo de persona(s)”.

Bei zweigliedrigen Phrasen kann der Modifikator vor oder nach dem Kern stehen, z.B. (Art. NP) oder (NP Adj.). Bis auf wenige Ausnahmen bleibe beim ersten Element die Aspiration erhalten. Die Fälle, bei denen beide Glieder elidieren, werden durch maskuline Artikel desambiguiert. Die wenigen restlichen Fälle werden durch Numerale oder diverse andere Mittel desambiguiert. Allenfalls bei den eingliedrigen Phrasen kann die Vokalöffnung als desambiguierendes Merkmal zum Tragen kommen. Bei den Phrasen kann es sich entweder um Nomen oder um klitische oder nichtklitische Pronomen handeln. Die höchste Elisionsrate sei bei den Nomen zu finden. Davon seien aber die große Mehrheit auch ohne finales [s/h] als Singular- oder Pluralformen erkennbar, z.B. an Endungen wie ‘-ón/-one(s)’. Die restlichen Fälle werden jedoch durch andere Mittel desambiguiert: Der Plural werde entweder durch das Fehlen eines Modifikators, einen Marker außerhalb der Phrase, eine Kopie eines klitischen Pronomens, durch Numerale oder andere Mittel angezeigt. Für Verbalformen gilt Ähnliches. Nur ein Drittel der Personmarker habe das [s] elidiert. Diese werden aber entweder durch Pronomen desambiguiert oder durch den kommunikativen Kontext.

Die Schlussfolgerung ist also, dass mehr als 97% der modifizierten Vokalqualitäten, die als Anzeiger des nominalen Plurals oder der zweiten Person des

Singulars in einigen Verbalparadigmen aufgefasst werden, in dem Sinn, wie López es vorgestellt hat, redundante Marker sind. Seine Arbeitshypothese ist also, dass das “desdoblamiento vocálico” nicht phonologisch, sondern bloß phonetisch ist.

4.3.2 Redundanz im weiteren Kontext

Während López Morales (1984) zwar Redundanz in ganzen Syntagmen untersucht, handelt er alle weiteren kontextuellen Faktoren, die zur Desambiguierung dienen können, eher als Restkategorie ab, ohne sie weiter zu differenzieren. Seklaoui (1988) will den vollen textuellen und situationalen Kontext besprechen. Sie untersucht die spontane Rede einer Informantin aus Puente Genil in Córdoba, beschränkt sich dabei aber auf nominale Formen. Eine theoretische Voraussetzung, die Seklaoui aus generativer Perspektive macht, ist, dass die Pluralmarkierung durch das Morphem -s in den andalusischen Dialekten unterliegend vorhanden sei, aber nur selten realisiert werde, weil die Numerusinformation in der Regel durch andere Mittel im Satz und auch durch den weiteren textuellen und situationalen Kontext gegeben werde. Tatsächlich sei das Morphem -s überflüssig⁴⁶. Es werde nur benutzt, wenn keine andere Markierung vorhanden ist, denn die Sprecher gestalten ihre Äußerungen nach dem Prinzip: hinreichend viel Information für die Interpretation durch den Rezipienten, aber nicht mehr als nötig. Dieses Prinzip habe auch einen Einfluss auf den Sprachwandel bzw. auf die konkrete Perspektive der weiteren Entwicklung des Numerussystems.

Die Löschung von -s ist also ein variables Phänomen. Es ist im Allgemeinen beobachtet worden, dass die Realisierung von -s im Wortinnern häufiger ist als am Wortende oder am Äußerungsende. Neben diesem Faktor sei jedoch, wie schon gesagt, auch die Redundanz der signalisierten Information im weiteren Äußerungskontext relevant. Seklaoui untersucht drei Typen von Numerusmarkern: 1. Determinanten wie Artikel und Numerale, 2. das Infix -e- (bzw. Oberflächensuffix

⁴⁶Auch an dieser Stelle könnte man den Einwand vorbringen, den Salvador gegen López' Argumentation angeführt hat. Sicherlich ist das -s nicht völlig überflüssig, sondern eher von geringerer Funktionalität.

-e) an nominalen Formen und 3. die Verbform, welche ja ebenfalls eine Numerusinformation trägt. Eine Auszählung ergibt, dass ein Drittel der Nomen bzw. Nominalphrasen keine dieser Numerusmarkierungen in der Form besitzt, dass der Numerus desambiguiert würde. Ein weiteres Viertel der Nomen hat zwei oder mehr der genannten Markierungen und die restlichen Fälle haben genau einen desambiguierenden Marker.

Seklaoui will nun erklären, wie es kommt, dass ein Drittel der Nomen nicht in ihrem Numerus bestimmt sind. Sie unterscheidet dabei drei Fälle: 1. Nomen, deren Numerus irrelevant für den Sinn der Äußerung ist. Das ist der Fall bei Nomen, die nicht zählbar sind, die in einer adjektivischen oder adverbialen Bestimmung stehen, die in generischem Sinn gebraucht werden oder die das Genitivobjekt einer Nominalgruppe im Plural sind. Ferner quantitative Ausdrücke wie “montones de” und der Ausdruck “gente”. 2. Nomen, deren Numerus vom Kontext desambiguiert wird. 3. Nomen, deren Numerus zwar für den genauen Sinn der Äußerung, aber nicht für das Gesprächsthema wichtig ist und nicht durch den Kontext angezeigt wird. Für diese drei Kategorien ist die Numerusmarkierung irrelevant.

Wenn der Numerus aber relevant ist, dann ist die Frage, wie der Kontext den Numerus desambiguieren kann. Kontextinformation kann dabei einerseits durch das Wissen der Sprecher und durch Referenz andererseits gegeben werden. Unter den Begriff Wissen fällt Wissen aus dem textuellen und situationalen Kontext, von den Sprechern geteiltes und allgemeines Wissen. Referenz kann ebenfalls textuell oder situational sein (Deixis). Seklaoui rechnet auf, dass nur 6% aller Nomen nicht durch den Kontext bezüglich ihres Numerus desambiguiert werden. In der Regel handelt es sich aber um Fälle, in denen der Numerus pragmatisch nicht relevant ist.

Es sei also eine Tendenz zur ökonomischen Numerusmarkierung beobachtbar. /s/ werde nicht an der Oberfläche realisiert bzw. [s/h] wird gelöscht, weil es durch die Information, die der Kontext liefert, entbehrlich ist. Daher seien die

Sprecher nicht dazu gedrängt, unterliegendes /s/ an der Oberfläche im Sinn des hinreichenden Informationsgehaltes ihrer Äußerungen wieder herzustellen.

4.3.3 Funktionale Hierarchie redundanter Merkmale

Villena Ponsoda (1987) will die Variation, der die Realisierung des finalen /s/ in den andalusischen Dialekten unterliegt, unter Berücksichtigung aller Faktoren beschreiben, die darauf Einfluss haben⁴⁷. Dabei soll auch deutlich werden, unter welchen Umständen die Alternanz von Vokalqualität funktionalen bzw. distinktiven Wert erlangen kann.

Villena Ponsoda (1987: Kap. 2.6) identifiziert drei lexikalische und morphologische Faktoren, die die Löschung des finalen -s in einer Nominalphrase beeinflussen. Beginnend mit der höchsten Wahrscheinlichkeit für eine Löschung sind dies 1. das Vorhandensein eines Nomens, dessen Pluralform lexikalisch markiert wird, also z.B. am Infix -e- erkennbar ist (z.B. [papéle]), 2. das Vorhandensein eines Determinanten, dessen Pluralform ebenfalls lexikalisch markiert wird (z.B. [lo]) und 3. maximale Redundanz der Numerusmarkierung innerhalb der Nominalphrase (z.B. “Los leones son veloces.”). Diese drei Faktoren zusammen bilden die höchste Wahrscheinlichkeit für die Löschung von -s in einer NP. Eine bestimmte NP kann alle drei Merkmale auf einmal enthalten, aber auch weniger oder keines davon, was entsprechend zu geringerer oder keiner Redundanz, oder eben zu Ambiguität in der NP führt. Ferner untersucht Villena die Abhängigkeit der Mikrostruktur des Plurals von phonetischen Faktoren. Er beachtet dabei die unterschiedlichen Schwächungsstadien der Allomorphe von -s und die Koartikulationsphänomene mit der Umgebung in der Lautkette. Lautliche Phänomene, die mit der Schwächung von -s zusammenhängen, sind Aspiration und Konsonantenmodifikationen wie Geminatio oder Entsonorisierung, siehe hier Kapitel 2.1.2. Diese Veränderungen treten zwischen Phrasenelementen auf, und zwar häufiger zwischen Elementen, die zu derselben Phrase (NP, VP, PP usw.) gehören, aber

⁴⁷Villena berücksichtigt aber z.B. keine kontextuellen Faktoren.

nicht oder nur selten zwischen Elementen, zwischen denen eine Phrasengrenze liegt.

Villena integriert diese Faktoren, je nach Einfluss auf die Löschung von -s bzw. nach funktionaler Relevanz, in eine Hierarchie. Sie enthält die vier Faktoren A, B, C und D.

A bezeichnet das Vorhandensein eines Nomen, dessen Plural lexikalisch markiert ist.

B ist das Vorhandensein eines weiteren Determinanten, vorzugsweise mit lexikalisch markiertem Plural.

C bezeichnet das Vorhandensein von Aspiration und damit zusammenhängender Prozesse an phraseninterner Grenze.

D steht für Aspiration und damit zusammenhängende Prozesse an Grenzen zwischen Phrasen.

Die Hierarchie funktionaler Relevanz ist $A > B > C > D$, das heißt, A macht alle übrigen Markierungen redundant bzw. afunktional. Wenn -A ("nicht A" bzw. Form ohne lexikalisch markierten Plural) vorliegt, aber B vorliegt, macht B wiederum C und D redundant usw. Trotz dieser relativen Redundanzverhältnisse können alle vier Merkmale oder andere Kombinationen davon in einer NP vorkommen. Vereinfachend kann man sagen, dass -A und -B die funktionale Relevanz der Merkmale C und D steigern. Umgekehrt sorgt das Vorhandensein von A und B für die häufigere Elision von C und D.

In den Kontexten ohne lexikalische Markierung des Numerus, also -A und -B, geht die funktionale Relevanz an die Artikulationen und Kontexteffekte der Pluralaffixe über (Typen C und D). Hierzu gehören folgende Phänomene:

1. Geminierte okklusive und stimmhafte dauernde Konsonanten.
2. Stimmlose Allomorphe stimmhafter dauernder Konsonanten.

3. Restituierungen von [h] oder [s] vor Vokal.
4. Vokalöffnung neben stimmlosen dauernden Konsonanten.

Das heißt, in der Regel ist die morphologische Markierung des Numerus durch irgendein konsonantisches Mittel gewährleistet⁴⁸. In manchen Kontexten aber, wie bei femininen Determinanten, in denen D allein die desambiguierende Funktion hat, kann es sein, dass die Konsonantenmodifikation nicht effizient genug ist, weil z.B. schon stimmlose Frikative oder andere Laute wie [rr, y] an den relevanten Stellen vorliegen, die nicht weiter durch Koartikulation modifiziert werden können. In solchen Kontexten erlange schließlich die Vokalöffnung, die eine Erscheinungsform des Faktors D ist, funktionalen Wert bzw. distinktives Potenzial⁴⁹.

4.3.4 Weitere Bemerkungen zu Redundanzfaktoren

Das wesentliche Interesse an den Daten, die im Vorhergehenden diskutiert wurden, ist einerseits, welche Faktoren dazu führen, dass finales [s] gelöscht wird, denn es handelt sich um ein variables Phänomen. Andererseits ist damit eng die Frage verbunden, unter welchen Umständen die modifizierte Vokalqualität eine phonematische oder morphematische Funktion übernimmt. Um diesen Komplex von Problemen klarer darzustellen und um die in den drei besprochenen Arbeiten gelieferten Daten zusammenzuführen, will ich mindestens drei Fragen auseinander halten, nämlich 1. welches die Mittel sind, mit denen der Hörer den Numerus

⁴⁸In Ostandalusien kann ferner beobachtet werden, dass die unter C und D zusammengefassten lautlichen Effekte nicht nur in den Kontexten erscheinen, in denen sie funktionalen Wert haben, weil sie zur Desambiguierung nötig sind. Sie neigen ebenfalls dazu, sich in die Kontexte hinein auszuweiten, in denen sie keine funktionale Relevanz haben, siehe Villena Ponsoda (1987: Kap. 7.5).

⁴⁹Villena spricht den Merkmalen von der Art C und D in den Kontexten phonematischen Status zu, in denen sie funktionales Potenzial haben. Die phonetische Opposition zwischen offenen und nicht offenen Vokalen sei also nicht phonematisch, wenn es sich bei der modifizierten Vokalqualität um eine redundante Numerusmarkierung handelt. Phonematisch sei die Differenz, wenn es die einzige Markierung ist. Kommen zwei Markierungen wie konsonantische und vokalische Modifikation gemeinsam vor, so sei unklar, welche davon phonematischen Status hat, siehe Villena Ponsoda (1987: 87 ff.).

einer bestimmten Form ermitteln kann. Wenn diese Frage geklärt ist, dann kann gefragt werden: 2. Unter welchen Umständen wird -s vorzugsweise gelöscht und 3. unter welchen Umständen ist die modifizierte Vokalqualität besonders relevant für die Signalisierung des Numerus?

Zu den Mitteln, die eine Information über den Numerus einer Form liefern können, nennen die besprochenen Arbeiten:

1. Die Standardmarkierung durch [s],
2. Schwächungsstadien von [s] wie Aspiration und auch Konsonantenmodifikationen an Wortgrenzen,
3. die Modifikation der Vokalqualität,
4. lexikalische Kodierung des Numerus an einer Form,
5. das Vorhandensein von Numerusinformation im textuellen Kontext, sei es durch die schon genannten Merkmale an begleitenden Formen in derselben Phrase bzw. im vorhergehenden Text, durch die Bedeutung solcher Formen oder durch eine andere Form von textueller Referenz,
6. Situationsdeixis bzw. Situationswissen der Gesprächsteilnehmer und
7. durch generelleres oder im Kontext des Gesprächsthemas spezifischeres geteiltes Wissen der Gesprächsteilnehmer.

Mit anderen Worten, die Numerusinformation über eine bestimmte Wortform im Diskurs kann durch qualitativ sehr unterschiedliche Mittel bestimmt oder inferiert werden, die von den phonetischen Eigenschaften der Form selbst bis zu globalen Diskurseigenschaften reichen.

Es wäre nun aber äußerst schwierig, eine präzise Antwort auf die Frage zu finden, welchen Einfluss jeder einzelne dieser Faktoren auf die variable Schwächung und Löschung von [s] hat. Da die Arbeiten von López und Seklaoui eher das

Ziel hatten, zu zeigen, dass -s eine redundante bis überflüssige Markierung ist, ergründen sie diese Details nicht. Zwar zeigen sich gewisse Muster wie 1. der Unterschied zwischen grammatischen und nichtgrammatischen Formen, wobei -s in grammatischen Formen offenbar tendenziell weniger geschwächt bzw. gelöscht wird. 2. Das Vorhandensein weiterer Numerusmarkierungen in derselben Phrase im Zusammenhang mit der Stellung einer Form innerhalb der Phrase, wobei Redundanz und hintere Stellung der Form offenbar deutlich zu vermehrter Schwächung oder Löschung führen. 3. Scheinen auch irgendeine Form von Redundanz oder andere Möglichkeiten der Deduzierbarkeit der Numerusinformation außerhalb der Phrase und des textuellen Kontextes diese Tendenz zu fördern, aber Daten, die genauere Aussagen erlauben würden, liegen nicht vor. 4. Genau so vage bleiben auch die Vermutungen über die Zusammenhänge mit der Relevanz der Numerusinformation für die jeweilige Äußerung und für den Gesprächskontext allgemein.

Bei dieser Datenlage ist es ebenfalls äußerst schwierig, die von Villena nicht beachteten Quellen der Numerusinformation in die von ihm aufgestellte Hierarchie zu integrieren, das heißt, die Frage nach der funktionalen Relevanz eines jeden Typs der Numerusinformation für die tatsächliche Bestimmung des Numerus einer Form zu beurteilen. Aber auch die von Villena aufgestellte Hierarchie selbst müsste erst an empirischen Daten aus sorgfältig geplanten Experimenten überprüft werden. Es ist zwar plausibel, aber nicht notwendig der Fall, dass zwischen allen Gliedern der Hierarchie, besonders, wenn man sie noch um die übrigen Faktoren erweitern würde, ein streng hierarchisches Verhältniss besteht⁵⁰. Neben dieser allgemeinen Kritik an der Redundanzhierarchie bleiben auch noch einige Detailfragen, die geklärt werden müssten. Im Faktor D hat Villena alle mit der Aspiration von -s zusammenhängenden phonetischen Effekte an Phrasengrenzen zusammengefasst. Dazu gehören die Konsonantenmodifikation und die Modifi-

⁵⁰Streng hierarchisch heißt Villenas Annahme, dass ein beliebiges Glied in der Reihe: A > B > C > ..., sämtliche rechts von ihm stehenden Glieder redundant macht.

kation der Vokalqualität. Villenas Behauptung ist, wie schon gesagt, dass die Konsonantenmodifikation die Modifikation der Vokalqualität als Numerusmarker redundant macht. Auch das wiederum ist empirisch nicht belegt. Dazu will ich nur anmerken, dass es sorgfältig geplanter Experimente bedarf um herauszubekommen, wie diese beiden Faktoren in der Wahrnehmung der Sprecher eines bestimmten Dialektes oder gar in der möglicherweise unterschiedlichen Wahrnehmung einzelner Sprecher gewichtet sind. Hammond (1978) hat dies z.B. für das Spanisch von Exilkubanern in Miami überprüft, aber für andalusische Dialekte liegen keine aufschlussreichen Daten vor. Das Verhältnis der modifizierten Vokalqualität im Vergleich mit den anderen Typen von Numerusinformatio n bleibt also im Ganzen unklar bis auf die plausiblen Tendenzen, die Villena durch seine Hierarchie aufstellt. Auch Sanders (1998: 127 ff.), dessen empirische Beobachtungen zur Alternanz der Vokalqualität ich schon weiter oben, siehe S. 38, dargestellt habe, wagt nur Mutmaßungen über die funktionale Relevanz der modifizierten Vokalqualität. Offenbar werde in flüssiger Rede teilweise, aber nicht immer, von diesem distinktiven Potential Gebrauch gemacht. Ein Vergleich der Öffnungsgradunterschiede von Alternanzen des Andalusischen mit phonetischen Öffnungsgradoppositionen in anderen Sprachen, die dort phonemisch sind, zeige, dass im Ostandalusischen vor allem die mittleren Vokale [e, o] in tonischer Position vergleichbare phonetische Differenzen aufweisen. Aber obwohl diese Differenzen perzeptiv für einen phonematischen Kontrast hinreichend wären, meint Sanders, dass die funktionale Rolle dieser Differenzen ungeklärt bleibt. Die Sprecher nutzen die Differenzen nicht systematisch zur Numerusmarkierung, vermutlich weil es eine redundante Markierung ist. Dennoch gebe es Situationen, in denen es die einzige verwendete Markierung ist.

4.4 Fazit

Saportas und Hoopers Beitrag haben die Frage aufkommen lassen, inwieweit der Formalismus der generativen Grammatik zur Planung der Modellsimulation ver-

wendet werden kann. Einerseits zeigt er sich als ein ökonomisches Mittel, um sprachliche Strukturen durch geringe Veränderungen ineinander zu überführen. Andererseits lassen die diskutierten Beiträge wesentliche Fragen offen, nämlich wie der Formalismus manipuliert werden darf. Dieses Problem der Mächtigkeit des Formalismus ist für die generative Grammatik von Beginn an und auch noch heute ein Problem. Vor dem Einsatz solcher Formalismen oder von Elementen davon, müsste dieses Problem befriedigend gelöst werden.

Von Hooper und Contreras offen gelassene Fragen betonen noch einmal das Fehlen eines Modells für ein dynamisches System morphologischer und mentaler Kategorien und für die Interaktion mentaler mit materiellen Kategorien. Ein solches Modell wäre die Grundlage für die Erstellung eines weiteren von Contreras vorgeschlagenen Modells, nämlich die multiple Motivation von sprachlichen Strukturen und Strukturänderungen sowie die dynamische diachronische Konkurrenz zwischen diesen Motivationen. Trotz der diversen ungeklärten Punkte in Villenas Ansatz bietet sein Modell der Redundanzhierarchien offenbar einen Lösungsansatz der weiter ausgearbeitet werden kann. Das soll neben Anderem im folgenden Kapitel geschehen.

5 Entwurf einer ersten Architektur für die Simulation

In diesem Kapitel sollen Elemente, die in den vorhergehenden Kapiteln besprochen wurden, zu einem ersten Modell zusammengefügt werden, an dem sich die Erstellung der Modellsimulation der ausgewählten Sprachwandelsphänomene im zweiten Teil der Arbeit orientieren soll. Da die Elemente der vorhergehenden Kapitel eher Details des gesamten Modells betreffen, aber seine umfassende Architektur erst im zweiten Teil ausführlich dargestellt wird, nimmt Abschnitt 5.1 die generellen Züge dieses Modells vorweg, um einen Zusammenhang für die Einbettung dieser Details zu schaffen.

5.1 Ontologie für die Modellsimulation

Für die Modellsimulation setze ich voraus, dass Sprachwandel eine Konsequenz der Interaktion von Sprechern ist, dass er also durch den Gebrauch des Mediums Sprache selbst entsteht. Ferner setze ich voraus, dass Sprecher in einer Sprachgemeinschaft situiert sind und dass wesentliche Aspekte dieser Tatsache ebenfalls Gegenstand der Modellbildung sein müssen. Die folgenden Abschnitte beschreiben daher eine Ontologie für die Architektur der Simulation, deren Gegenstand die Struktur der Sprachgemeinschaft, der Sprecher und ihrer internen physischen und kognitiven Eigenschaften sind.

5.1.1 Sprachgemeinschaft

Da Sprachwandel ein Phänomen ist, dass in Sprachgemeinschaften beobachtet wird, ist es sinnvoll, eine Simulation von Sprachwandel zunächst als eine Simulation einer Sprachgemeinschaft zu gestalten. Die Sprachgemeinschaft besteht aus *Sprechern* mit identischen Voraussetzungen zur Kommunikation. Abbildung 7 zeigt schematisch eine Sprachgemeinschaft, bestehend aus Sprechern (Kreise), zwischen denen in einem bestimmten Zeitraum kommunikative Interaktion statt-

findet (Linien). Die sprachlichen Interaktionen verlaufen nach einem vorgegebenen Schema, dem eine kommunikative Aufgabe zugrundeliegt.

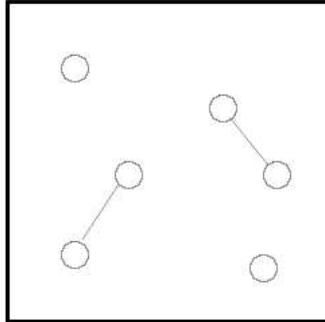


Abbildung 7: Sprachgemeinschaft

5.1.2 Sprecher

Sprecher haben physische und kognitive Eigenschaften und tauschen sprachliche *Äußerungen* aus. Relevante physische Aspekte der Sprecher sind diejenigen, die zur *Produktion* und *Perzeption* von Äußerungen dienen. Äußerungen sind materielle Ereignisse. Sie haben mentale Repräsentationen in den Sprechern als Entsprechungen. Das sind sprachliche Formen mit einer internen Struktur. Relevante kognitive Aspekte der Sprecher sind also solche, die an der Strukturierung der sprachlichen Formen beteiligt sind. Das System der sprachlichen Formen ist mit einem System mentaler Konzepte assoziiert. Die Relationen dieser beiden Systeme beschreibt das *Lexikon*. Die *Grammatik* beschreibt die Kombination sprachlicher Formen. Solch ein Grammatikmodell ist stark vereinfacht, aber für die Entwicklung der Simulation zunächst hinreichend.

5.1.3 Grammatik

Die Phänomene, die in dieser Arbeit modelliert werden sollen, betreffen nur einen geringen Teil der Grammatik. Im Wesentlichen handelt es sich um die Subsysteme des nominalen Numerus und der verbalen Person. Eine Grammatik für sprachli-

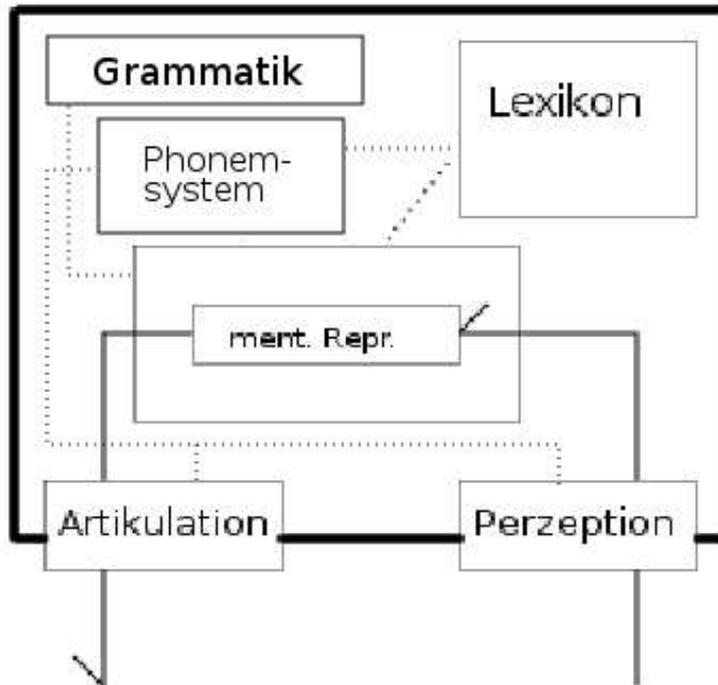


Abbildung 8: Sprecher

che Formen muss in diesem Modell also nicht komplexer als zur Bildung isolierter Phrasen sein, denn das komplexeste Phänomen, die Entstehung von Vokalharmonie, beschränkt sich auf solche Einheiten. Satz- und Textebene gehören demnach nicht zur Ontologie.

5.1.4 Sprachliche Formen und Äußerungen

Die wichtigste Eigenschaft sprachlicher Einheiten⁵¹ im Bezug auf Sprachwandel ist ihre Veränderlichkeit. Sie ist die Voraussetzung, um Phänomene wie Lenition, Koartikulation und Assimilation modellieren zu können. Veränderungen an sprachlichen Einheiten werden hier als Resultate von Produktion und Perzeption aufgefasst. Sie geschehen somit bei der Transformation zwischen sprachlichen

⁵¹Die Bezeichnung “sprachliche Einheit” verwende ich als Oberbegriff für sprachliche Formen (kognitive Entitäten) und Äußerungen (materielle Entitäten).

Formen und Äußerungen, siehe z.B. Ohala (1994).

Für die Struktur sprachlicher Einheiten ergeben sich folgende Anforderungen. Es muss eine Repräsentation von Silbenstruktur geben, siehe Abschnitt 2.4. Eine lineare segmentale Struktur ist nötig, wobei segmentale Einheiten ebenfalls intern mindestens in distinktive Merkmale strukturiert sein sollten, siehe Abschnitt 3.3. Aus Abschnitt 4.2.2 ergibt sich der Bedarf nach einer Weise, suprasegmentale Entitäten für Segmentketten zu modellieren.

5.1.5 Konzepte

Eine Schlussfolgerung aus Kapitel 3.3 war, dass kognitive Kategorien wie Numerus und Person modelliert werden müssen, um Veränderungen in den Relationen zwischen sprachlichen Formen und Konzepten modellieren zu können. Konzepte bzw. Konzeptsysteme sind sicherlich auch plastische Systeme, ebenso wie die Systeme sprachlicher Formen, aber das soll in dieser Arbeit nicht thematisiert werden. Konzepte und Konzeptsysteme werden hier als konstant angesehen, zumindest Systeme grammatischer Konzepte. Konzepte sind an Relationen mit sprachlichen Formen oder Teilen davon, wozu auch suprasegmentale Elemente gehören, beteiligt.

5.1.6 Produktion und Perzeption

Produktion und Perzeption sind primär für die Übersetzung zwischen sprachlichen Formen und Äußerungen verantwortlich. Sie stellen aber auch die Module dar, in denen Operationen an sprachlichen Elementen implementiert werden sollen, die strukturelle Veränderungen einführen. Prozesse wie Lenition, Koartikulation und Assimilation finden also hier statt, siehe Abschnitt 2.4. Diese Module wären der Ort, an dem Elemente des Formalismus der generativen Grammatik eingesetzt werden könnten, siehe Abschnitt 4.4.

5.1.7 Phonemsystem

Vor allem die strukturalistischen Beiträge der Vokalismusdebatte drehen sich um Modifikationen von Phonemsystemen. Um solche Hypothesen untersuchen zu können, muss die Modellsimulation ein Phonemsystem mit derartigen dynamischen Eigenschaften beinhalten, dass es auf bestimmte Arten von funktionalem Druck reagieren und seine Struktur verändern kann. Das Phonemsystem steht in enger Relation mit dem Lexikon und den Modulen für Produktion und Perzeption.

5.1.8 Lexikon

Im Lexikon werden die beiden Mengen der sprachlichen Formen und der Konzepte zusammengefasst. Ferner gehört dazu eine Menge von Fakten, die beschreiben, wie Formen und Konzepte zueinander in Beziehung stehen, also eine Menge von *Form-Konzept-Relationen*.

Da sich die Gestalt von Formen ändern kann, sind auch die Beziehungen zwischen Formen und Konzepten veränderbar. Im extremen Fall kann eine Form oder ein Teil davon kontinuierlich bis zur Elision reduziert werden, sodass die Form-Konzept-Relation unvollständig zu werden droht. Die Daten der Vokalismusdebatte zeigen, dass ein Sprachsystem die Repräsentation der vorhandenen Konzepte durch Formen aufrecht erhalten kann, auch wenn dafür eine neue Form oder Strukturelemente von Formen funktionalisiert werden müssen.

5.1.8.1 Form-Konzept-Assoziator Es gibt also kognitive Funktionen, die man ebenfalls unter das Lexikon fassen kann, die Form-Konzept-Relationen nicht nur auflisten, sondern diese dynamisch als System verwalten. Für die Zwecke des Modells ist es sinnvoll, diese Funktionen als eine eigene mentale Entität zu repräsentieren. Dieser *Form-Konzept-Assoziator* muss versuchen können, Entwicklungen in der Gestalt von Formen zu überwachen und die kontinuierliche Ausdrückbarkeit von Konzepten durch vorhandene Formen zu gewährleisten. Die

in den vorhergehenden Kapiteln mehrfach erwähnte Kompensationsreaktion und insbesondere die in Abschnitt 2.4 erwähnten Phänomene der Funktionalisierung von Vokalöffnungsgraddifferenzen zur Numerusmarkierung⁵² werden hier als eine Tätigkeit des Form-Konzept-Assoziators aufgefasst.

In der Vokalismusdebatte werden zwei Szenarien beschrieben, die als Veranschaulichungen der Arbeitsweise des Assoziators dargestellt werden können.

Konkurrenz sich gegenseitig ausschließender Verfahren: Der Hypothese von Contreras zufolge, siehe Kapitel 4.2.2, kann es konkurrierende Markierungsverfahren für nominalen Numerus geben. In dem von ihm beschriebenen Szenario gibt es für das Konzept Numerus im Ausgangszustand nur eine Marke, nämlich das Morphem -s. Mit der zunehmenden materiellen Schwächung dieses Morphems wird ein weiteres im selben Zusammenhang entstandenes materielles Phänomen als Markierungsverfahren funktionalisiert, nämlich die Differenz in der Vokalöffnung von Singular-Plural-Formpaaren. Ferner nimmt er an, dass die Funktionalität der ursprünglichen Marke in der weiteren Entwicklung auf die neue Marke übergeht. Mit anderen Worten, die Perzeption sensibilisiert sich auf die Wahrnehmung und Interpretation des Öffnungsgrades von Vokalen als Numerusmarke. In diesem Szenario sollte der Assoziator zeitweise mehrere parallele Markierungsverfahren für Numerus zulassen, wenn diese hinreichend funktional sind, aber solche Verfahren eliminieren, die dies nicht mehr sind. Zwei oder mehr Verfahren zur Markierung einer grammatischen Kategorie seien in Übergangsphasen, wie von Contreras beschrieben, plausibel, aber außerhalb solcher Phasen solle die Anzahl der Verfahren mit gleicher Funktion minimiert werden. Dies wäre ein Modell für die Konkurrenz von Markierungsverfahren, die sich tendenziell gegenseitig ausschließen.

Hierarchie parallel etablierter Markierungsverfahren: Ein anderes Szenario ist

⁵²Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang auch das von Hualde und Sanders hypostasierten Aufrechterhalten der Öffnungsgradopposition in Alternanzen, wenn sich die Öffnungsgraddifferenz auf dem Öffnungsgradkontinuum verschiebt.

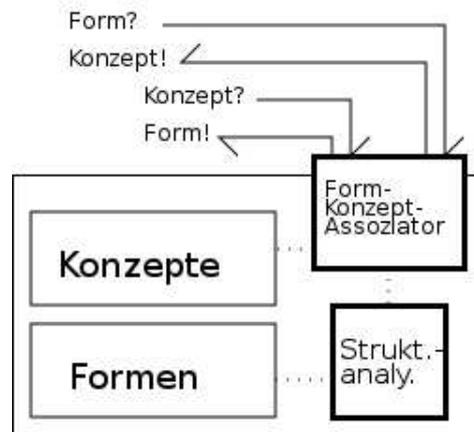


Abbildung 9: Lexikon

das von Villena beschriebene, siehe Abschnitt 4.3.3. Im Zentrum dieses Szenarios steht die Perzeption von Numerusmarkierungen. Villena beschreibt eine strenge Hierarchie von Markierungsverfahren, die den Numerus einer nominalen Form signalisieren können. In einem solchen Szenario wäre es plausibel, dass der Form-Konzept-Assoziator für jedes Konzept eine ganze Hierarchie von Markierungsverfahren unterhält, die nach mehreren Kriterien geordnet sein können. Zu solchen Kriterien kann beispielsweise die Deutlichkeit der Markierungen für die Perzeption zählen, aber auch die relative Frequenz des Auftretens solcher Markierungen im Vergleich zu anderen Markierungen mit gleicher Funktion, sowie andere denkbare Kriterien. Um festzustellen, ob eine Form ein bestimmtes Konzept ausdrückt, würde das Perzeptionsmodul die entsprechende Hierarchie von Markierungsverfahren vom effizientesten bis zum am wenigsten effizienten Verfahren durchgehen, bis eines der Verfahren in der Form gefunden wird. Das Perzeptionsmodul könnte aufgrund der hierarchischen Ordnung der Verfahren, z.B. Ordnung nach Effizienz, eine Aussage darüber machen, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Form das Konzept ausdrückt. Wird ein sehr effizientes Verfahren erkannt, wäre die Wahrscheinlichkeit hoch, bei einem wenig effizienten Verfahren aber nur gering.

Dies sind Illustrationen für mögliche Arbeitsweisen von Form-Konzept-Assoziation. Konkrete Modellierungen für diese Art von kognitiver Funktion sollen hier noch nicht festgelegt werden.

5.1.8.2 Form-Strukturanalyse Damit der Form-Konzept-Assoziator seine Aufgabe erfüllen kann, benötigt das Lexikon eine weitere Entität, die die Lexikoninhalte strukturell analysiert und je nach Szenario potenziell funktionalisierbare allophonische Oppositionen oder andere Muster, die an sprachlichen Formen ausgemacht werden können, herausfindet. In Contreras' Szenario, also im Fall des Verlustes des Pluralaffixes bei Substantiven und Adjektiven, müsste diese Entität diejenige phonetische Opposition oder diejenigen Oppositionen finden, die in der Menge der insgesamt betroffenen Formen am systematischsten ausgeprägt sind und die größte Untermenge dieser Formen im Numerus desambiguieren könnten. In Villenas Szenario, also im Fall der Mustererkennung an sprachlichen Formen, würde diese Entität nicht nur eine einzige strukturelle Gemeinsamkeit einer Menge von Formen heraussuchen, sondern alle strukturellen Gemeinsamkeiten, die sich in der Formenmenge finden lassen. Auf der Grundlage von Kriterien der Effizienz, der Markierung oder der Häufigkeit des Vorkommens in einer Formenmenge, ließen sich diese Muster in einer Hierarchie anordnen. Beiden Szenarien ist gemeinsam, dass eine Funktion benötigt wird, die in Untermengen von Lexikoneinträgen strukturelle Gemeinsamkeiten ermittelt. Abbildung 9 zeigt das Lexikon mit den hier beschriebenen Komponenten. Es enthält die Mengen der Formen und Konzepte, den Form-Konzept-Assoziator, welcher gleichzeitig die Schnittstelle zum Lexikon bildet, und ein Modul für strukturelle Analyse. Der Assoziator beantwortet Fragen, die an das Lexikon gestellt werden, und zwar derart, dass passende Formen für Konzepte und passende Konzepte für Formen aus dem Lexikoninhalt durch die Anwendung der strukturellen Analyse ermittelt werden.

5.2 Fazit

In diesem Kapitel wurde in groben Zügen ein Modell entworfen, das als Grundlage für die Entwicklung einer Modellsimulation bestimmter Sprachwandelsprozesse dienen soll. Die Sprachwandelsprozesse werden als Vorgänge aufgefasst, die in einem System aus interagierenden Sprechern ablaufen. Für die Sprecher wurden bereits einige interne Eigenschaften spezifiziert. Im zweiten Teil der Arbeit soll zunächst das globale Modell theoretisch fundiert werden. Dann wird eine Vorarbeit eingeführt, die selbst keine Simulation von Sprachwandel ist, aber brauchbare Elemente dazu liefert. Schließlich wird in drei weiteren Schritten die hier vorgezeichnete Architektur weiter ausspezifiziert und soweit implementiert und getestet, wie es im Rahmen dieser Arbeit möglich ist.

6 Theoretische Grundlagen der Modellsimulation

Kapitel 5 hat ein Modell skizziert, an dem sich der Entwurf der Modellsimulation orientieren soll. In diesem Kapitel wird das skizzierte Modell theoretisch fundiert, um weitere Grenzen für die Planung der Modellsimulation zu setzen. Insbesondere sollen allgemeine Eigenschaften für das Grammatikmodell bestimmt werden, das bei der Erstellung der Modellsimulation vorausgesetzt wird. Die linguistische Theorie, die ich hierfür auswähle, ist der integrative Funktionalismus, der von Croft (1995) umrissen wird. Kapitel 6.1 wird die generellen theoretischen Eigenschaften eines Modells von Sprachwandel zusammentragen, die hier relevant sind. Croft (2000) stellt ein Rahmenmodell für Sprachwandel vor, das auf den Prinzipien des integrativen Funktionalismus basiert. Seine wichtigsten Eigenschaften werden in Kapitel 6.2 zusammentragen.

6.1 Geeignete linguistische Theorie für die Modellsimulation

Croft (1995) thematisiert den Begriff der Autonomie in der Grammatik, um zu zeigen, welche Konzepte von grammatischen Systemen verschiedenen gängigen linguistischen Theorien zugrundeliegen. Seine Diskussion ist im Wesentlichen eine Gegenüberstellung von Formalismus und Funktionalismus. Dies ist ferner hilfreich, da hierbei, als Fortsetzung von Kapitel 4, weitere Argumente im Zusammenhang mit der Verwendung von Elementen generativer Formalismen als Grundlage für die Modellsimulation diskutiert werden können. Gleichzeitig stellt Croft einen alternativen Ansatz vor, den ich als eine solche Grundlage für besonders geeignet halte.

6.1.1 Begriff der Autonomie in Formalismus und Funktionalismus

Das Konzept der Autonomie grammatischer Systeme ist kein klar definierter Begriff. Er wird ungefähr seit den 60er Jahren im Rahmen verschiedener Ansätze diskutiert, jedoch nicht einheitlich, sodass je nachdem, wer die Diskussion führt, unter “Autonomie” und “Grammatik” verschiedenes verstanden wird. Der gemeinsame Nenner der Diskussion ist jedoch zu zeigen, ob das grammatische System oder Teile davon durch Faktoren, die nicht zu diesem System gehören, definiert werden kann oder wenigstens damit interagieren.

In den 70er Jahren drehte sich die Autonomiedebatte um das Subsystem der Syntax in der individuellen Sprechergrammatik. Geklärt werden sollte, ob die Syntax von semantischen Faktoren beeinflusst ist. Nachdem sich der Konsens fand, dass dies so ist, und es in der generativen Grammatik schließlich auch eine semantische Komponente gab, wurde in den 80er Jahren die Fragestellung auf die gesamte Sprechergrammatik verschoben. Geklärt werden sollte, ob die Grammatik vom psychosozialen Umfeld der Sprecher hinsichtlich Spracherwerb, Sprachgebrauch und Sprachwandel beeinflusst ist, und wenn ja, in welchem Maß. Es ist diese Perspektive, die für die theoretische Fundierung der Modellsimulation relevant ist.

Die Autonomiebehauptung des grammatischen Systems kann in drei Teilbehauptungen differenziert werden, nämlich die Arbitraritäts-, die Systematizitäts- und die Geschlossenheitsbehauptung (self-containedness).

1. *Arbitrarität*: Es gibt Elemente und Regeln des grammatischen Systems, die als arbiträr gelten, weil sie nicht aus kognitiven, semantischen oder diskurspragmatischen Kategorien ableitbar sind.
2. *Systematizität*: Die arbiträren Elemente sind in ein System eingebunden. Das heißt, sie nehmen aufeinander Bezug.
3. *Geschlossenheit*: Das grammatische System ist geschlossen, weil seine Re-

regeln nur gegenseitig aufeinander Bezug nehmen und nicht mit systemexternen Regeln interagieren. Zwar kann Syntax nicht absolut geschlossen sein, da sie mit anderen Systemen interagiert (es gibt Interfaces), aber man spricht von einem geschlossenen grammatischen System, wenn wenigstens die Kombinationsregeln der Elemente nicht auf externe Kategorien verweisen.

Autonomiebehauptungen haben unterschiedliche Stärke. Eine schwache Form ist die Arbitraritätsbehauptung, die praktisch immer auch Systematizität mit einschließt. Eine starke Form ist die Geschlossenheitsbehauptung.

Pauschal kann der Formalismus als Verfechter der Autonomie des grammatischen Systems bezeichnet werden, während der Funktionalismus in der Regel das Gegenteil behauptet. Bei der Betrachtung funktionalistischer Ansätze muss gefragt werden, welche Form der Autonomie sie in Frage stellen, denn hinsichtlich der Autonomie des grammatischen Systems gibt es die drei folgenden Möglichkeiten zu behaupten:

1. Dass die Grammatik sowohl arbiträr als auch geschlossen ist,
2. dass sie arbiträr aber nicht geschlossen ist oder
3. dass sie weder arbiträr noch geschlossen ist.

Es existieren jedoch nur Ansätze für Positionen 1 und 2. Position 1 findet man im zeitgenössischen Formalismus und im externen Funktionalismus. Position 2 findet man im integrativen Funktionalismus.

Die folgenden Abschnitte 6.1.2 und 6.1.3 werden diese beiden Positionen weiter illustrieren.

6.1.2 Modelle geschlossener grammatischer Systeme

Die Geschlossenheit des grammatischen Systems wird typischerweise vom Formalismus behauptet. Allerdings gibt es derzeit keine extremen Ausrichtungen

des Formalismus, die bestreiten würden, dass im Sprachgebrauch, Spracherwerb und im Sprachwandel eine Interaktion zwischen grammatischen Prinzipien und funktionalen Faktoren wie Diskursprinzipien existiert. Die generative Grammatik als Vertreter des Formalismus akzeptiert, dass periphere systematische Aspekte des grammatischen Systems von funktionalen Faktoren bestimmt werden, denn sie beansprucht nicht, alle Aspekte der Sprachstruktur zu erklären. Den Kernbereich jedoch, den sie erklärt, nämlich die UG, sieht sie als geschlossen an und nicht von funktionalen Faktoren bestimmt. Die Anwendung der Sprache in der sozialen Interaktion und die dabei stattfindende Interaktion von syntaktischer Form und semiotischer Funktion liegen außerhalb der Domäne der generativen Grammatik. Die einzige Ausnahme ist die Phase des Spracherwerbs. In dieser Phase ist die UG ein nicht geschlossenes System, das auch mit systemexternen Faktoren interagiert. Mit der Vollendung dieser Phase schließt sich das System jedoch permanent.

In den Abschnitten 4.1.2 und 4.2.5 wurden schon einige Probleme aufgezeigt, die sich ergeben, wenn man generative Ansätze als Grundlage für ein Modell von Sprachwandel benutzen will. Einerseits wurden in den dort besprochenen Arbeiten die Sprachwandlungsprozesse, um die sich die Vokalismusdebatte dreht, im generativen Formalismus reformuliert, ohne allerdings dadurch neue Erkenntnisse über die Prozesse beizutragen. Andererseits kam aber die Idee auf, eine generative Theorie als Grundlage für die Modellsimulation zu benutzen. Als praktische Probleme, die dabei aufkommen würden, wurde erstens die Komplexität eines vollständigen generativen Regelsystems genannt. Ein zweites daran anschließendes Problem wäre die Konzeption eines Mechanismus, der solche Regelmengen manipulieren kann. Das dritte und wichtigste Problem dabei wäre es, die generativen Regeln derart in diachronischer Perspektive zu manipulieren, dass nur mögliche aber keine unmöglichen Sprachwandlungsprozesse dabei generiert werden. Dieses Problem ist identisch mit dem, das die UG der generativen Grammatik lösen soll. Stellt man sich jedoch eine aktuelle generative Theorie, die gleichzeitig

ja auch eine Theorie über die UG ist, als Grundlage für ein Modell von Sprachwandel vor, so ergeben sich zwei neue Probleme. Erstens ist die Erforschung der UG kein abgeschlossenes Projekt, sondern eine laufende Arbeit. Das zweite Problem betrifft die Konzeption der UG und der grammatischen Systeme in der generativen Theorie. Erstens handelt es sich um geschlossene und nach der Phase des Spracherwerbs starre Systeme und zweitens deckt die Domäne der generativen Theorie nicht das ganze grammatische System ab. Außen vorgelassen werden die Teile des grammatischen Systems, die mit systemexternen Faktoren interagieren. Abschnitt 6.1.2.1 illustriert die Probleme, die sich aus der Starrheit des Modells ergeben.

6.1.2.1 Modellierung der individuellen Grammatik in der GG McMahon (1994: Kapitel 2.4.2) beschreibt, wie Sprachwandel in der Phase der Standard Theory der generativen Grammatik modelliert wurde. Alle Arten von Wandel wurden als Veränderungen im generativen Regelwerk, so wie es schon bei Saporta (1965) deutlich geworden ist, und in den unterliegenden Formen modelliert. Das Ökonomiekriterium wurde generell angewendet, um z.B. zu entscheiden, welche Regelfolge ein bestimmtes sprachliches System am besten repräsentiert. Dieses Kriterium wurde aber auch bei der Modellierung von Sprachwandel eingesetzt und jeder Sprachwandel prinzipiell als eine Vereinfachung des generativen Regelsystems aufgefasst. Arbeiten von King, McMahon nennt King (1967) und King (1969), plausibilisierten dies, indem Prozesse untersucht wurden, die sich nicht nach funktionalen Kriterien vollzogen, sondern eben am besten als Ökonomisierungen beschrieben werden konnten. Die einzige Manipulation von voll ausgebildeten Erwachsenengrammatiken, die nach dem Konsens erlaubt war, war das Hinzufügen von Regeln an das Ende des generativen Regelwerkes. Das heißt, unterliegende Formen wurden nicht verändert. Um auf diese Weise bestimmte Lautwandlungsprozesse abbilden zu können, mussten teilweise aber auch Komplikationen in das gesamte Regelwerk eingeführt werden. Allerdings widerspricht es

dem an anderer Stelle von der Theorie befürworteten Ökonomiekriterium, wenn späte Regeln eingeführt werden müssen, um frühe Setzungen umzukehren. Diesem Modell des Sprachwandels lag aber schon damals die Idee zugrunde, dass die Grammatiken der Eltern von den Kindern beim Spracherwerb reanalysiert und dabei auf ein ökonomischeres Regelwerk zurückgeführt werden. Die in einer Generation eingeführten Komplikationen werden so von der folgenden Generation während des Spracherwerbs wieder reduziert. Die Unterschiede zwischen den Grammatiken beider Generationen können durch Operationen der Regelmanipulation⁵³ ausgedrückt werden.

McMahons Beschreibung illustriert, die Starrheit des durch generative Regeln modellierten Systems. Sicherlich ließe sich ein solches Modell für Veränderungen in grammatischen Systemen operationalisieren und wenn man die Plausibilität des Modells nur daran misst, was als Endprodukt von der Folge generativer Regeln generiert wird, kann man es ohne weiteres einsetzen. Andererseits überzeugt das Modell nicht durch psychologischen Realismus. Es gibt Evidenz für kontinuierliche graduelle Sprachwandelsprozesse, die innerhalb einer Generation ablaufen können. Sicherlich kann dieses generative Modell auch solche Prozesse in irgendeiner Form abbilden. Es kann aber nicht zeigen, wie sich solche Prozesse dynamisch an unterliegenden Formen vollziehen, siehe hierzu weiter unten. McMahon⁵⁴ kriti-

⁵³Weitere mögliche Veränderungen neben dem Anhängen von Regeln sind 1. die Einschränkung des Gültigkeitsbereiches einer Regel bis zu ihrer Elision. 2. Die Umordnung von Regeln: Man geht davon aus, dass das Regelwerk insgesamt effizient angeordnet ist, wenn jede Regel derartige Formen erzeugt, sodass nachfolgende Regeln maximalen Einfluss auf diese Formen haben. Hat eine Regel wenig oder keinen Einfluss auf eine vorher produzierte Form, so ist sie ineffizient. Derartige Ineffizienz kann verringert werden, wenn man die Anordnung der Regeln ändert, siehe z.B. Kenstowicz (1994: Kapitel 3.2) zu “feeding vs. bleeding” bei der Regelanordnung. 3. Die Inversion von Regeln: Dabei handelt es sich um einen strukturellen Austausch zwischen unterliegenden Formen und den Regeln, die sie verändern. Wird z.B. ein Element einer unterliegenden Form an der Oberfläche kontextabhängig mit geringer Frequenz durch eine Regel gelöscht, so kann eine Reanalyse dieser Variation stattfinden, wenn sich die Frequenz der Löschung ändert. Verändert sich dieses Verhältnis dahingehend, dass das Element der unterliegenden Form nur noch in seltenen Fällen nicht gelöscht wird, so kann bei einer Reanalyse das Element aus der unterliegenden Form entfernt werden und an der Oberfläche durch eine Regel eingefügt werden.

⁵⁴McMahon selbst, siehe McMahon (1994: Kapitel 3.3.4), schlägt als Grundlage für ein besseres Modell des Sprachwandels die lexikalische Phonologie vor. Diese Theorie hat die Eigenschaft,

siert an diesem Modell zudem die Annahme, dass alle Prozesse des Sprachwandels Vereinfachungen sind. Dies sei empirisch nicht gerechtfertigt, wobei der Begriff der Vereinfachung auch ein relativer Begriff sei, denn ob ein bestimmter Prozess eine Vereinfachung einführt oder nicht, sei kontextabhängig.

6.1.2.2 Erwerbsbasiertes Sprachwandelsmodell der GG Der spracherwerbsbasierte Ansatz zur Erklärung von Sprachwandel, den McMahon dargestellt, ist ebenfalls Konsens in neueren Versionen der generativen Grammatik. Auch liegt mittlerweile ein Konzept vor, das die Richtungen einschränken soll, in denen Sprachwandel verlaufen kann. Spätestens mit dem Prinzipien- und Parametermodell, siehe z.B. Chomsky (1981), ist eine Theorie vorhanden, die versucht, jede Grammatik als bestehend aus einem Kern obligatorischer universeller Eigenschaften (Prinzipien) und weiteren optionalen Eigenschaften (Parameter) zu konzipieren. Damit wird auch die Anwendung und die Interaktion generativer Regeln weiter eingeschränkt, sodass eine Maßgabe vorhanden ist, mögliche von nicht möglichen Prozessen unterscheiden zu können. Das Prinzipien- und Parametermodell geht davon aus, dass universelle Eigenschaften von Sprache bereits in die Sprachkompetenz eingeboren sind. Aber auch sogenannte Parameter, die bestimmen, in welchen Grenzen sich mögliche Grammatiken bewegen können, seien eingeboren. Es sei dem lernenden Kind trotz der empirischen Unterdeterminiertheit der zu inferierenden Grammatik möglich, durch die zur Verfügung stehenden Sprachdaten Parameter zu setzen und so die Grammatik der Eltern oder die seiner Umgebung zu übernehmen. Der Prozess der Tradierung der Grammatik ist

zwei Arten des Lautwandels konzeptuell unterscheiden zu können, nämlich neogrammatistischen Lautwandel und lexikalische Diffusion, siehe hierzu McMahon (1994: Kapitel 3), Labov (1981) und vor allem Labov (1994). Innerhalb des Systems der lexikalischen Phonologie sollen Eigenschaften, die sich im Zuge von Sprachwandel neu entwickeln, zuerst als postlexikalische Regeln eingeführt werden und, je stärker sie sich durchsetzen, ab einem bestimmten Punkt in den Bereich der zyklischen Regeln übergehen. Jedoch gilt auch für dieses Modell, zumindest soweit es in McMahon (1994) vorgestellt wird, dass es zwar einzelne Stadien von Sprachwandelsprozessen abbilden, aber die Übergänge nicht erklären kann. Eine Operationalisierung bietet McMahon nicht an.

dem Konsens in der generativen Grammatik zufolge nach wie vor in etwa so, wie von McMahon dargestellt, bis auf die zusätzliche Einschränkung, dass die Grammatik der Erwachsenen sich gar nicht mehr ändert, sodass Veränderungen nur dann entstehen können, wenn sie beim Erstsprachenerwerb der Sprecher eingeführt werden.

Croft (2000: Kapitel 3.2) führt jedoch empirische Evidenz an, die dieses Modell des Sprachwandels weniger plausibel erscheinen lassen. Er kritisiert daran fünf Aspekte. Der erste Aspekt betrifft die beim Spracherwerb und beim Sprachwandel auftretenden Veränderungen. Vergleicht man die Arten von Veränderungen, die normalerweise bei Sprachwandelsprozessen beobachtet werden, mit den Veränderungen, die beim Spracherwerb vorkommen, so zeigt sich, dass vor allem auf der phonologischen Ebene diese Veränderungen nicht gleicher, sondern oft gegensätzlicher Natur sind. Zum Beispiel ist Konsonantenharmonie in Kindersprache häufig, aber in Erwachsenensprache sehr selten. Mit der Vokalharmonie verhält es sich umgekehrt. In Erwachsenensprache ist sie ein geläufiges Phänomen, aber in Kindersprache höchst selten. Während im Sprachwandel Konsonantenschwächungen, siehe hier Kapitel 2.1.2, häufig vorkommen, findet man in Kindersprache oft Konsonantenverstärkungen.

Der zweite Aspekt betrifft ein zeitliches Problem. Wenn man von den Entwicklungsstufen des Individuums ausgeht, sind die Innovationen, die beim Sprachwandel verbreitet werden zeitlich denen nachgeordnet, die beim Spracherwerb entstehen. Empirische Daten zeigen, dass Sprecher durch soziale Prozesse erst ab dem Jugendlichenalter Innovationen weiter verbreiten. Die Innovationen, die beim Spracherwerb entstehen, beginnen aber schon ab einem Alter von ca. 6 Jahren zu verschwinden, indem sich die Grammatik des Kindes an die Erwachsenengrammatik angleicht. Die Innovationen, die das Kind beim Spracherwerb hervorbringt, behält es also nicht bei.

Der dritte Punkt betrifft zwei Aspekte des Sprachwandels, nämlich die Entstehung von Innovation im Individuum und ihre Verbreitung über soziale Inter-

aktion. Die Spracherwerbstheorie kann offenbar weder die Innovation hinreichend erklären, noch die Propagation. Eine weitere Hypothese des Ansatzes ist zudem, dass der jeweils aktuelle allgemeine Sprachgebrauch sukzessive mit innovativen Elementen der neuen Generationen angereichert wird, während vorhandene Elemente, deren Träger die vorhergehenden Generationen sind, daraus verschwinden, indem die älteren Generationen wegsterben. Soziolinguistische Daten zeigen jedoch, dass einerseits Innovationen von jugendlichen Sprechern angenommen werden, um sich von parallelen Varianten des Sprachgebrauchs älterer Generationen abzugrenzen, und dass diese Innovationen teilweise auch wieder aufgegeben werden, wenn gewissen Phasen der Identitätsbildung vorüber sind. Solche Phänomene liegen außerhalb des Gegenstandsbereichs der spracherwerbsbasierten Theorie des Sprachwandels.

Der vierte Aspekt betrifft die Modellierung von lange dauernden, kontinuierlichen Prozessen. Prinzipiell verläuft der Sprachwandel nach dem Spracherwerbsmodell in diskreten Generationsschritten. Möglicherweise können damit abrupte Prozesse, die sich innerhalb einer Generation vollziehen, gut erklärt werden. Aber viele Prozesse entwickeln sich eventuell über Jahrhunderte. Bei solchen Prozessen muss über die einzelne Sprechergrammatik hinaus gezeigt werden, wie durch die schrittweise Reanalyse ein kontinuierlicher Prozess entsteht. Da er über den zeitlichen Horizont einzelner Sprecher hinausgeht, muss gezeigt werden, wie er über so lange Zeit seine Richtung beibehält.

Der fünfte Punkt problematisiert, dass das prinzipien- und parameterbasierte Modell des Sprachwandels linguistische Variation, wie sie von der Soziolinguistik festgestellt wird, auf unplausible Weise erklärt. Eine linguistische Variable wäre z.B. im Deutschen die Menge von Verfahren um Possessivität auszudrücken. Dazu würden Possessivartikel, der Genitiv, die Präpositionalkonstruktion mit "von" und weitere Dinge als Varianten zählen. Die Vorstellung der Soziolinguistik ist, dass die Variation, also die linguistischen Variablen selbst Teil der individuellen Sprechergrammatik sind. Ein und derselbe Sprecher benutzt je nach Kontext in

der Regel alle Varianten einer Variablen mit charakteristischer Frequenz. Das Prinzipien- und Parametermodell geht aber nicht nur von der Unveränderlichkeit der Erwachsenengrammatik aus, sondern auch davon, dass in ihr keine Variation enthalten ist. Die Varianten einer linguistischen Variablen würden unterschiedlichen Parametersetzungen in der Grammatik entsprechen, sodass jedes Individuum, das nur einen dieser Parameter haben kann, auch nur eine der Varianten hat. Die Variation, die in der Sprachgemeinschaft beobachtet wird, muss in diesem Modell als eine Überlagerung unterschiedlich parametrisierter Sprechergrammatiken gedacht werden. Das widerspricht jedoch empirischen Befunden. Der Ausweg, den z.B. Lightfoot (1993) vorschlägt, ähnelt dem von Morillo Velarde-Pérez (1985), siehe hier Kapitel 3.2.2.6, denn es werden für jeden Sprecher mehrere parallele Grammatiken postuliert, auf die sich die Varianten der linguistischen Variablen aufteilen. Jede dieser Grammatiken ist homogen und invariant. Problematisch hieran ist aber, dass Äußerungen nicht immer aus einem Register entstammen, sondern Elemente aus mehreren dieser Grammatiken mischen. Problematisch ist ferner, dass wegen der großen Zahl der linguistischen Variablen und ihrer Varianten für jeden Sprecher ebenfalls eine große Anzahl paralleler Grammatiken angenommen werden muss. Wenn aber eine Vielzahl paralleler, homogener Soziolekte konstruiert wird, dann ist keine Möglichkeit mehr vorhanden, die Gemeinsamkeiten dieser Grammatiken auszudrücken. Das heißt, dem Grammatikmodell geht eine wichtige Fähigkeit zur Generalisierung ab, siehe auch Croft (1995: 518 f.). Es erscheint also insgesamt sinnvoller zu sein, Variabilität als Teil der Grammatik zuzulassen.

6.1.2.3 Empirische Probleme generativer Modelle Croft (2000: Kapitel 1.1) liefert zwei Argumente dafür, dass aus der generativen Sichtweise auf Sprache heraus keine überzeugende Theorie des Sprachwandels konzipiert werden kann. Diesen Argumenten muss Crofts Hypothese über Sprachwandel vorausgeschickt werden, siehe Croft (2000: 4): “The position ... is that the study of language is

about empirically real entities, not idealized abstract systems. The real entities of language are utterances and speakers' grammars. Language change occurs via replication of these entities, not through inherent change of an abstract system."

Das erste Argument besagt, dass die Sprache so, wie sie von der generativen Theorie aufgefasst wird, kein realer Gegenstand ist, der der Empirie zugänglich ist. Stattdessen handelt es sich bei den generativen Regelsystemen um Abstraktionen bzw. Idealisierungen der Sprache, die einerseits das individuelle Sprachwissen der Sprecher und andererseits die Benutzung der Sprache im Kollektiv ausblenden. Die Folge ist, dass diese Abstraktionen nicht beobachtet werden können und dass auch keine Vorhersagen über ihr Verhalten gemacht werden können. Einem Modell mit dieser Sichtweise fehlt die empirische Fundierung.

Das zweite Argument besagt, dass die generative Sichtweise eine unrealistische Auffassung von Sprachwandel mit sich bringt: "One of the problems with treating language as an idealized abstract system is that it makes language change into an inherent process: a single object — the abstract language system — changes over time. But the real, existing entities of linguistics are utterances and speaker's grammars.", siehe Croft (2000: 3). Die Sicht auf die Sprache als abstraktes System löst die Sprache aus dem Kontext heraus, in dem sie sich als dynamische Entität verändert. Genauer gesagt, in dem sie durch die Sprecher, die sie benutzen verändert wird. Daher wird Sprachwandel in der abstrakten Sichtweise des Formalismus als ein systemimmanenter Vorgang einer singulären abstrakten Entität modelliert. Einem solchen Modell fehlt die dynamische Perspektive auf die Sprache.

6.1.3 Modelle nicht geschlossener grammatischer Systeme

In diesem Abschnitt werden Ansätze besprochen, die gegen die Geschlossenheit grammatischer Systeme argumentieren. Ebenso wie es keine ernst zu nehmenden Theorien von Sprachwandel gibt, die die absolute Geschlossenheit grammatischer Systeme behaupten, gibt es andererseits auch keine Theorien, die Geschlossenheit

vollkommen ablehnen. Arbitrarität und Systematizität grammatischer Systeme sind hingegen allgemein akzeptiert. Ein Bestreiten von Arbitrarität impliziert zunächst auch ein Bestreiten der Systematizität der Grammatik. Dies hieße, dass sprachliches Verhalten nicht regelgeleitet ist. Kognition und soziale Interaktion sind jedoch in hohem Maße regelgeleitet. Ein Bestreiten von Arbitrarität würde bedeuten, dass es keine mentale Grammatik gibt, da alles grammatische Wissen aus Prinzipien der Kommunikation und der sozialen Interaktion hergeleitet werden kann. Es gibt momentan aber keine Ansätze, die zeigen könnten, dass es nicht die geringste Menge grammatischer Regularität mit dem geringsten Grad von Arbitrarität gibt. In diesem Abschnitt geht es also um Theorien, die Geschlossenheit in geringem Maß zulassen, jedoch bestreiten, dass es eine Charakteristik des ganzen grammatischen Systems ist.

6.1.3.1 Externer Funktionalismus Es gibt funktionalistische Ansätze vom Sprachgebrauch, Spracherwerb und dem Sprachwandel, die unter dem Begriff des externen Funktionalismus zusammengefasst werden. Die Ansätze gehen davon aus, dass es ein nicht vollständig geschlossenes grammatisches System gibt, das von den Sprechern bei der Anwendung, beim Spracherwerb und bei Sprachwandel durch funktionale Prinzipien modifiziert wird. Ein Beispiel hierfür ist der typologische Funktionalismus, siehe Croft (1995: Kap. 7.2). Dabei handelt es sich um ein Modell von Grammatik innerhalb dessen sich die Konkurrenz universaler Prinzipien wie Ökonomie und Ikonizität (competing motivations) manifestiert. Diese Motivationen stellen jeweils suboptimale Kodierungsstrategien dar. Im Fall der Konstituentenstellung konkurrieren z.B. Harmonie und Dominanz, siehe Croft (1996: Kap. 3.3). Variation und Sprachwandel können auf solche konkurrierenden Motivationen zurückgeführt werden. Die Auswirkungen dieser Motivationen auf die Struktur der Grammatik schließen sich gegenseitig aus und daher kann sich darin synchron immer nur eine Motivation manifestieren. Da diese Motivationen von den externen funktionalistischen Ansätzen als zur Grammatik externe Fak-

toren gewertet werden, könne die Grammatik auch nicht geschlossen sein, da sie mit diesen Faktoren interagiert.

Croft argumentiert, dass aber bisher nicht gezeigt wurde, dass diese Motivationen tatsächlich externe Faktoren sind oder auf solche zurückführbar sind. Ferner könne der externe Funktionalismus die Geschlossenheit der Grammatik nur plausibel in Frage stellen, wenn er zeigt, wie die als extern bezeichneten Faktoren tatsächlich bei der Sprecherinteraktion mit der Grammatik interagieren. Aus Crofts Argumentation kann man also folgern, dass externe funktionalistische Ansätze derzeit nicht ausgereift genug sind, die Geschlossenheitshypothese anzugreifen.

6.1.3.2 Integrativer Funktionalismus Ein weiteres Modell für nicht geschlossene grammatische Systeme ist der integrative Funktionalismus. Er setzt eine Interaktion zwischen dem grammatischen System und kognitiven und funktionalen Faktoren voraus, die nicht nur beim Spracherwerb wirksam ist, sondern auch in der Erwachsenengrammatik. Croft (1995) wies noch darauf hin, dass der integrative Funktionalismus wenig ausgearbeitet sei. Mittlerweile hat Croft selbst wichtige Beiträge hierzu geleistet, siehe Croft (2000) und Croft (2001). Eine plausible Theorie für nicht geschlossene grammatische Systeme müsse zeigen, dass die Grammatik inhärent variabel und dynamisch ist, und dass Veränderungen im System von externen Faktoren bewirkt werden. Die Soziolinguistik zeige, dass Sprachwandel aus der Dynamik der Interaktion erwachsener Sprecher entsteht und dass er auf synchroner Variation beruht, die ein Bestandteil der individuellen Sprechergrammatik ist. Da die Variation mit der sozialen Interaktion der Sprecher zusammenhänge, können ihre Grammatiken nicht geschlossen sein. Zwar beschreibe die Soziolinguistik die Variation in der Grammatik der Sprachgemeinschaft. Allerdings liefere sie kein Modell, das erklärt, wie die individuelle Sprechergrammatik mit kognitiven und sozialen bzw. kommunikativen Faktoren interagiert. Es müsse aber erklärt werden, wie diese dynamischen Pro-

zesse kognitiv repräsentiert werden. Croft formuliert daher drei Aufgaben für den integrativen Funktionalismus.

1. Die Entwicklung einer Repräsentation der individuellen Sprechergrammatik, die die Aneignung und den Gebrauch einer inhärent variablen Grammatik modellieren kann. Ein Modell, das diese Anforderungen am ehesten erfüllt, ist das von Joan Bybee, siehe Bybee (1985) und Bybee (2001) bzw. hier Kapitel 10.3.
2. Ein solches Modell muss jedoch nicht nur zeigen, wie Veränderungen in der Grammatik zustandekommen, sondern auch die Stabilität der Grammatik erklären. Die Stabilität arbiträrer Strukturen hat eine externe Funktion, nämlich die soziale Funktion, die Konventionen haben. Sie erleichtern die Kommunikation und repräsentieren soziale Identität, Status usw. Stabilität wird kognitiv durch die Verwendungsfrequenz erklärt. Hochfrequente Elemente sind leichter zu produzieren und werden durch die häufige Benutzung immer stärker im System verwurzelt (entrenched). Der integrative Funktionalismus kann auf der Grundlage der Begriffe der Variation und der Stabilität z.B. vorhersagen, dass Sprachwandel in stabilen Teilen des Systems seltener vorkommt als in Teilen, die sich durch starke Variabilität auszeichnen.
3. Schließlich müssen bei der Beschreibung der interaktionalen Aspekte des Systems kognitive und funktionale Faktoren mit sozialen Faktoren integriert werden. Soziale Faktoren sind für die Propagation von Sprachwandel in der Sprachgemeinschaft sehr viel relevanter als funktionale Faktoren. Der integrative Funktionalismus behauptet ebenso wie Labov (1994) / Labov (2001), dass Innovation im Individuum vor allem durch funktionale Faktoren wie konkurrierende Motivationen entsteht, während Propagation hauptsächlich auf soziale Faktoren zurückzuführen ist.

6.1.4 Fazit zur theoretischen Grundlage

Die Diskussion der Sprachtheorien in diesem Kapitel zeigt, dass ein plausibles Modell von Sprachwandel von einer Konzeption grammatischer Systeme ausgehen sollte, die Arbitrarität und Systematizität voraussetzt sowie Geschlossenheit minimiert. Dies ist nötig, um die Interaktion des Systems mit kognitiven und funktionalen Faktoren modelliert zu können. Ferner muss die Interaktion in der gesamten Sprachgemeinschaft modelliert werden, nicht nur die zwischen Eltern und Kind, um die Mechanismen der Propagation erklären zu können. Dazu muss das Modell das grammatische System auch vollständig modellieren und nicht nur eine Kerngrammatik.

Sprachliche Entitäten sollten als kognitive Entitäten in ihrer Dynamik der Veränderlichkeit modelliert werden und nicht allein das Endprodukt einer Derivation beliebiger Regelfolgen sein. In der Sprachproduktion des Individuums und der Sprachgemeinschaft beobachtete Variation muss ebenfalls modelliert werden. Idealerweise sollte die Modellierung kognitiver Eigenschaften der Sprecher auch die Aspekte mit einschließen, die im typologischen Funktionalismus und in der Optimality Theory als Motivationen bzw. “constraints” bezeichnet werden. Denkbar wäre eine explizite Verwendung solcher struktureller Restriktionen als Regeln, besser aber wäre es, die kognitiven Grundlagen so zu modellieren, dass sich die Restriktionen in ihrem Verhalten zeigen bzw. aus ihrer Struktur ergeben. Die Modellierung des grammatischen Systems sollte die Interaktion mit funktionalen, kognitiven und soziale Faktoren berücksichtigen.

Allgemein muss Sprachwandel als Interaktion dynamischer Entitäten (individueller Sprechergrammatiken) modelliert werden, die “reale” Entitäten dabei austauschen. Dies ist eine Möglichkeit grammatische Systeme empirisch zugänglich zu machen.

Das Modell muss geeignet sein, Sprachwandel nicht allein in diskreten Generationsschritten darstellen zu können, sondern auch als kontinuierliche Prozesse

von sehr variabler Dauer. Prozesse von der Dauer einer Generation bis zur Dauer von Jahrhunderten müssen modelliert werden können. Das spracherwerbsbasierte Modell der GG allein stellt sicherlich einen wichtigen Mechanismus dar, nämlich die Reanalyse von Grammatik in Generationsschritten, aber Crofts Kritikpunkte zeigen, dass es nur einen Teilaspekt von Sprachwandel erklärt und somit auch nur ein partielles Modell ist. Neben Wandel sollte das Modell auch Stabilität erklären.

6.2 Selektionstheorie als Rahmenmodell für Sprachwandel

Eine Weiterführung der Ideen des integrativen Funktionalismus ist Crofts Rahmenmodell für Sprachwandel. Croft (2000: Kapitel 2.4) setzt eine allgemeine Selektionstheorie ein, um Sprachwandel zu erklären. In diesem Abschnitt will ich die Anwendung der Selektionstheorie auf den Sprachwandel darstellen. Die Begrifflichkeit der Selektionstheorie werde ich hier jedoch nur soweit einführen, wie es für die Anwendung auf die Modellierung von Sprachwandel nötig ist. Auch will ich den Begriff der Population aus der Populationsbiologie, der in einem Modell für Sprachwandel der Sprachgemeinschaft entspricht, nur vereinfacht einführen, weil mein Modell von einer isolierten Population von Sprechern ausgeht. Somit ist es beispielsweise unnötig, zu erklären, wie man Populationen voneinander abgrenzt und welche Interaktionsarten zwischen ihnen bestehen können.

6.2.1 Einige Begriffe aus der allgemeinen Selektionstheorie

Ein äußerst kurzes Szenario, das die Grundgedanken der Populationsbiologie verdeutlichen soll, ist das folgende:

Die Populationsbiologie versucht die Evolution von Lebewesen durch ihre Interaktion in Gruppen (Populationen) und mit der Umwelt zu erklären. Die Evolution vollzieht sich durch natürliche Selektion und ist ein zweistufiger Prozess. Zuerst interagieren Organismen, indem sie Erbgut zusammenführen und sich reproduzieren, das heißt, die Gene

müssen reproduziert werden. Schließlich müssen die neuen Organismen in der Umwelt überleben können und ferner in der Lage sein, sich wieder zu vermehren. Schaffen sie das nicht, wird ihre Abstammungslinie durch die Selektion beendet, oder eben fortgeführt, sofern sie dazu in der Lage sind.

Dieses knappe Szenario will ich verwenden, um vier Begriffe zu erklären, die nachher auch auf die Entwicklung von Sprache bzw. den Sprachwandel angewendet werden sollen.

Replikator und Interaktor: Wenn sich Organismen Generation um Generation fortpflanzen, dann ist das, was eigentlich den Bestand der Abstammungslinie ausmacht, das Erbgut. Es wird bei der Fortpflanzung weitergereicht und obwohl es sich dabei in einem gewissen Rahmen verändern kann, ist es die eigentliche Konstante in der Abstammungslinie. Die Organismen, die sich der Erbinformation entsprechend reproduzieren, kann man sich auch als Vehikel vorstellen, die durch ihr Überleben und durch Fortpflanzung den zeitlichen Fortbestand des Erbgutes sichern. Akzeptiert man diese Sichtweise, so kann man in Replikator und Interaktor unterscheiden. Der Replikator, also das Erbgut, ist eine Entität, die in einer Reihe von Replikationen ihre Struktur mit leichten Variationen weitergibt. Damit die Replikation stattfinden kann, ist ein Interaktor nötig. Der Interaktor, also der Organismus, der den Replikator trägt, ist eine Entität, die als kohäsives Ganzes in einer Weise innerhalb ihrer Umgebung agiert, dass ihre Interaktion eine differenzielle Replikation zur Folge hat. Die Differenzialität der Replikation bedeutet, dass der Replikator je nach Überlebens- und Fortpflanzungserfolg des Interaktors mal in geringeren mal in größeren Mengen reproduziert wird.

Selektion und Abstammungslinie: Dementsprechend ist die Selektion ein Prozess, in dem die differenzielle Extinktion oder Fortpflanzung der Interaktoren den differenziellen Fortbestand relevanter Replikatoren verursacht. Eine Abstammungslinie (lineage) besteht auf unbestimmte Zeit in gleichem oder verändertem

Zustand fort, wenn die Replikation erfolgreich ist. Es sollte angemerkt werden, dass es zwar möglich ist, Replikatoren in einer abstrakten Sichtweise als reine Struktur aufzufassen. Was jedoch bei der Selektion selektiert wird, sind immer konkrete räumlich und zeitlich situierte Individuen, nämlich die Gene (Replikatoren) und die Organismen (Interaktoren).

6.2.2 Anwendung der Populationsbiologie auf den Sprachwandel

Die soeben erklärte Begrifflichkeit soll nun auf die Sprache und den Sprachwandel übertragen werden. Es ist verständlich, dass Begriffe wie “Interaktor” und “Replikator” durch diese Übertragung eine andere Bedeutung erhalten. Dennoch bleiben die Rollen, die durch sie bezeichnet werden, in etwa gleich, denn diese Begriffe sind Teil einer allgemeinen Selektionstheorie. Wendet man diese allgemeine Form der Theorie auf Populationsbiologie oder Sprachwandel an, so werden zwischen den Begriffen ‘Replikator’, ‘Interaktor’ und ‘Umgebung’ zwar ähnliche kausale Beziehungen beschrieben, aber die konkreten kausalen Mechanismen zwischen diesen Entitäten und andere an der Selektion beteiligte Kausalitäten sind in den einzelnen Anwendungen verschieden, siehe Croft (2000: 40).

Grundlage des Sprachwandels ist die Interaktion der Sprecher. Die Sprecher sind somit in diesem Prozess die Interaktoren. Sie interagieren in einer Umgebung, die aus den anderen Interaktoren der Sprachgemeinschaft besteht und zu jeder Interaktion gibt es entsprechend einen sozialen Kontext und eine kommunikative Absicht. Weiterhin, in Anlehnung an die populationsbasierte Evolutionstheorie der Biologie, findet die Weiterentwicklung der Sprache statt, indem die Interaktoren Replikatoren austauschen. Im Falle der Biologie handelt es sich dabei um Gene. Hier argumentiert Croft dafür, dass die Replikatoren die Äußerungen sind, die die Sprecher austauschen. Genau wie bei den Organismen und Genen sind Sprecher und Äußerungen räumlich und zeitlich situierte Individuen.

Äußerung: Eine Äußerung wird hierbei nicht als abstrakte Entität aufgefasst, sondern als reales Ereignis. Eine Äußerung ist eine von einem bestimmten Spre-

cher an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit produzierte Lautkette, die in der Regel bei einer kommunikativen Interaktion zwischen mehreren Sprechern zur Kodierung und Übermittlung von Information dient. Sie hat eine grammatische Struktur und im jeweiligen kommunikativen Kontext eine semantische und pragmatische Interpretation. Genauer gesagt, hat eine Äußerung eine komplexe hierarchische Struktur, die auf phonetischer, morphologischer, syntaktischer, prosodischer und anderen Ebenen beschrieben werden kann. Diese phonetischen, morphologischen und andere Strukturelemente nennt Croft (in Anlehnung an einen Begriff von Martin Haspelmath) *Lingueme*. Es ist nun leicht, auch das Konzept der linguistischen Variablen auf das *Linguem* anzuwenden, denn beide sind in diesem Rahmen identisch. Ein *Linguem*, das an einer bestimmten strukturellen Position in einer Äußerung vorkommen kann, hat eventuell mehrere Varianten (wie z.B. die phonetische Realisierung des finalen /s/ in andalusischen Dialekten), die zusammen eine linguistische Variable bilden.

Sprache: Die Sprache ist in der von Croft verwendeten Begrifflichkeit der Pool aller Äußerungen, die in einer Sprachgemeinschaft tatsächlich vorkommen und vorgekommen sind. Dazu gehören folglich nicht die Äußerungen, die von den Sprechergrammatiken gebildet werden könnten, aber nie genutzt werden. Die Sprache ist also die Menge der vorgekommenen, nicht der möglichen Äußerungen, oder genauer gesagt, die Menge der *Lingueme*, die einer Sprachgemeinschaft zur Bildung und zum Verstehen von Äußerungen zur Verfügung stehen.

Grammatik: Die Grammatik ist die Summe der kognitiven Fähigkeiten, die es dem Sprecher ermöglichen, die Äußerungen, die in der ihn umgebenden Sprache, also dem Äußerungspool vorhanden sind, zu verstehen und der Sprache neue Äußerungen hinzuzufügen. Die Grammatik ist keine abstrakte Einheit, sondern eine reale, konkrete, individuelle psychologische Struktur. Die konkrete Form der Grammatik eines Sprechers wird aus den ihn umgebenden Sprachdaten abgeleitet. Da die Sprache nicht in dem Sinn homogen ist, dass allen Sprechern dieselben Sprachdaten vorliegen, leitet jeder Sprecher eine in Details verschiedene Gram-

matik ab.

Konvention: Der Linguempool einer Sprachgemeinschaft hat eine hohe Ordnung. Die Ordnung drückt sich in der Struktur aus, die Äußerungen konventionellerweise haben. Die Konvention wird beim Spracherwerb gelernt und sie muss eingehalten werden, damit die Sprecher sich verständlich machen können. So kann die Grammatik auch als Kenntnis von der Konvention beschrieben werden. Die Konvention einzuhalten ist in der Regel der einfachste und ökonomischste Weg, von den Anderen, die die Konvention ebenfalls kennen, verstanden zu werden. Die Einhaltung der Konvention ist die normale (nicht alterierte) Replikation, siehe Croft (2000: Kapitel 3.4.2). Neben dieser eher interaktionalen Charakterisierung von Konvention gibt es auch einen kognitiven Aspekt. Häufig benutzte Formen werden in der Grammatik stark aktiviert und mit höherer Wahrscheinlichkeit als andere Formen wiederverwendet. Konvention wird also auch zu einem wichtigen Anteil von der Gebrauchsfrequenz der verfügbaren Formen bestimmt.

Die Konvention kann zwar geändert werden, aber dies kann nur in so geringem Ausmaß geschehen, dass dabei die Kommunizierbarkeit erhalten bleibt. Dieses Ausmaß ist gleichzeitig der Variationsspielraum für Veränderungen in der Konvention. Mit dem Begriff der Konvention kann das Konzept der Selektion auf den Sprachwandel übertragen werden. In der Populationsbiologie findet Evolution durch alterierte Replikation und Selektion von Interaktoren statt. In Crofts Modell des Sprachwandels ist die Äußerung der Replikator, das heißt, dieses Modell ist eine Theorie des Sprachwandels durch Selektion von Äußerungen. Den Konzepten der alterierten Replikation und der Selektion von Interaktoren entspricht hier die Innovation und ihre Propagation. Innovation ist die (funktional bedingte) Übertretung von Konventionen. Propagation ist die soziale Akzeptanz (Selektion) von Innovation als neue Konvention, siehe auch Croft (2000: Kapitel 4.2.4).

Innovation: Innovation entsteht durch Variation von Linguemen (die Varianten bilden zusammen eine linguistische Variable). Innovation ist eine Verletzung

der Konvention und es gibt zwei Gründe, die Innovation in der sprachlichen Interaktion erforderlich machen. Zum einen ist die Bedeutung von Äußerungen kontextabhängig und nicht eindeutig durch die Konvention festgelegt. Es gibt also immer einen gewissen Interpretationsspielraum und oft müssen die Sprecher die Bedeutung z.B. durch Metakommunikation regelrecht aushandeln. Man könnte sagen, dass die Bedeutung von Äußerungen unscharf ist und an den spezifischen Anwendungskontext angepasst werden muss. Zum anderen deckt die Konvention nicht alle kommunikativen Bedürfnisse der Sprecher ab. Kann also eine Bedeutung nicht durch ein bestimmtes Element der Konvention übermittelt werden, so kann sich der Sprecher z.B. dadurch behelfen, indem er das Element in einen nicht konventionellen Kontext stellt und dadurch seine Bedeutung modifiziert. Man könnte sagen, dass die Sprecher zur Kreativität mit den sprachlichen Mitteln gezwungen sind. Allgemein neigen die Sprecher in Situationen, in denen die Konvention ihre kommunikativen Bedürfnisse nicht abdeckt, dazu, das Verhältnis von Form und Funktion der Sprache zu reanalysieren. Die Nichteindeutigkeit der Konvention bzw. die Unschärfe der Äußerungsbedeutung ermöglicht dies. Hinzu kommt, dass diese Form von Reanalyse nicht nur in seltenen Ausnahmefällen vorkommt, sondern praktisch in jeder Verwendung konventioneller Elemente notwendig ist. Dadurch verschwimmt letztendlich die Grenze zwischen konventionellem und nicht konventionellem Sprachgebrauch. Somit wird Innovation zu einem integralen Bestandteil des Sprachgebrauchs, siehe vor allem Croft (2000: Kapitel 4.3.1).

Dafür gibt es eine Reihe interaktionaler Erklärungen, siehe Croft (2000: Kapitel 3.4.4): 1. Erregen von Aufmerksamkeit in der Interaktion, 2. Annehmen einer anderen Identität innerhalb eines Inventars sozial konstruierter Rollen, 3. scherzhafter oder spielerischer Gebrauch der Sprache oder 4. überzeichneter Gebrauch. Wichtig ist 5. auch der Grund, verstanden zu werden. Kann man dies nicht durch die Einhaltung der Konvention erreichen, so kann man zwar auf nicht konventionelle aber dafür auf besonders verdeutlichende Art sprechen. Schließlich kann

6. auch das Ökonomieprinzip, oder zumindest Aspekte davon, vor einem interaktionalen Hintergrund erklärt werden. In diesem Sinn bedeutet Ökonomie, das kommunikative Ziel in möglichst kurzer Zeit zu erreichen, und dazu gehört es, Formen, die häufig gebraucht werden und die im Bewusstsein der Sprecher leicht evoziert werden können, zu verkürzen oder auszulassen.

Diese Gründe für Innovation sind interaktional begründbar und somit in der Regel intentional. Dass die Konvention durch einen intentionalen Prozess gebrochen wird geschieht in der Regeln jedoch nicht mit der Absicht, die Konvention zu brechen. Die Reanalyse von Form und Funktion der Sprache findet statt mit der Absicht, der Konvention zu genügen oder im Rahmen der Konvention zu bleiben, denn die Absicht ist ja, verstanden zu werden, siehe Croft (2000: Kapitel 5.1). Die Reanalyse von Form und Funktion beruht Croft zufolge auf der Struktur von Äußerungen, die aus syntaktischen, lexikalischen, und morphologischen Elementen konstruiert sind. Die einzelnen Elemente haben eine Bedeutung, oder zumindest gehen die Sprecher davon aus, und die Elemente tragen in einer noch nicht näher von Croft spezifizierten Weise zur Bedeutung der gesamten Konstruktion bei, siehe dort Kapitel 5.1, S. 119 f.

Bei der Erklärung der Gründe für die Entstehung von Innovation berücksichtigt Croft vor allem solche Motivationen wie die gerade angeführten. Hierbei handelt es sich um Motivationen, die als höhere Funktionen der sozialen Interaktion und tendenziell bewusst eingesetzte Verfahren bezeichnet werden können. In meinem Modell geht es jedoch vielmehr um Vorgänge, die zwar auch bewusst gemacht werden können, die aber in der Regel nicht bewusst erzeugt werden. Croft erwähnt solche nicht intentionalen Prozesse nur nebenbei, z.B. neuronale Prozesse auf tieferen Ebenen, wie Generalisierung von Morphologie, siehe dort S. 118 f. Sein Modell ist also eher auf den Aspekt der Interaktion, auf das soziale Handeln mit der Sprache ausgerichtet. Mich interessieren für mein Modell jedoch eher die nicht intentionalen Prozesse auf niederen grammatischen Beschreibungsebenen. Diesen Aspekt des Modells werde ich später konkretisieren.

Selektion / Propagation: Ob sich Innovation bzw. bestimmte Variationen von Linguemen durchsetzen können, oder ob sie nicht weiter benutzt werden, hängt von der Selektion der Interaktoren, also der Sprecher ab, was ein sozialer Prozess ist. Setzt sich in diesem Prozess eine innovative Variante durch, wird dabei die bestehende Konvention geändert. Aber was heißt Selektion von Interaktoren? Bei einer genauen Beschreibung der Prozesse, die an der Selektion beteiligt sind, müssten sicherlich mehrere Arten von Linguemen und die sozialen Strukturen, durch die sie sich verbreiten, unterschieden werden. Unterscheiden könnte man Propagation in ganzen Sprachgemeinschaften, siehe Labov (2001), in sozialen Netzen, siehe Milroy (1980), oder in kleineren Gruppen, siehe ebenfalls Labov (2001). Croft zufolge, siehe Croft (2000: Kapitel 3.4.3), handelt es sich im Allgemeinen jedoch um einen Akt der Identifikation. Man benutzt die Lingueme der Sprecher, mit denen man sich identifiziert. Insofern werden Lingueme aufgrund ihrer sozialen Bedeutung, nämlich in Assoziation mit dem, wofür ihre Interaktoren bzw. Sprecher stehen, selektiert.

6.3 Fazit der theoretischen Situierung

Allgemeinere theoretische Eigenschaften einer geeigneten Theorie als Grundlage für ein Modell von Sprachwandel wurden schon in Kapitel 6.1.4 zusammengetragen. Weitere dort genannte Aspekte einer geeigneten Theorie wurden in Kapitel 6.2.2 präzisiert.

Die Anwendung der allgemeinen Selektionstheorie auf den Sprachwandel liefert ein geeignetes Rahmenmodell für Modellsimulationen von Sprachwandel, denn dieses ermöglicht eine empirische Fundierung des Phänomens, da in ihm Sprecher als konkrete Entitäten interagieren, indem sie konkrete Entitäten austauschen. Für alle diese Entitäten können physische Charakteristiken modelliert werden und alle sind räumlich und zeitlich bestimmt und in einem sozialen Kontext situiert. Das Rahmenmodell ermöglicht die Modellierung aller für die Propagation von Innovation relevanten sozialen Faktoren. Es liefert ferner ein Interak-

tionsmodell, dass die Grundlage für kontinuierlichen Sprachwandel sein kann.

Eine Generationsfolge von Sprechern mit endlicher Existenz und die Modellierung von Eltern-Kind-Interaktion beim Spracherwerb können leicht in dieses Rahmenmodell integriert werden, sodass nicht nur kontinuierlich verlaufende Prozesse, sondern auch solche Prozesse modelliert werden können, die eher in diskreten Generationsschritten verlaufen. Möglich ist auch die Einführung einer Differenzierung der Charakteristik von Lebensphasen der Sprecher in dieses Modell, sodass der Effekt unterschiedlicher sozialer Identifikationsmodelle untersucht werden kann. Der Begriff der Konvention erklärt schließlich die Stabilität der Sprache auf der Ebene der Sprachgemeinschaft und gibt (als Sicherung der Kommunizierbarkeit) ein Kriterium vor, das die Grenzen von synchroner und somit auch diachronischer Variation festlegt.

Da es sich bei Crofts Modell um ein Rahmenmodell handelt, liefert es für eine Reihe von Aspekten keine detaillierte Spezifikation. Äußerungen sollen eine hierarchische innere Struktur aus Linguemen unterschiedlicher Komplexität haben, aber Details werden nicht festgelegt. Die Grammatik der Sprecher ist eine Menge kognitiver Eigenschaften. Zwar schlägt Croft einige generelle Eigenschaften von Produktion, Perzeption und vor allem für die mentale Repräsentation sprachlicher Entitäten vor, aber eine detailliertere Spezifikation muss in anderen, spezialisierteren Modellen erfolgen. Dies erfolgt hier in einem späteren Kapitel. Erst wenn die konkrete mentale Repräsentation sprachlicher Entitäten modelliert ist, können weitere Aspekte der kollektiven Sprache und der individuellen Grammatik präzisiert werden, wie z.B. die Variation bzw. linguistische Variablen, die Entstehung von Innovation sowie die Interaktion sozialer, kognitiver und funktionaler Faktoren mit der Sprechergrammatik.

Kapitel 7 präzisiert jedoch zunächst die interaktionalen Aspekte eines Modells der Sprachgemeinschaft.

7 Kollektive und interaktionale Aspekte des Modells

In Abschnitt 5.1.1 wurden als Elemente der Modellsimulation bereits die Ebene der Sprachgemeinschaft, die Sprecher in ihrer Interaktion und die Art ihrer Interaktion knapp thematisiert. Abschnitt 6.2 enthielt weitere Details über die kollektiven Aspekte der Kommunikation der Sprecher, die als die Grundlage von Sprachwandel angesehen werden können. Dieses Kapitel liefert weitere Ergänzungen.

Abschnitt 7.1 führt den Begriff der Selbstorganisation ein, um damit zu zeigen, auf welche Weise Sprachsysteme als Emergenzprodukt in Sprachgemeinschaften aufgefasst werden können. Zur Illustration wird der auf Selbstorganisation basierende Ansatz anderen Ansätzen gegenübergestellt, die auf einer genetischen Vererbung von Sprachwissen basieren. Schließlich wird das Konzept der Selbstorganisation benutzt, um den Begriff der kulturellen Evolution zu erläutern, welcher das in Abschnitt 6.2 vorgestellte Rahmenmodell für Sprachwandel weiter präzisiert. Abschnitt 7.2 diskutiert kurz allgemeine Eigenschaften von Modellsimulationen. Abschnitt 7.3 referiert die Beschreibung einer konkreten Modellsimulation, die eine Anwendung der bisher beschriebenen theoretischen Module der Selektionstheorie für Sprache und der Selbstorganisation ist. Das Modell wird hier als Vorarbeit eingeführt, um in den folgenden Kapiteln als Grundlage für Erweiterungen zu dienen. Abschnitt 7.4 stellt eine informatische Ressource vor, die bei der Implementierung von Modellsimulationen hilfreich ist. Sie wird sowohl für die Implementierung der Vorarbeit als auch der Erweiterungen verwendet werden. Abschnitt 7.5 stellt eine Implementierung des in Abschnitt 7.3 beschriebenen Modells vor.

7.1 Selbstorganisation als Prinzip für den überindividuellen Aspekt des Modells

Die Untersuchung von Selbstorganisation stammt aus der Erforschung der künstlichen Intelligenz. In diesem Forschungsfeld sollen Computersimulationen intelligentes Verhalten oder Teile davon erklären. Dabei ist Selbstorganisation im Besonderen ein alternatives Erklärungskonzept für die Entstehung von Sprache, für ihren Wandel und für ihre universellen Eigenschaften. Es gibt bereits erfolgreiche Modellierungen, die auf dem Prinzip der Selbstorganisation beruhen, z.B. die von de Boer, siehe Boer (2001).

Zuerst sollen in Abschnitt 7.1.1 einige theoretische Ansätze der Simulation von Ursprung und Wandel der Sprache beispielhaft skizziert werden, die mit der direkten Vererbung von konkretem Sprachwissen arbeiten. In Gegenüberstellung dazu erkläre ich in Abschnitt 7.1.2 dann das Konzept der Selbstorganisation, welches zwar auch auf der Vererbung allgemeiner kognitiver Fähigkeiten beruht, vor allem aber Lernmechanismen in den Vordergrund stellt, wenn es um die Aneignung von Sprachwissen geht.

7.1.1 Sprachfähigkeit als Gegenstand genetischer Evolution

Das Konzept der Selbstorganisation beruht gerade nicht darauf, dass eine spezifische Sprachfähigkeit genetisch vererbt wird. Ansätze, die dies jedoch behaupten, sind z.B. die genetische Evolution und die genetische Assimilation, siehe Steels (1997: Kapitel 3.1).

Genetische Evolution: Die genetische Evolution als Theorie der Entstehung und des Wandels von Sprache beschreibt Evolution durch natürliche Selektion. Daher kann dieser Ansatz, genauso wie die Selbstorganisation, in die allgemeine Selektionstheorie eingebettet werden, die hier in Kapitel 6.2 vorgestellt wurde.

Allgemein heißt dies, dass Informationen über Struktur und Verhalten der Organismen bzw. der Sprecher vererbbar sein müssen. Von den Organismen zu Lebzeiten erworbene Charakteristika werden nicht vererbt. Struktur und Verhal-

ten der Organismen werden stattdessen durch Mutation verändert. Der Erfolg der vererbten Information ist von der “fitness” des Organismus in seiner Umwelt abhängig. Die Dynamik innerhalb der Population (Kreuzung) sorgt für ihre Kohärenz, indem sich die erfolgreichsten Gene in ihr durchsetzen. Dieser Mechanismus wäre also im Fall einer genetischen Übertragung von Sprachstruktur auch für die Kohärenz der kollektiven Grammatik verantwortlich.

Um solche Szenarien als Programmier- und Simulationsaufgaben umzusetzen, wird in der Regel auf die evolutionäre Programmierung (evolutionary computing) und genetische Algorithmen zurückgegriffen, siehe Mitchell & Taylor (1999). Am brauchbarsten erweisen sich dabei bottom-up konstruierte Systeme, die mit einfachen Regeln ausgestattet sind, die aber parallel und interaktiv angewendet werden. Zu solchen Lösungen gehören z.B. auch neuronale Netze. Bei der evolutionären Programmierung werden die relativ einfachen Regeln der biologischen Evolution angewendet. Eine mögliche Lösung wird modifiziert, getestet und bei Erfolg weitervererbt bzw. als Grundlage für weitere Verbesserungen verwendet. Evolution ist in diesem Sinne die Suche nach guten Gensequenzen. Die verbreitetste Form evolutionärer Algorithmen sind die genetischen Algorithmen.

Die einfachste allgemeine Form eines genetischen Algorithmus, die noch nicht auf linguistische Problemstellungen angewendet ist, wäre eine Folge von Schritten wie diese:

- 1 Die Erstellung einer Population möglicher Lösungen eines Problems (Chromosomen).
- 2 Die Auswahl einer “fitness function”, also eines Kriteriums, das die Lösungen beurteilt.
- 3 Die Festlegung einer Menge von “genetic operators”, die die Chromosomen entweder selektieren, kreuzen oder mutieren.

Dieser letzte Schritt entspricht der Variationsquelle. In einem konkreten Ex-

periment würde ca. 50-500 Male folgende Sequenz wiederholt, siehe Mitchell & Taylor (1999: Kapitel 2):

- 1 Starten mit einer zufällig generierten Population von n Chromosomen.
- 2 Berechnung der Fitness jedes Chromosoms.
- 3a Auswahl zweier Elternchromosomen entsprechend ihrer Fitness,
- 3b zufallsbasierte Kreuzung der Elternchromosomen,
- 3c zufallsbasierte Mutation des Nachkommenchromosoms.
- 4 Die alte durch die neue Population ersetzen.
- 5 Zurück zu Schritt 2.

Im Besonderen wird für Modellsimulationen der genetischen Evolution von Sprache, die beispielsweise dem Prinzipien- und Parametermodell folgen, angenommen, dass es ein Sprachorgan mit einem “language acquisition device” gibt. Das Grammatikmodul entwickelt sich nach dem Prinzipien-und-Parameter-Ansatz, ist also schon im Kern angelegt (da es Chomskys “poverty of stimulus”-Argument zufolge nicht vollständig gelernt werden kann). Sprache wird nach einem solchen Modell also genetisch übertragen. Sprachliche Neuerung entsteht durch Mutation und die Kohärenz der Sprache entsteht durch die homogene Verbreitung der Gene. Referenzen für Studien, die dies umsetzen, nennt z.B. Steels (1997: 5 f.).

Genetische Assimilation: Ein weiteres Prinzip, nach dem Simulationen von Sprachentstehung und Sprachwandel gestaltet werden können, ist die genetische Assimilation. Es kombiniert die genetische Vererbung eines spezifischen Sprachwissens mit Lernprozeduren. Lernprozeduren ermöglichen es, das Sprachwissen zu Lebzeiten der Sprecher zu modifizieren oder weiterzuentwickeln. Schließlich

ermöglicht eine Interaktion zwischen genetisch fixiertem und durch Lernen angeeignetem Wissen, dass erlerntes Sprachwissen auch genetisch weitergegeben werden kann. Zwei Verfahren, die auf genetischen Algorithmen basieren, aber dennoch Lernprozeduren mit einschließen, sind die lamarcksche Evolution und der Baldwineffekt.

Lamarcksche Evolution: Lamarcksche Evolution liegt vor, wenn Erfahrung oder Anpassung, die innerhalb einer Generation erworben wurden, auf genetischem Wege weitervererbt werden können. In natürlichen biologischen Systemen geschieht das nicht, da es an geeigneten Mechanismen fehlt. In künstlichen Systemen kann es aber erprobt werden, natürlich auch für linguistische Fragestellungen.

Baldwineffekt: In der Natur kommt aber immerhin ein ähnlicher Vorgang vor, der als Baldwineffekt bezeichnet wird. Er tritt auf, wenn das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines genetisch angelegtes Merkmals, das nur unter bestimmten Umweltbedingungen auftritt, während einer Generation durch Anpassung / Lernen erzielt werden kann. In den Fällen, in denen dies wiederum zu einer höheren Fitness des Organismus führt, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass das erwünschte Merkmal in folgenden Generationen in jedem Fall ausgebildet wird, siehe Mitchell & Taylor (1999: Kapitel 6.2).

Für linguistische Modellsimulationen hieße dies vereinfacht, dass ein (eingeborener) grammatischer Grundstock vorausgesetzt wird, der genetisch überliefert wird, aber für die Entwicklung der jeweiligen Sprache Lernprozeduren verantwortlich sind. Zwischen genetischen und angeeigneten Strukturen kann dann ein Austausch stattfinden, insofern kulturell etablierte Strukturen in den genetischen Fundus übergehen können, siehe Steels (1997: 9).

7.1.2 Konzepte und allgemeine Prinzipien der Selbstorganisation

Die gerade skizzierten Ansätze beruhen immer auf der genetischen Vererbung einer spezifischen Sprachfähigkeit. Der Ansatz der Selbstorganisation setzt zwar

allgemeinere kognitive Fähigkeiten voraus, die auch zur Kommunikation dienen, aber die Herausbildung der Sprache als Anwendung dieser Fähigkeiten geschieht durch Lernprozeduren im Individuum und durch die Interaktion der Individuen in der Gemeinschaft. Bei der Erforschung von Selbstorganisation handelt es sich um einen vergleichsweise neuen Ansatz, da der Stellenwert von Lernprozeduren bisher unterbewertet worden ist, siehe Steels (1997: 4-7). Luc Steels vertritt die Meinung, dass Lernalgorithmen allein hinreichend sind, um die Entstehung und Weiterentwicklung von Sprache zu erklären. Wegen der prominenten Rolle der Interaktion fokussiert dieser Ansatz eher den Performanzaspekt als den Kompetenzaspekt der Sprache.

In diesem Kapitel werden zuerst einige grundlegende Begriffe erklärt, die zum Verständnis selbstorganisierter Systeme nötig sind, in denen Sprache emergiert. Danach wird Sprachwandel als ein Prozess der kulturellen Evolution erklärt. Das Konzept der kulturellen Evolution stellt eine Präzisierung des in Kapitel 6.2 eingeführten Rahmenmodells für Sprachwandel dar.

7.1.2.1 Erklärung einiger Begriffe *Selbstorganisation* ist das Emergieren von globaler Ordnung in einem System durch lokale Interaktion der Systemelemente. Die globale Ordnung basiert nicht allein auf dem isolierten Verhalten der einzelnen Systemelemente und deren internen Eigenschaften, sondern sie ist ein Produkt ihrer Interaktion. Dies bedeutet, dass das Verhalten und die Eigenschaften des Systems als Ganzes nicht allein aus der Kenntnis der Eigenschaften der einzelnen Systemelemente vorhergesagt werden kann. Ganz allgemein gesagt, geschieht die Selbstorganisation der Elemente eines Systems dadurch, dass diese aufeinandertreffen und sich zwischen ihnen irgendeine Form von Interaktion abspielt, deren detaillierter Verlauf zufällig ist. Wichtig ist dabei die Tatsache, dass die Interaktion auf lokaler Ebene stattfindet und dass es dabei keine zentrale Steuerung gibt. Durch die Selbstorganisation bewegt sich das gesamte System aus einer Vielzahl ungeordneter Zustände auf einen von mehreren, je nach der

Komplexität des Systems möglichen, stabilen Endzuständen (Attraktoren) zu, wobei der Ordnungsgrad des Systems zunimmt. Welcher stabile Zustand angestrebt wird, wenn mehrere möglich sind, hängt empfindlich von den Ausgangsbedingungen ab, und ist nicht einfach aus der Kenntnis der Eigenschaften der interagierenden Elemente des Systems vorhersagbar.

Sprache ist aus der Perspektive der Selbstorganisation die globale Ordnung, die durch die Interaktion der Sprecher emergiert. Dies entspricht Luc Steels' Hypothese: "Language is an emergent phenomenon", siehe Steels (1998: 384). Das System in dem dies geschieht, muss bestimmte Eigenschaften haben, und zwar muss es sich um ein adaptives, komplexes und dynamisches System handeln. Ferner hat Sprache als Emergenzprodukt die Eigenschaften der Offenheit und Robustheit. Diese Begriffe sollen nun weiter erläutert werden. Siehe dazu auch Steels (1997), Steels (1998) und Boer (2001).

Komplexität und Dynamik: Ein komplexes dynamisches System besteht aus einer Menge von interagierenden Elementen. Dynamische Systeme sind ganz allgemein solche, die sich mit der Zeit verändern. Dies ist die grundlegendste Fähigkeit, die so ein System haben muss. Komplexe Systeme sind solche, in denen das Verhalten des Ganzen eine indirekte, nichthierarchische Konsequenz des Verhaltens der einzelnen Elemente ist. Hierarchisch verhalten sich hingegen z.B. Computerprogramme und Maschinen, das heißt, ihr Verhalten ist von vornherein determiniert und damit vorhersagbar⁵⁵. In komplexen, dynamischen Systemen gibt

⁵⁵Da Simulationen auch Computerprogramme sind, kann man sich fragen, ob sie trotz ihrer Determiniertheit überhaupt komplexes Verhalten simulieren können. Normalerweise möchte man, dass Computerprogramme auf vorhersehbare Weise arbeiten, z.B. bei Textverarbeitungen oder Tabellenkalkulationen. Simulationen von komplexen Systemen sollen aber nicht vorhersagbar sein, weil sie sonst gar keine Komplexität simulieren könnten. Bei diesem Problem müssen zwei Aspekte unterschieden werden. Nämlich die Ausführung des Programmcodes und das Ergebnis der Simulation bzw. der simulierte Gegenstand. Die Ausführung des Programmes ist völlig determiniert, das heißt, dass es dabei zu keinem unvorhergesehenen oder chaotischen Verhalten kommt. Programme oder Rechner mit chaotischem Verhalten wären fehlerhaft. Damit aber Komplexität simuliert werden kann, wird der Programmverlauf an vielen Stellen von einem Zufallsgenerator beeinflusst. Dadurch kann der Programmverlauf vom Betrachter nicht vorhergesehen werden. Je mehr Parameter der Simulation von einem Zufallsgenerator gesteuert werden, desto schwieriger ist der Verlauf der Simulation vom Betrachter vorherzusehen, bis

es, wie gesagt, keine zentrale Kontrolle. Aber dennoch können solche Systeme eine globale und kohärente Ordnung erreichen. Sie können sich entweder in einem stabilen (homogenen) Gleichgewicht, in einem auf Selbstorganisation beruhenden Zustand oder auch im Chaos befinden, siehe Steels (1997: 2).

Adaption: Komplexe dynamische Systeme, die zudem noch adaptiv sind, können ihre Verhaltensweisen ändern, indem sich die inhärenten Eigenschaften der interagierenden Elemente oder deren Interaktion verändert. Eine Menge von Systemelementen bildet ein adaptives System, wenn sie sich z.B. an Veränderungen der Umwelt anpassen, indem sie ihre Strategien ändern, um bestimmte Dinge zu erreichen. Die Adaptivität ermöglicht eine Dynamik höherer Ordnung. Beispiele für adaptive Systeme sind genetische Evolution in biologischen Systemen sowie soziale, ökonomische und ökologische Systeme.

Offenheit: Sprache ist ferner ein offenes System, da sich die Population der Sprecher durch Geburt, Zuwanderung, Tod und Abwanderung verändern kann, und weil sie Einflüsse von der Umwelt aufnehmen kann, wie neue Verhaltensweisen, Sprachwissen und Anderes.

Robustheit: Sprache ist schließlich auch ein robustes System, da es durch Veränderung (in begrenzten Ausmaßen), die beispielsweise mit seiner Offenheit zusammenhängen, nicht zusammenbricht.

7.1.2.2 Funktionsweise der kulturellen Evolution Im Kontrast zu den beschriebenen Mechanismen der genetischen Evolution als Erklärung von Spra-

schließlich der Simulationsgegenstand aus der Sicht des Betrachters ein komplexes Verhalten an den Tag legt. Damit wäre das Ziel der Simulation erreicht. Hierzu muss jedoch gesagt werden, dass die am besten geeigneten Zufallszahlengeneratoren keine zufälligen Zahlen erzeugen. Gute Generatoren erzeugen lange Folgen von Zahlen, in denen sich keine Regelmäßigkeiten erkennen lassen. (Für eine kurze Erläuterung dieses Sachverhaltes siehe z.B. Reiser & Wirth (1994: 11 f.)) Es gilt aber immer, dass solche Zahlen nach einer einfachen Formel berechnet werden und somit der aktuelle Zustand eines Generators berechenbar ist, wenn sein vorhergehender Zustand bekannt ist. Damit gilt auch, dass der Durchlauf einer Simulation exakt reproduziert werden kann, wenn man den Startwert des Zufallszahlengenerators reproduziert. Solange man immer für andere Startwerte sorgt und die Zahlengeneratoren statistisch die gewünschte Verteilung erzeugen, besteht kein Widerspruch zwischen der Determiniertheit der Simulationssoftware und der Möglichkeit, dass diese Software komplexes Verhalten simulieren kann.

chevolution und Sprachwandel soll nun mittels des Konzeptes der Selbstorganisation der Mechanismus der sogenannten kulturellen Evolution als Erklärungsansatz für Sprachevolution und -Wandel eingeführt werden. Ansätze, die die Entstehung und Weiterentwicklung von Sprache durch Selbstorganisation erklären wollen, setzen also voraus, dass das Sprachwissen selbst nicht genetisch weitergegeben wird. Eine genetische Evolution ist aber dennoch plausibel um die nötigen allgemeinen kognitiven Eigenschaften entstehen zu lassen und weiterzugeben, die das perzeptuelle und motorische Substrat für die Sprachfähigkeit bilden. In dieser Arbeit wird es aber nicht darum gehen, die Entstehung dieser kognitiven Fähigkeiten zu simulieren, sondern sie werden schon vorausgesetzt und als konstant angesehen, ebenso wie die aktuelle Sprachfähigkeit der Menschen als konstant angesehen werden kann. Im Folgenden werden einige Begriffe des in Kapitel 6.2 eingeführten Rahmenmodells für Sprachwandel wieder aufgenommen und im Kontext der kulturellen Evolution reinterpretiert.

Allgemein werden bei der Evolution drei Dinge benötigt, nämlich die Möglichkeit, Information von einer Generation auf die nächste zu übertragen, ein Selektionskriterium und eine Variationsquelle. Da es sich nicht um eine genetische Evolution handelt, muss der Prozess der Tradierung und Weiterentwicklung der Sprache auf der Basis der Selbstorganisation als kulturelle Evolution erklärt werden. Wesentlich für kulturelle Evolution ist die soziale Interaktion der Sprecher.

Entstehung von Konvention: Durch den Prozess der Selbstorganisation bzw. der kulturellen Evolution entsteht eine sprachliche Konvention in einer Gruppe. Die Konvention ist um so erfolgreicher, je mehr Sprecher sich an die Konvention anpassen, und umgekehrt neigen Sprecher dazu sich an erfolgreiche Konventionen anzupassen. Dies ist aber nur mit anpassungsfähigen Sprechern möglich, weshalb ein adaptives, dynamisches und komplexes System vorausgesetzt werden muss. Sprache als emergierende Eigenschaft wird also durch die Verstärkung und Aufrechterhaltung von selbstorganisierten Strukturen bewahrt. Dies führt insgesamt zu einer konsistenten Konvention, die im kollektiven Gedächtnis der Sprachge-

meinschaft durch ständiges aufeinander Abstimmen bei der Kommunikation gespeichert wird.

Erlernen von Sprache: Das Individuum lernt die Sprachkonvention durch “behavioural imitation” der aktuellen Praxis von den vorhergehenden Generationen, also nicht auf genetischem Weg. Ein wichtiger Aspekt des Lernens ist die Tatsache, dass sich die Sprecher die Konvention nicht passiv aneignen, sondern aktiv durch deren Benutzung, was wiederum Auswirkungen auf die Variation der Konvention und die Einführung neuer Elemente hat, siehe Steels (1997: 7-9).

Entstehung universeller Eigenschaften: Sprachkonventionen können stark divergieren, aber dennoch haben sie universelle Eigenschaften. Diese entstehen dadurch, dass die individuellen Sprecher bestimmte physiologische und kognitive Eigenschaften haben und dass ihre Interaktion in der Sprachgemeinschaft unter bestimmten kontextuellen Bedingungen stattfindet. Zu den ersteren Faktoren gehören z.B. die Artikulationsmöglichkeiten, die Geschwindigkeit der kognitiven Sprachverarbeitung oder auch die Leistung von Kurz- und Langzeitgedächtnis. Zu den letzteren gehören akustische Bedingungen und sozialer Kontext. Welchen Einfluss diese Faktoren auf die Gestaltung der Sprache haben können, wird später in diesem Kapitel deutlich werden, wenn die Simulation von de Boer besprochen wird.

Mechanismen der Variation und Selektion: Schon bei der Beschreibung von Crofts Rahmenmodell für den Sprachwandel wurde erklärt, dass die Sprache, um sich weiterzuentwickeln, eine inhärente Variationsquelle haben muss und dass es ein Selektionskriterium geben muss, das bestimmte Varianten von Elementen der Sprache auswählt und andere abwählt. Nun gibt es diverse Faktoren der überindividuellen Organisation der Sprache, die dafür sorgen, dass sich die Sprache als Gegenstand der kulturellen Evolution weiterentwickelt. Eine wichtige Variationsquelle ergibt sich aus der Differenz zwischen der etablierten Konvention als überindividuelle Entität und den individuellen Instanzen der Sprachfähigkeit bzw. des Sprachgebrauchs. Da die Konvention als soziales Konstrukt immer umfassender

als das jeweils individuelle Sprachwissen ist, hat kein Sprecher der Gemeinschaft einen vollständigen Überblick über die gesamte Sprachkonvention. Hieraus ergeben sich z.B. Generalisierungseffekte oder Vereinfachungen von Elementen der Konvention, die dann als Varianten ins Spiel kommen und zu den konventionellen Elementen in Konkurrenz treten. Ein Beispiel hierfür ist die Regularisierung unregelmäßiger, niederfrequenter morphologischer Paradigmen. Variation kann ferner durch bewusste Veränderungen der Konvention entstehen, mit dem Ziel, sie an bestimmte kommunikative Bedürfnisse anzupassen.

Wichtige Variationsquellen in der Sprache sind außerdem Ungenauigkeiten in der Produktion und Perzeption der Sprache. Ohala (1994) erklärt beispielsweise, dass diachronischer Wandel durch die Interaktion von Sprecher und Hörer zustande kommt, also durch die Vorgänge von Sprachkodierung und -Dekodierung. Synchronische phonetische Variation sei der Grund dafür, dass ein Laut in der Realisierung der Lautkette einige seiner Eigenschaften auf benachbarte Laute übertragen kann, sodass seine Eigenschaften nicht allein im Ursprungssegment vorhanden sind, sondern auch in anderen. Der Hörer könne diese vom ursprünglichen Segment weiter entfernten Merkmale als eigenständige Segmente oder als Merkmale eines anderen Segmentes wahrnehmen und möglicherweise die Lautkette nicht auf die konventionelle Weise analysieren. Zwei typische Ergebnisse dieser Analysefehler seien die Dissoziation von Merkmalen, die normalerweise assoziiert sind, und die Assoziation von Merkmalen, die normalerweise nicht zusammengehören.

Die soeben genannten Gründe können Variationen in das kollektive Sprachsystem einführen. Die selektive Weiterentwicklung der Sprache bzw. die Selektion der Varianten wird durch funktionale Kriterien gesteuert, wie die Maximierung der kommunikativen Effizienz, die Minimierung des kommunikativen Aufwandes und die Anpassung an die Artikulations-, Lern- und andere Möglichkeiten der Sprecher. Die Effizienz der Kommunikation wird dabei durch Reduktion des Kommunikationsaufwandes optimiert. Die Optimierung der Effektivität der Kom-

munikation steht mit derjenigen ihrer Effizienz in Konflikt, da der Erfolg der Kommunikation nur mit einem gewissen Maß an Aufwand zu optimieren ist. Einfache Lernbarkeit der Sprachkonvention wird optimiert, indem wenige Sprachelemente verwendet werden, indem sie maximal distinktiv gehalten werden und indem ihre Anordnung einfach ist. Welche Elemente einer Sprache sich bei der Selektion durchsetzen, hängt somit von ihrer Lernbarkeit ab. Kinder lernen zuerst die einfachen Elemente und Strukturen einer Sprache, wodurch ein restringiertes Subset entsteht, und erst später komplexere Dinge. Welche Elemente sich in der Sprachgemeinschaft durchsetzen hängt vom positiven Feedback ab, dass (neue) Elemente von den Sprechern erhalten. Für das Feedback sind die drei genannten Faktoren, aber auch noch andere, z.B. soziale Faktoren relevant.

Koevolution: Ein weiteres wichtiges Konzept aus der Evolutionstheorie für die Erklärung der Weiterentwicklung von Sprache im Rahmen der Selbstorganisation ist die Koevolution. Koevolution ergibt sich allgemein aus der gegenseitigen Beeinflussung mehrerer sich parallel entwickelnder Spezies. Es ist ein synergetischer Effekt, der die Komplexität der beteiligten Spezies steigert. Im Fall der Sprache besteht Koevolution in der Verwebung unterschiedlicher Komponenten wie Lexikon, Phonemsystem und Syntax. Die Komplexität des sprachlichen Systems steigt, indem seine Komponenten gegenseitig funktionalen Druck aufeinander ausüben. Boer (2001: Kapitel 2.3 ff.) liefert ein Beispiel für dieses Konzept, in dem eine Vermehrung von Lexikonelementen funktionalen Druck auf das phonologische System ausübt und eine feinere Kategorisierung artikulatorischer und perceptiver Kontinua erzwingt. Funktionaler Druck ist ein Parameter der zum Rahmen kultureller Evolution gehört.

Insgesamt zeigt sich also, dass die Entstehung, die Tradierung und die stete Veränderung von Sprachkonvention auf nichtgenetischem Weg möglich ist, nämlich durch kulturelle Evolution. In diesem Abschnitt wurde gezeigt, welche Eigenschaften selbstorganisierte Systeme haben müssen, damit kulturelle Evolution stattfinden kann. Um die Replikation ohne genetische Tradierung zu be-

werkstelligen, spielt die Lernfähigkeit der Individuen eine tragende Rolle. Ferner wurde skizziert, welche Bedeutung die Begriffe der Variation und der Selektion im Rahmen der kulturellen Evolution von Sprache haben. Die Funktionsweise dieser Mechanismen wurde in diesem Abschnitt jedoch nur angerissen. Weiter unten in den Abschnitten 7.3 ff. werden sie an einem konkreten Beispiel einer Simulation der Emergenz von Vokalsystemen veranschaulicht werden. Zunächst werde ich jedoch einige allgemeine Aspekte von Modellsimulationen besprechen.

7.2 Allgemeines über Modellsimulationen

Die direkte Erforschung der historischen Entstehung von Sprache (nicht der Entwicklung der Sprache bzw. Sprachfähigkeit des heranwachsenden Individuums) ist ein relativ neues Unterfangen. Üblicherweise versucht man, vor allem von der physischen, physiologischen, motorischen und sozialen Beschaffenheit des Menschen und seiner Vorstufen auf seine Sprachfähigkeit zu schließen. Linguistik, Evolutionsbiologie und kognitive Psychologie versuchen nun jedoch auch, die Entstehung, die Entwicklung und den Wandel der Sprache in einem neodarwinistischen Rahmen zu erklären, z.B. als Phänomen der genetischen oder kulturellen Evolution. Ein wichtiges Instrument dabei sind Modellsimulationen. Daher sollen hier zunächst einige einführende Bemerkungen zu Modellsimulationen gemacht werden.

7.2.1 Motivation der Modellierung von Sprachwandel

Hier sollen jedoch nicht die Ursprünge der Sprache simuliert werden, sondern Sprachwandelsprozesse, also Veränderungen voll entwickelter Sprachsysteme. Dabei soll die Methodik der Modellsimulation helfen, und zwar die agentenbasierte. Die agentenbasierte Modellsimulation stammt, wie das Konzept der Selbstorganisation, aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz, insbesondere des “artificial life”. Die Agenten, also die Elemente eines Multiagentensystems, werden mit bestimmten Eigenschaften und Fähigkeiten ausgestattet und sollen in einem Kon-

text, der ebenfalls bestimmte Eigenschaften hat, interagieren. So werden Multiagentensysteme konstituiert, in denen nach dem Prinzip der Selbstorganisation durch lokale Interaktion globale Eigenschaften emergieren können, siehe Steels (1997: 3). Der Ansatz ist im Grunde theorieneutral und kann daher auch auf den Ursprung und die Entwicklung von Sprache angewendet werden.

Soll das Verhalten komplexer dynamischer Systeme dieser Art studiert werden, ist der Einsatz von Modellsimulationen sogar notwendig, da sich ihr Verhalten nicht vorhersagen lässt (siehe hier weiter oben die Anmerkungen zum nicht hierarchischen Verhalten komplexer Systeme). Boer (2001: 39 f.) verweist auf den Erfolg, mit dem Modellsimulationen in der künstlichen Intelligenz, der Biologie, anderen Naturwissenschaften und der Linguistik eingesetzt worden sind. Da Sprache hier in einem evolutionären Rahmen betrachtet wird, und wenn man voraussetzt, dass Sprache das Ergebnis von Interaktion in einem komplexen System ist, dann ist eine Anwendung von Modellsimulationen in der Linguistik sinnvoll. Denn Simulationen, die auf Multiagentensystemen basieren sind ein technisches Hilfsmittel, um selbstorganisierte Systeme zu modellieren.

Weiter oben wurde gesagt, dass hier nicht die Ursprünge der Sprache interessieren, sondern nur die Weiterentwicklung bzw. der Wandel voll entwickelter Sprachsysteme. Wenn aber Luc Steels' Hypothese, dass für die Entstehung und Weiterentwicklung von Sprache dieselben Mechanismen verantwortlich sind, stimmt, dann sind beide Themen als Aspekte desselben Unternehmens anzusehen, siehe hierzu Boer (2001: 79). Cangelosi & Parisi (2002: 15) sehen die Erforschung der Entstehung von Sprache als einen Teil des allgemeineren Themas der Erforschung der Weiterentwicklung der Sprachen. Diese Arbeit konzentriert sich also nur auf einen Aspekt dieses Unternehmens, nämlich auf den Sprachwandel.

7.2.2 Vorteile von Modellsimulationen

Modellsimulationen als Instrument der Forschung haben einige Vorteile, die ich hier kurz nennen möchte, siehe Cangelosi & Parisi (2002: 8 ff.) und Boer (2001).

1. Modellsimulationen bieten ein regelrechtes virtuelles Versuchslabor, in dem alle Parameter einer Simulation kontrolliert werden können. Mit einer solchen Simulationstechnik können reale, aber prinzipiell auch kontrafaktische und in der Realität nicht durchführbare Experimente simuliert werden.
2. Simulationen sind quantitativ fundiert. Dies ermöglicht eine bessere Nachvollziehbarkeit, Reproduktion, Auswertung und Diskussion der Theorien und Daten.
3. Modellsimulationen werden als Programme auf einem Rechner ausgeführt. Damit eine Theorie in eine Modellsimulation umgesetzt werden kann, müssen ihre sämtlichen Grundannahmen und Details, die sonst oft stillschweigend vorausgesetzt werden oder sich gänzlich der Reflexion entziehen, expliziert werden. Boer (2001: 123) erwähnt, dass andernfalls oft essenzielle Voraussetzungen für Kommunikation übergangen werden, deren Komplexität auf den ersten Blick nicht offensichtlich ist. Eine Simulation muss explizit, detailliert, konsistent und vollständig sein. Nur dies ermöglicht überhaupt die Lauffähigkeit eines Computerprogramms. Eine Modellsimulation kann also als eine detaillierte Ausformulierung einer Theorie angesehen werden.
4. Da Modellsimulationen als detaillierte Ausformulierungen von Hypothesen aufgefasst werden können und weil sie von quantitativer Natur sind, sind sie in der Lage, Vorhersagen zu generieren, die mit empirischen Daten und realen Experimenten verglichen werden können. Einerseits kann so die Plausibilität der Simulation überprüft werden. Denn wenn die Vorhersagen des Modells nicht zutreffen, dann ist die zugrundeliegende Hypothese falsch und muss modifiziert werden. Allgemein wird aber durch diese Eigenschaften der Simulation die Schnittstelle zwischen Theorie (Simulation) und Daten erweitert. Theorie und Daten können besser abgeglichen werden.
5. Sprache ist ein komplexes System, das aus der Interaktion einer Vielzahl von

Agenten entsteht. Für komplexe Systeme im Allgemeinen und für Sprache im Besonderen gilt, dass ihr Verhalten nicht aus dem Wissen über Systemkomponenten (Agenten) abgeleitet werden kann. Auch nicht, wenn alle Eigenschaften der Komponenten und die Regeln, denen ihre Interaktion folgt, bekannt sind. Ausschlaggebend ist dabei unter anderem die große Zahl der Agenten. Komplexe Systeme sind auf empfindliche Weise abhängig von den Anfangsbedingungen der Interaktion und von äußeren Einflüssen. Ihr Verhalten kann sich auf unvorhersehbare Weise ändern, ohne dass das jeweilige Gewicht aller relevanten Faktoren dabei offensichtlich wäre.

6. Auf Selbstorganisation basierende Modellsimulationen, beziehen sich auf außersprachliche Größen wie physikalische, physiologische oder psychologische Daten. Damit ist die Gefahr zirkulärer Erklärungen vermieden, die auftritt, wenn sprachliche Begriffe zur Definition sprachlicher Begriffe verwendet werden, oder verwendet werden müssen, weil keine anderen mit in die Theorie einbezogen werden, siehe Boer (2001: 11).

7.2.3 Nachteile von Modellsimulationen

Die gleichen Autoren fassen auch einige nachteilige Aspekte von Modellsimulationen zusammen, siehe Cangelosi & Parisi (2002: 13 ff.) und Boer (2001).

1. Die Simulation eines Gegenstandes geht in der Regel mit einer mehr oder weniger starken Vereinfachung des Gegenstandes einher. Insbesondere linguistische Simulationen sind immer stark vereinfachte Modelle von den realen Gegenständen, da deren naturgetreue Simulation allein aus Gründen der Komplexität nicht praktikabel wäre. Es gibt dort, wie in anderen Simulationen auch, das Problem des sogenannten “scaling up”, nämlich dass die volle Komplexität des Gegenstandes nicht abgebildet werden kann, wenn auch Teillösungen oder Erfolge im Kleinen möglich sind. Es ist andererseits aber auch gar nicht nötig, die Realität getreu abzubilden, solange

nur die Simulation die Aufgabe der Verifikation von Hypothesen ausführt, siehe Cangelosi & Parisi (2002: 13). Einen Teilbereich der Sprache zu simulieren ist immer eine große Vereinfachung, da die verschiedenen Teile der Sprache in der Realität ein komplexes Ganzes bilden, dessen Teile zusammenhängen und interagieren. Zum Beispiel üben die Bestandteile des Sprachsystems funktionalen Druck aufeinander aus, sodass ein großes Lexikon im Vergleich zu einem kleinen mehr distinktive Merkmale erfordert, um eine größere Anzahl von Lexemen unterscheiden zu können, siehe Boer (2001: 123). Wird also eine Komponente eines sprachlichen Systems isoliert simuliert, so muss, wenn schon die anderen Komponenten, mit denen sie normalerweise interagieren würde, nicht vorhanden sind, zumindest der funktionale Druck zwischen den Komponenten auf eine einfachere Weise repräsentiert werden.

2. Die Gestaltung eines Modells ist zu einem bestimmten Anteil arbiträr. Zum einen wegen der angesprochenen und oft notwendigen Vereinfachungen. Zum anderen ist es möglich, dass die genaue Beschaffenheit einer Systemkomponente nicht bekannt ist, aber ein funktional äquivalenter Ersatz programmiert werden kann, oder dass Teile des Systems völlig unbekannt sind und eine wie auch immer geartete, und daher arbiträre Repräsentation erstellt werden muss. Der Gestalter sollte aber so viele Aspekte wie möglich explizit und plausibel gestalten, siehe (Cangelosi & Parisi 2002: 13 f.). Boer (2001: 122) empfiehlt, in Simulationen immer möglichst viel vom Wissen über die Sprache einfließen zu lassen, da es so eher möglich ist, die Ergebnisse mit realen Sprachdaten zu vergleichen, sie leichter zu interpretieren oder gegen Fehler zu sichern.
3. Selbst wenn ein Vergleich zwischen Simulationsdaten und realen Daten prinzipiell möglich ist, sind direkte quantitative Evaluationen schwierig durchzuführen. Cangelosi & Parisi (2002: 14) finden, dass die entsprechende Me-

thodik noch nicht hinreichend entwickelt ist und andererseits weisen sie darauf hin, dass empirische Daten im Bereich des Sprachwandels und insbesondere im Bereich der Entstehung von Sprache nur spärlich vorhanden sind oder gar fehlen. Es kann also an der empirischen Vergleichsgrundlage mangeln, je nach Forschungsgegenstand, selbst wenn die Simulation in sich kohärent und plausibel ist.

4. Man wirft Simulationen vor, dass sie nur das zeigen, was man hineinprogrammiert. Der Vorwurf ist aber bei der Simulation komplexer Systeme gerade nicht gerechtfertigt, wenn das Verhalten des Systems zu komplex ist, um vorhergesagt werden zu können (siehe oben), siehe Boer (2001: 126).

7.3 De Boers Modell der Emergenz von Vokalsystemen

Bart de Boer hat eine Simulation konzipiert, die die Emergenz und die Optimierung von Vokalsystemen modelliert, siehe Boer (2001) und Boer (1999). Ziel der Simulation ist es, zu zeigen, dass Vokalsysteme als globale Eigenschaften einer Sprachgemeinschaft allein durch die Prinzipien der Selbstorganisation entstehen können. Steels (1997: 14-19) kommentiert, dass Versuche, Lautsysteme mit einem rein genetischen Ansatz zu simulieren, offenbar erfolglos sind. Andererseits sind Ansätze mit adaptiven Systemen, die sich nach funktionalen Kriterien verändern, schon länger zumindest theoretisch erfolgreich. Zu diesen gehört auch die Simulation von de Boer.

In dieser Simulation entwickeln Gruppen von Agenten bzw. von simulierten Sprechern realistische Vokalsysteme von Grund auf. Die Agenten sind mit einfachen kognitiven und physiologischen Fähigkeiten ausgestattet, die es ermöglichen, die Struktur eines Vokalsystems zu entwickeln und zu manipulieren. Die einzelnen Agenten sollen eine Anzahl von Vokalen verstehen, produzieren und memorisieren können. Hat ein Agent einmal ein funktionierendes Vokalsystem, soll er es nicht mehr wesentlich verändern. Ein Agent der noch kein System hat, soll es von an-

deren lernen können. Werden diese Fähigkeiten in der Interaktion zwischen den Agenten angewendet, so entwickeln die Agenten ein gemeinsames Vokalsystem. Die Interaktion besteht darin, dass die Agenten gegenseitig ihr Sprachverhalten imitieren und aufeinander abstimmen. De Boer (1999: 28) bemerkt hierzu, dass das Ziel der Simulation nicht ist, auf genaue Weise zu zeigen, wie menschliche Vokalsysteme emergieren und sich historisch verändern, sondern ob eine Population von künstlichen Agenten prinzipiell dazu in der Lage ist, ein kohärentes System von Grund auf zu entwickeln und ob es dieselben universellen Tendenzen hat, wie menschliche bzw. natürlich vorkommende Systeme.

7.3.1 Wichtige Eigenschaften der Simulation

In der Simulation stehen sich die Notwendigkeit geringen Rechenaufwandes und der Wunsch nach möglichst hoher Realität des Modells entgegen. Es müssen also die Teile der Realität ausgeblendet werden, die für die interessanten Vorgänge nicht oder weniger relevant sind, oder die Komplexität muss durch eine klare Strukturierung vereinfacht werden.

- Daher gibt es erstens in de Boers Modell keine Semantik, denn erfolgreiche Imitation ist die Voraussetzung dafür, dass die Bedeutung des Imitierten überhaupt gelernt werden kann, siehe Boer (1999: 28).
- Zweitens ist das Bedürfnis der Sprecher, verbal zu kommunizieren, voreingestellt. Die Frage, warum Sprecher überhaupt in Interaktion treten, soll das Modell nicht klären.
- Drittens ist die Möglichkeit, Laute zum Vokalsystem hinzuzufügen voreingestellt.
- Viertens werden soziale Faktoren ausgeklammert. Das Kollektiv der Agenten ist in dieser Hinsicht vollkommen homogen.
- Fünftens bestehen die Äußerungen der Agenten immer aus einem Vokal.

Die Simulation beinhaltet eine Modellierung der Produktion und der Perzeption von Äußerungen. Agenten haben ein Gedächtnis, in dem Vokale bestehend aus einer prototypischen akustischen Repräsentation und einer prototypischen artikulatorischen Repräsentation (Position, Höhe, Rundung) gespeichert werden können. Bei der Interaktion werden akustische Repräsentationen der Vokale mittels Synthese aus ihren artikulatorischen Parametern erzeugt. Zur Erkennung fremder Vokale wird die akustische Repräsentation der Vokale auch gespeichert. Dies soll der Funktionsweise beim Menschen entsprechen, siehe Boer (2001: 40 ff.).

Bei der Produktion der Vokale wird die artikulatorische Information in eine akustische Repräsentation umgerechnet, die aus den ersten vier Formanten besteht. Diese Repräsentation wird zwischen den Agenten ausgetauscht. Natürlich produzierte Vokale enthalten noch viele andere Information, die aber vernachlässigt werden kann. Daher muss kein aufwendiges artikulatorisches Modell verwendet werden, sondern die akustische Repräsentation wird mit einer einfachen Interpolationsfunktion aus den artikulatorischen Parametern berechnet. Dennoch ist das Modell vom Klang her real, wenn man auf Grundlage der Formanten Klänge synthetisiert, und es ist schnell, was die Rechenzeit angeht. Somit können die Ergebnisse mit realen Daten verglichen werden, und die Interaktion kann in kurzer Zeit erfolgen. Um die natürliche Variation und die üblichen Kommunikationsprobleme nicht auszublenden, wird das akustische Signal mit akustischem und artikulatorischem Rauschen versetzt. Das artikulatorische Rauschen wird durch die geringfügige zufällige Variation der artikulatorischen Parameter erzeugt, das akustische durch entsprechende Variation der Formantenfrequenzen. Mit diesem artikulatorischen Modell können Vokale im gesamten Vokalraumkontinuum erstellt werden, siehe Boer (2001: 43 ff.).

Die Perzeption der Vokale durch die Agenten soll ebenfalls der menschlichen Wahrnehmung nachempfunden werden. Diese orientiert sich offenbar an Vokalprototypen. Ein wahrgenommener Vokal wird mit einem Set von Prototypen

verglichen, und mit demjenigen identifiziert, dem er am ähnlichsten ist. Kern des perceptiven Modells ist also eine realistische Funktion zur Berechnung der Ähnlichkeit bzw. von Abständen zwischen Vokalen. Sie muss der Eigenheit der Wahrnehmung Rechnung tragen, dass der erste Formant, F1, im Gehör gut unterschieden werden kann, jedoch F2 und weitere Formanten teilweise schlecht auseinandergehalten werden können, wenn diese dicht beieinander liegen. Daher werden Vokale oft nur durch F1 und den effektiv wahrgenommenen F2 identifiziert, siehe Boer (2001: 47 ff.).

Die Interaktion der Agenten besteht darin, ein Imitationsspiel zu spielen. Ziel ist, dass die Agenten einzelne Vokale der anderen Agenten möglichst gut imitieren. Es gibt Regeln, die festlegen, wann ein Spiel erfolgreich ist, und wann nicht. Je nach Ausgang der Spiele aktualisieren die Agenten ihr Sprachwissen.

- In einem Spiel werden zwei Agenten zufällig ausgewählt.
- Einer von ihnen ist der Initiator, der eine akustische Repräsentation eines seiner Vokale aus der entsprechenden artikulatorischen Repräsentation generiert.
- Der andere ist der Imitator, der diese akustische Repräsentation wie oben beschrieben verarbeitet und sie mit seinen Vokalen vergleicht. Der Imitator wählt denjenigen der Vokale seines Inventars aus, der dem des Initiators am ähnlichsten ist. Dieser erkannte Vokal wird dem Initiator auf dieselbe Weise zurückgeschickt. Der Imitator erstellt eine akustische Repräsentation des erkannten Vokals und sendet sie an den Initiator.
- Der Initiator vergleicht den zurückgeschickten Vokal mit seinem Inventar und wenn der Vokal des Imitators demjenigen Vokal des Initiators am ähnlichsten ist, den er ursprünglich an den Imitator gesendet hat, dann war das Imitationsspiel erfolgreich, andernfalls nicht.

Nach einer bestimmten Zahl solcher Durchgänge, zwischen denen die Agenten neue Vokale in ihr Inventar einfügen und die Inventare nach bestimmten Regeln manipulieren, sollen alle Agenten ein möglichst großes Vokalsystem aufgebaut haben, das bei allen in etwa gleich ist. Wie erfolgreich einzelne Vokale der Agenten sind, wird in der gesamten Anzahl der Verwendungen und der Quote der erfolgreichen Verwendungen ausgedrückt.

Nach einem Durchgang des Imitationsspiels evaluieren die Agenten den Durchgang auf folgende Weise:

- Imitiert ein Agent einen Vokal erfolgreich, wird der erkannte Vokal des eigenen Inventars an den wahrgenommenen angepasst. Ist die Imitation nicht erfolgreich, gibt es zwei Lösungen.
- Wenn der betreffende Vokal bisher erfolgreich gewesen ist, dann wird angenommen, dass die anderen Agenten ihn auch haben. Anstatt ihn aus dem Inventar zu entfernen, wird ein neuer Vokal hinzugenommen, der an den wahrgenommenen angeglichen wird.
- Wenn der Vokal vorher nicht erfolgreich war, werden noch einige Versuche gemacht, ihn an den wahrgenommenen anzugleichen, aber ab einer bestimmten Anzahl erfolgloser Versuche, wird er gelöscht.

Die Agenten haben noch drei weitere Möglichkeiten, die Vokalsysteme zu manipulieren, die von der Interaktion unabhängig sind.

- Auf Dauer erfolglose Vokale werden gelöscht. Solche Bereinigungen des Vokalsystems sollen im Schnitt alle 10 Spiele vorkommen.
- Wenn sich zwei Vokale zu nahe kommen sollen sie verschmolzen werden.
- Ab und an soll ein zufällig ausgewählter Vokal mit ins System aufgenommen werden.

Für alle diese von der Interaktion abhängigen und unabhängigen Prozesse verwenden die Agenten nur lokales Wissen über ihre Wahrnehmung und über ihr eigenes Vokalinventar. Auch verwenden sie kein Wissen über die Struktur ihres gesamten eigenen Vokalsystems, sondern nur über jeweils einen bestimmten Vokal und seine benachbarten Vokale, siehe Boer (2001: 50 ff.).

Die Agenten beginnen mit leeren Vokalsystemen. Der erste wichtige Schritt ist also die zufällige Erzeugung von Vokalen. Nach einer bestimmten Anzahl von Imitationsspielen, in denen eine Reihe von Vokalen hinzugefügt und manipuliert worden sind, kann man eine gleichmäßige agentenübergreifende Gruppierung der Vokale beobachten. Das heißt, die Agenten haben dann jeweils ähnlich viele Vokalprototypen, die sich auch an ähnlichen Positionen befinden. Würde man die Vokalsysteme aller Agenten zu einem solchen Zeitpunkt überlagern, ergäbe dies eine Visualisierung, in der die Vokale in voneinander abgegrenzten Gruppen bzw. Vokalclustern organisiert sind. Während des Imitationsspiels werden solange weitere Zufallsvokale hinzugefügt, bis kein Platz mehr für weitere Vokale bzw. Vokalcluster ist. Dadurch, dass aber Vokale im Spiel mit einer bestimmten Variation produziert werden, bleiben die Vokalcluster immer in einer leichten Bewegung. Durch diese stete Umorganisation des Vokalraumes kann es vorkommen, dass wieder neuer Platz für einen weiteren Zufallsvokal geschaffen wird. Die agentenübergreifenden Vokalcluster driften aber trotz des Rauschens nicht auseinander. Je weiter man das Rauschen aber erhöht, desto loser werden die Cluster, und entsprechend mehr Raum nehmen sie ein, sodass insgesamt weniger Platz für Vokale vorhanden ist. Vermindert man das Rauschen, so verdichten sich die Vokalcluster, wodurch mehr Vokale bzw. Vokalcluster im System Platz haben, siehe Boer (2001: 55 ff.).

Das artikulatorische und akustische Rauschen wird in der Modellsimulation eingesetzt, um die Größe des Vokalsystems zu variieren. Mit größerem Rauschen ist eine größere Streuung der Vokalcluster verbunden. Losere Cluster nehmen mehr Raum ein, als dicht gedrängte, und folglich passen mit erhöhtem Rauschen

auch weniger Vokale ins System. Systeme mit 10% Rauschen entwickeln bei de Boer 5 bis 7, und Systeme mit 20% Rauschen 2 bis 4 Vokale. Das heißt aber auch, dass eine konstant parametrisierte Population nicht alle Typen von Systemen entwickeln kann, die sich durch die Anzahl der Vokale unterscheiden. Hier zeigt sich das Fehlen einer Analogie zwischen dem Konzept des Rauschens, wie es im Modell verwendet wird, und dem, das in natürlicher Kommunikation eine Rolle spielt. Ab einem bestimmten Punkt muss die Analogie auch aufhören, da es sich bei den simulierten Vokalsystemen schließlich um phonologische Komponenten handelt, die keine Anbindung an weitere grammatische Komponenten besitzen. Die Funktionsweise dieses Modells wird weiter unten noch anschaulicher dargestellt.

7.3.2 Ergebnisse der Simulation von de Boer

Durch die Interaktion der Agenten entstehen in der Simulation tatsächlich Vokalsysteme, die den natürlich vorkommenden in vielfacher Hinsicht gleichen. Zur objektiven Beurteilung der entstandenen Systeme vergleicht de Boer sie mit drei Typen von Systemen, nämlich mit realen Systemen, die in natürlichen Sprachen vorkommen, mit zufälligen Systemen, in denen keine Optimierung stattgefunden hat und schließlich mit optimalen Systemen, in denen die Energie des Systems optimiert ist. Die beiden Größen, die in diesem Vergleich relevant sind, ist der Erfolgsquotient der Vokale und die Gesamtenergie des Vokalsystems.

Der Erfolg eines Vokals wird als Quotient aus der Anzahl seiner gesamten Verwendungen und der Anzahl seiner erfolgreichen Verwendungen berechnet. Zum Erfolg der Vokale ist aber weiterhin Folgendes zu sagen. Ein Vokal ist in einer Population erfolgreich, wenn der Vokalcluster, dem er angehört, aus tendenziell dicht gedrängten Punkten besteht. Er ist umgekehrt wenig erfolgreich, wenn der Vokalcluster eher lose ist. Die Energie eines Systems berechnet sich aus den Abständen der Vokale zueinander. Sind die Vokale ungleichmäßig im Vokalraum verteilt oder befinden sich dort zuviele Vokale, so ist die Energie hoch. Befinden

sich entsprechend wenige Vokale im Vokalraum oder sind sie gleichmäßig verteilt, dann ist die Systemenergie gering.

Ein realistisches System muss sowohl niedrige Energie als auch erfolgreiche Vokale haben, denn Systeme mit hoher Energie und dichten Clustern oder mit niedriger Energie und diffusen Clustern kommen in natürlichen Sprachen nicht vor. Hieran gemessen, sind die Systeme, die in de Boers Simulation emergieren, sehr real. Sie haben insofern die energetische Charakteristik natürlich vorkommender Systeme. Zufällige Systeme sind solche, die nicht aus der Interaktion von Agenten entstehen, sondern in denen der Vokalraum mit Vokalen an zufälligen Positionen gefüllt wird, ohne dass dabei eine Optimierung der Energie der Systeme erfolgt. Ein Vergleich mit zufällig erstellten Systemen zeigt, dass zufällige Systeme eine höhere Energie und diffusere Vokalcluster haben, also insgesamt weniger realistisch sind, als die Systeme, die aus dem Imitationsspiel emergiert sind. In optimalen Systemen wird die Stellung der Vokale solange modifiziert, bis das System ein Energieminimum erreicht hat. Ein Vergleich mit optimalen Systemen zeigt, dass die emergierten Systeme den optimalen ebenfalls sehr nahe kommen. Insgesamt sind die emergierten Systeme also mit realen bis optimalen Systemen zu vergleichen, siehe Boer (2001: 60 ff.). Insofern ist de Boers Simulation realistisch.

De Boer vergleicht die emergierten Systeme außerdem mit der Vokalsystemtypologie von Crothers (1978) da diese, wie die Simulation nur Vokalqualität, also keine Nasalisierung, Quantität usw. berücksichtigt und weitere Vereinfachungen macht, die auch in der Simulation gemacht werden, siehe Boer (2001: 84 ff.). Allgemein entsprechen die emergierten Systeme im Wesentlichen den weiteren von Crothers genannten Universalien für Vokalsysteme, wie folgt:

- Insgesamt gibt es in einem Vokalsystem nicht weniger Öffnungsgrade als bei den hinteren Vokalen des jeweiligen Systems.
- Systeme mit zwei oder mehr zentralen Vokalen haben immer einen hohen

zentralen Vokal.

- Zentrale Öffnungsgradunterscheidungen sind nie zahlreicher als äußere.
- Bei den vorderen Vokalen gibt es nicht weniger Öffnungsgradunterscheidungen als bei den hinteren Vokalen.
- Außerdem entstehen in den simulierten Systemen zuerst einfache Laute und dann, mit steigender Anzahl, immer komplexere Laute. Siehe hierzu Boer (2001: 7 ff.), Croft (1996: Kapitel 5.4) und Schwartz et al. (1997). In natürlichen Systemen sind z.B. Nasalvokale nur dann vorhanden, wenn auch Oralvokale vorhanden sind.
- Mit dem Universale, dass Systeme mit fünf Vokalen am häufigsten sind, können die simulierten Systeme nicht verglichen werden, da die verschiedenartigen Inventare durch Parametermanipulation erzeugt werden.

De Boer untersucht nicht nur die akustischen Repräsentationen der Vokale, die aus F1 und dem effektiv wahrgenommenen F2, einer Verrechnung von F2, F3 und F4, bestehen. Sondern er untersucht ebenfalls die artikulatorischen Repräsentationen, welche aus den drei artikulatorischen Parametern des Artikulationsortes, des Öffnungsgrades und dem Grad der Lippenrundung bestehen. Genauer geht es auch hier um die Clusterbildung sämtlicher Vokale, die die Menge der Agenten in der Population hat. Auf der Fläche, die durch Lokalisation und Öffnungsgrad aufgespannt wird, bilden die Vokale in der Regel gut definierte bzw. dichte Vokalcluster. Nimmt man jedoch die dritte Dimension der Lippenstellung hinzu, so zeigt sich, dass dieselben Vokalcluster auf dieser Dimension mal mehr mal weniger gestreut sind. Befinden sie sich in dieser dritten Dimension ebenfalls an einem definierten Ort, so bedeutet das, dass die entsprechenden Vokale einen definierten Wert für den Grad der Lippenrundung haben. Ist ein Vokalcluster über diese Achse verstreut, so bedeutet das, dass die entsprechenden Vokale keinen

definierten Wert für den Grad der Lippenrundung besitzen. Aus phonologischer Sicht kann das heißen, dass das dem Vokalcluster entsprechende Phonem nicht für die Opposition [+/- rund] spezifiziert ist, dass der Wert in der Perzeption nicht relevant ist oder dass es von diesem Phonem mehrere Rundungsallophone gibt. In der dreidimensionalen Darstellung zeigen sich auch weitere Fakten, die die Realitätsnähe der Simulation illustrieren, nämlich dass vordere Vokale bevorzugt ungerundet, hintere aber bevorzugt gerundet sind. Wie natürliche Sprecher nutzen also auch die Agenten die Artikulationsmöglichkeiten, um die Distinktivität der Laute zu maximieren. Die Simulation ist also nicht nur in der akustischen, sondern auch in der artikulatorischen Dimension real, siehe Boer (2001: 71 ff.).

De Boer beobachtet allgemein, dass die Art der Interaktion der Agenten in seinem Modell qualitativ durch die Veränderung der zugrundeliegenden Verhaltensalgorithmen und quantitativ durch die Veränderung einzelner Parameter, z.B. des Rauschens, in bestimmten Grenzen verändert werden kann, und in jedem Fall realistische Ergebnisse geliefert werden, siehe Boer (1999: 2). Hieraus leitet er die Notwendigkeit der Emergenz realistischer Systeme aus der Interaktion der Agenten ab, sofern nur der Interaktion der Versuch zugrundeliegt, einander möglichst genau zu imitieren. Die Variation der Details der Implementierung zeigt, dass Selbstorganisation nicht nur in einer bestimmten Implementierung erfolgreich ist, sondern auch in einer größeren Variationsbreite. “Nevertheless, the relative insensitivity to the exact details of implementation supports the claim that self-organisation plays a role in the emergence of universals of human sound systems as well. One could criticise the research ... by saying that it is not sufficiently realistic, or that the self-organisation might only be the result of the idiosyncratic behaviour of a single implementation. The results ... have shown that self-organised emergence of coherent and realistic vowel systems takes place in all the variations of the imitation game that have been investigated. Apparently self-organisation takes place independent of implementation details. This makes it more likely that self-organisation also plays an important role in human vowel

systems, even though the implementation of production, perception and the way vowels are learnt is quite different in humans than in the experiments presented here.”, siehe Boer (1999: 89).

Die Robustheit des Systems demonstriert de Boer außerdem, indem er die Agenten mit einer beschränkten Lebenserwartung ausstattet. Je kürzer ihre Lebenserwartung ist, desto instabiler ist das System und um so höher seine Energie. Dennoch bricht es nicht zusammen, sondern das Vokalsystem wird von einer Generation auf die nächste übertragen. Auch das simulierte System ist also ein robustes, offenes System. Dies funktioniert nicht nur, wenn die Beschränkung der Lebenszeit erst nach dem Erreichen eines stabilen Zustandes in das System eingeführt wird, sondern auch, wenn die Agenten von Beginn an sterblich sind. Die Vokalsysteme können also auch in ständig fluktuierenden Populationen emergieren.

7.4 Swarm – Die hier verwendete Simulationsinfrastruktur

In diesem Abschnitt stelle ich das Hilfsmittel zur Erstellung von Simulationen vor, das ich in dieser Arbeit benutzen werden. Es heißt Swarm und wird detailliert im Internet beschrieben⁵⁶. Das Swarm-Projekt hat die Absicht, die Konstruktion von Simulationen zu standardisieren und liefert gleichzeitig eine Reihe von Hilfsmitteln, die bei der Erstellung von Multiagenten-Systemen nützlich sind. Die folgenden nicht technischen Punkte werden in ‘Brief Overview of Swarm’ beschrieben, siehe Swarm Development Group (2000).

Swarm ist als ein Standard für die Umsetzung von Modellsimulationen gedacht. Ein gemeinsamer Standard würde das Nachvollziehen fremder Simulationen leichter machen. “One goal of Swarm is to bring simulation writing up to a higher level of expression, writing applications with reference to a standard

⁵⁶Siehe <http://www.swarm.org> für die derzeit noch einsehbaren Projektseiten. Mittlerweile ist das Projekt nach <http://wiki.swarm.org> verlegt worden.

set of simulation tools.” Ein besonders wichtiges Instrument bei der Erstellung von Simulationen ist die zeitliche Organisation von Ereignissen. Üblicherweise werde die zeitliche Organisation in Simulationen programmiert, ohne ihre genaue Beschaffenheit explizit zu konzipieren. Da es sich aber um eine fundamentale Komponente von Simulationen handelt, entziehe sie sich in der Praxis oft der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit Außenstehender und teilweise auch dem vollen Bewusstsein derjenigen, die die Simulation planen und umsetzen. Swarm will es hingegen unumgänglich machen, alle Annahmen über die zeitliche Organisation von Ereignissen zu explizieren. Insbesondere in diesem Fall, aber auch im Allgemeinen soll gelten: “Swarm tries to help computer simulation authors by making it easier to write simulations by making it more formal.”

Ganz allgemein bietet Swarm einen Kontext, in dem sich Agenten, also mit bestimmten Eigenschaften und Fähigkeiten ausgestattete Objekte, in einem konkreten Raum-Zeit-Modell bewegen und interagieren können. Der Lebensraum der Agenten ist in der Regel zwei- oder dreidimensional, aber man kann auch Simulationen konzipieren, in denen Raum keine Rolle spielt. Zeit spielt hingegen immer eine Rolle, da sie die Grundlage für Interaktion ist. Das zentrale Konzept von Swarm-Simulationen ist der sogenannte Modellschwarm. Ein Modellschwarm besteht aus einer Menge von Agenten und einem (raum-)zeitlichen Interaktionsplan (schedule of activity), nach dem die Agenten handeln. Der Modellschwarm ist der Beobachtungsgegenstand.

Ferner gibt es eine Reihe von Instrumenten, die die Zustände, die Position und das Verhalten der Agenten aufzeichnen und analysieren sowie die entsprechenden Daten auf verschiedene Weise darstellen können. Da es sich analog zum Modellschwarm ebenfalls um mehrere Instrumente handelt, die nach einem eigenen Zeitplan instruiert werden können, werden sie in der Swarm-Terminologie als Beobachterschwarm bezeichnet. Der Beobachterschwarm ermöglicht zudem eine bequeme Manipulation der Simulation während sie abläuft. Der Verlauf kann angehalten werden, um z.B. bestimmte Parameter der Agenten, der Beobachtungs-

instrumente oder der Aktionsmodelle zu verändern, und die Simulation kann auch in einzelnen Schritten ausgeführt werden, um bestimmte Abläufe detailliert beobachten zu können.

Swarm erleichtert es daher, die Vorteile von Modellsimulationen zu nutzen. Da Swarm gleichzeitig als Standard dient, wird auch die Publikation und Diskussion von Simulationen vereinfacht, die nach diesem Standard erstellt werden.

7.5 Implementierung von de Boers Modell als Vorstudie

Als Vorstudie habe ich mit dem soeben vorgestellten Simulationswerkzeug die von de Boer beschriebene Simulation nachprogrammiert, und zwar so, wie sie in Boer (2001: Kapitel 4) beschrieben wird.

In dem genannten Kapitel beschreibt de Boer, was seine Simulation tut, aber er gibt keine Details darüber an, wie die Simulation von ihm konkret umgesetzt wurde. Ich werde weiter unten zeigen, dass meine Umsetzung dieser Beschreibung sich im Wesentlichen so verhält, wie de Boers Simulation. Trotz der funktionalen Ähnlichkeit der beiden Umsetzungen, ist es aber möglich, dass der jeweils konkrete Programmverlauf sich unterscheidet. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass ich im Detail ganz andere Algorithmen verwende als de Boer. Dieser Sachverhalt bestätigt de Boers Behauptung, dass die Variation der Details der Implementierung zeigt, dass Selbstorganisation nicht nur in einer bestimmten Implementierung erfolgreich ist, sondern auch in einer größeren Variationsbreite von Implementierungen.

De Boer studiert seine Simulation mit großer Detailliertheit. Er zeigt, wie sie sich unter der Variation der Simulationsparameter verhält, wie realistisch die entstehenden Vokalsysteme in typologischer Hinsicht im Vergleich mit realen Systemen sind, und er zeigt, dass diese Systeme auch stabil sind, wenn Agenten, die das Vokalsystem beherrschen, aus dem Agentensystem entfernt und neue Agenten hinzugefügt werden, die sich das Vokalsystem erst aneignen müssen. Das alles werde ich hier nicht tun. Im Folgenden werde ich an einem Beispiel zeigen, dass

sich meine Umsetzung von de Boers Simulation in den wesentlichen Punkten ähnlich verhält. Dies plausibilisiert, meiner Auffassung nach schon hinreichend, dass meine Umsetzung als Ausgangspunkt oder teilweise wiederverwendbarer Bestandteil der von mir geplanten Simulation verwendet werden kann.

7.5.1 Ein illustratives Beispiel

Als Beispiel zur Illustration beschreibe ich nun einen Simulationsdurchlauf, bei dem ich 10 Agenten interagieren lasse. Artikulatorisches und akustisches Rauschen sind je auf einen Wert von 13% eingestellt.

Während die Simulation, läuft wird das emergierende Vokalsystem graphisch dargestellt. Ich habe eine einfache zweidimensionale Anzeige entwickelt, die auf der Vertikalen den Öffnungsgrad bzw. F1 und auf der Horizontalen den effektiv wahrgenommenen F2, also eine Verrechnung von F2, F3 und F4 anzeigt. Es handelt sich daher um eine Repräsentation akustischer Größen. Zusätzlich wird durch die Farbe der als Kreise dargestellten Vokale der artikulatorische Parameter der Vokalrundung angezeigt. Das Farbkontinuum zwischen schwarz und rot entspricht dem Kontinuum zwischen ungerundet und gerundet. Außerdem habe ich auf der Fläche zur Orientierung die acht möglichen Extremartikulationen, die aus den drei artikulatorischen Parametern Öffnungsgrad, Artikulationsort und Rundungsgrad gebildet werden können, angezeigt. Die entsprechenden phonetischen Zeichen dieser Artikulationen sind in XSAMPA angegeben, siehe Wells (1995). Da auf der Horizontalen F2-4 zu einem einzigen Wert verrechnet werden, geht in dieser Darstellung die Differenzierung in Artikulationsort und Rundungsgrad verloren. Die Darstellung des Rundungsgrades durch Farbgebung ist ein Versuch, in dieser Hinsicht die horizontale Positionierung der Vokale, zu desambiguieren. In der Darstellung geht artikulatorische Information also zu einem gewissen Grad verloren. Die Art der Darstellung ist jedoch hinreichend, um zu zeigen, dass die Simulation sich in der erwarteten Weise verhält.

Die folgenden drei Graphiken geben den Zustand des Vokalsystems nach 2500,

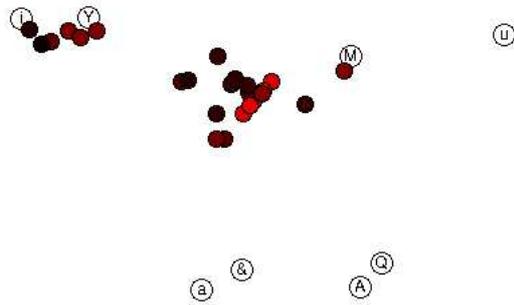


Abbildung 10: Aufbauphase

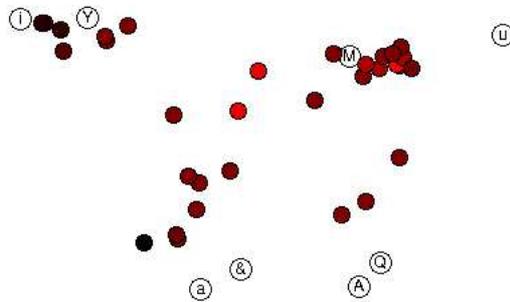


Abbildung 11: Beginnende Differenzierung

5000 und 31000 Imitationsspielen wieder. Außer der Beschreibung dieses konkreten Simulationsverlaufes werde ich an geeigneten Stellen allgemeine Impressionen einpflechten, die ich bei der Beobachtung einer Vielzahl von Simulationsdurchläufen gewinnen konnte.

Jeder Simulationsdurchlauf beginnt mit einem leeren Vokalsystem. Bevor ein Vokalsystem eine relativ stabile Form erreicht, durchläuft es eine Aufbauphase, die damit beginnt, dass zunächst ein Vokalcluster an einer beliebigen Stelle der Fläche entsteht. Es kommen immer mehr Vokale ins Spiel, was dazu führt, dass sich der ursprüngliche Cluster teilt oder dass weitere Cluster an anderen Stellen entstehen. Abbildung 10 zeigt das Vokalsystem nach 2500 Spielen. Es haben sich bereits zwei Cluster gebildet.

In Abbildung 11, nach 5000 Spielen, hat sich ein recht dichter Cluster in

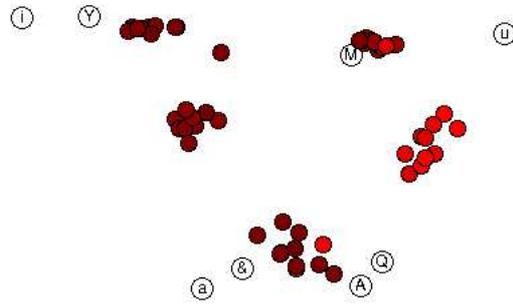


Abbildung 12: Ausgebildetes System

der geschlossenen hinteren Position gebildet und zwei losere sind in den mittleren bis offenen vorderen und hinteren Positionen erkennbar. Das System ist zwar dabei, sich zu organisieren, wobei der Ordnungsgrad weiter zunimmt, aber im Simulationsverlauf kann immer wieder beobachtet werden, wie Vokalcluster sich verdichten und wieder auflösen, wie sie innerhalb der Artikulationsgrenzen herumwandern, wie mehrere Vokalcluster zusammenfallen oder einzelne Cluster sich spalten. Einzelne Vokale, die zwischen zwei Clustern gesetzt werden, sind in der Lage, diese zu destabilisieren und aufzulösen. Das ganze System wechselt oft zwischen Zuständen, in denen mehr oder weniger definierte Cluster erkennbar sind, und solchen, in denen überhaupt keine Gruppierungen vorhanden zu sein scheinen, da die Vokalcluster sehr diffus und daher schwer zu differenzieren sind.

In Abbildung 12, nach 31000 Spielen, hat das Vokalsystem ein recht vertrautes Aussehen erlangt. Dies ist in anderen Durchläufen auch schon nach einer geringeren Anzahl von Spielen möglich. Konfigurationen wie diese können sich über unterschiedlich lange Zeit halten. Bei manchen handelt es sich um glückliche Momente, die nur für deutlich weniger als 100 Spiele bestehen und sich sogleich wieder in einen ungeordneten Zustand auflösen. Andere halten sich jedoch über mehrere tausend Spiele, ohne dass sich die positionalen Relationen zwischen den Clustern ändern. Das Resultat sieht in diesem Beispiel aus wie ein Vokalsystem mit fünf Vokalen. Die Einfärbung der Vokale legt nahe, dass es sich auch

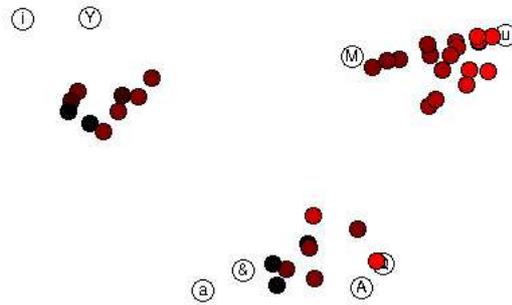


Abbildung 13: System mit drei Vokalen

tatsächlich bei den vorderen Vokalen um ungerundete und bei den hinteren um gerundete handelt. Diese Tendenz ergibt sich in allen Simulationsdurchläufen und kann daher als allgemein bezeichnet werden. Sie entspricht den Beobachtungen, die auch de Boer gemacht hat, siehe Boer (2001: 73).

Um zu illustrieren, welche Resultate sich mit anderen Einstellungen für Rauschen ergeben, bilde ich Resultate aus zwei weiteren Versuchsreihen ab. Auch hier gilt, dass es sich um auf Dauer instabile Konfigurationen von Vokalclustern handelt.

Abbildung 13 zeigt den Zustand des Vokalsystems nach 13000 Spielen. Die erhöhten Werte für das Rauschen (22% für beide Typen) sorgen dafür, dass sich in den mittleren Öffnungsgraden keine Vokalcluster stabilisieren können. Folglich ist das häufigste bei dieser Parametrisierung auftretende Muster dasjenige eines dreivokaligen Systems. Die drei Cluster teilen den verfügbaren Vokalraum derart unter sich auf, dass sich in den Zwischenpositionen keine weiteren Cluster stabilisieren können. Man erkennt im Vergleich zum vorhergehenden fünfvokaligen System, dass die Vokalcluster durch das relativ hohe Rauschen diffuser sind, also mehr Raum einnehmen, wodurch der verfügbare Raum entsprechend vermindert wird.

Wird das Rauschen auf einen relativ geringen Wert (10% für beide Typen) eingestellt, so erhöht sich die Fähigkeit der Agenten das akustische Spektrum zu

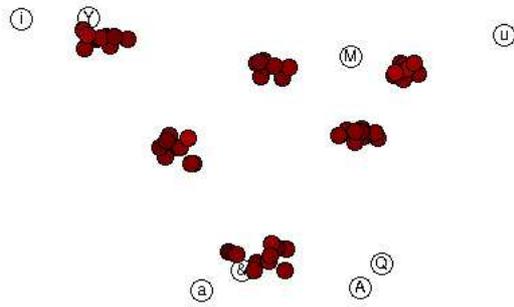


Abbildung 14: System mit sechs Vokalen

differenzieren. Dies hat zur Folge, dass sich auch in den Positionen der mittleren Öffnungsgrade Vokalcluster stabilisieren können. Im Vergleich mit den vorhergehenden Systemen sieht man, dass eine Verminderung des Rauschens eine größere Verdichtung der Vokalcluster zur Folge hat.

7.6 Fazit

7.6.1 Allgemeine Plausibilität des Konzeptes der Selbstorganisation

In diesem Kapitel wurde das Konzept der Selbstorganisation vorgestellt und es wurde plausibilisiert, dass dieses Prinzip Mechanismen der Entstehung und der weiteren Veränderung von sprachlichen Systemen zugrunde liegen kann. Die besonderen Eigenschaften des Konzeptes wurden im Kontrast zu alternativen Ansätzen, die auf genetischer Evolution basieren, verdeutlicht. Es wurde gezeigt, wie Selbstorganisation Mechanismen der kulturellen Evolution ermöglicht, durch die sprachliche Systeme als Emergenzprodukt in komplexen, dynamischen und adaptiven Systemen bzw. Populationen von kommunizierenden Sprechern beschrieben werden können. Sprachliche Systeme und ihre diachronische Dynamik können somit als ein Resultat der Interaktion von Sprechern mit grundlegenden, nicht sprachspezifischen physiologischen und kognitiven Eigenschaften, wozu insbesondere Lernfähigkeiten gehören, angesehen werden. Besonderheiten der Sprecherinteraktion sind, dass sie in einer Sprachgemeinschaft ohne zentrale Kon-

trollmechanismen, in lokaler Interaktion, allein mit lokalem Wissen stattfindet. Dennoch hat sie als Resultat eine emergierende globale Ordnung.

7.6.2 De Boers Modell als plausible Anwendung der Selektionstheorie

Um zu beweisen, dass diese Prinzipien plausibel als Grundlage für ein Modell von Sprachgemeinschaften eingesetzt werden können, wurde de Boers Modell der Emergenz und Optimierung von Vokalsystemen implementiert und mit Erfolg getestet. Folglich können das Prinzip der Selbstorganisation bzw. der kulturellen Evolution und zugehörige Konzepte als eine Anwendung der allgemeinen Selektionstheorie, siehe hier Abschnitt 6.2 interpretiert werden.

Dies kann anhand einer Gegenüberstellung von Konzepten aus beiden Gegenstandsbereichen gezeigt werden. Der Population von Interaktoren aus der Selektionstheorie entspricht in de Boers Modell das System der Agenten bzw. die Gemeinschaft der Sprecher. Die differentiale Replikation der Replikatoren bzw. der Äußerungen entspricht dem kommunikativen Austausch raum-zeitlicher Ereignisse, den (akustischen) Repräsentationen von Vokalen. Der Vorgang, der in de Boers Modell durch das Interaktionsprotokoll bzw. durch die Prozedur des Imitationsspiels festgelegt ist, ist die Entsprechung des Selektionsprozesses von Äußerungen, in dem es wiederum Entsprechungen für Variationsquelle, Fitnessfunktion und Selektionskriterium gibt.

Als Variationsquelle finden sich in de Boers Modell beispielsweise Funktionen zur randomisierten Setzung neuer Vokale sowie Funktionen mit denen Agenten versuchen, ihre Vokale an die Vokale anderer Agenten anzupassen. Diese letzteren Funktionen interagieren ferner mit den Funktionen für akustische und artikulatorische Verrauschung. Fitnessfunktion und Selektionskriterium haben ihre Entsprechungen beispielsweise in den Funktionen der Perzeptionsmodule der Agenten, mit denen diese Entscheiden, ob ihnen ein Vokal bekannt ist, welchem erfolgreichen Vokaltypen sie ihn zuordnen und schließlich in den Funktionen, die den Erfolg der Vokale evaluieren.

Schließlich gibt es auch eine anschauliche Entsprechung für die Abstammungslinie von Vokalen und ihre Fortführung bzw. ihre Unterbrechung. Die Abstammungslinie eines Vokals (Äußerung) beginnt mit seiner Setzung in den Vokalraum. Kann der Vokal in den folgenden Interaktionen, die der Agent, welcher den Vokal in seinem Inventar hat, ausführt, einem gemeinschaftsweiten Vokalcluster zugeordnet werden, ist er erfolgreich und seine Abstammungslinie setzt sich fort. Löst sich der Cluster jedoch auf oder tritt der Vokal aus bestimmten Gründen aus dem Cluster aus, ohne dass er weiter erfolgreich anderen Clustern zugeordnet werden kann, so sinkt sein Erfolgsquotient und er wird irgendwann bei der Inventarsäuberung beseitigt, womit seine Abstammungslinie endet.

7.6.3 Unzulänglichkeiten des Modells zur Simulation von Sprachwandel

Die Beispiele für Entsprechungen zwischen Selektionstheorie und de Boers Modell könnten weiter vermehrt werden. Die hier genannten Entsprechungen plausibilisieren jedoch hinreichend, dass es erstens allgemein als eine Anwendung der Selektionstheorie angesehen werden kann und zweitens als eine Modellierung von dynamischem Verhalten von Sprachsystemen. Dieser letzte Punkt ist ein Argument dafür, de Boers Modell als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Modells für Sprachwandel zu benutzen. Der Vorteil des Modells ist, dass es eine plausible Instanziierung von wesentlichen Aspekten der in Abschnitt 6.2 dargestellten Architektur für Sprachgemeinschaften ist und somit prinzipiell auch Grundlage für die Simulation von Sprachwandel sein kann.

Die Nachteile des Modells in diesem speziellen Kontext sind aber folgende.

- Die komplexeste Äußerung, die die Agenten in de Boers Modell austauschen können, ist ein einzelner Laut. Daher können keine Prozesse wie Koartikulation und Assimilation modelliert werden.
- Es gibt nur vokalische Laute. Daher sind die Modelle für Produktion und

Perzeption trotz ihres Realismus unvollständig.

- Die Äußerungen sind zwar durch die Repräsentation mittels artikulatorischer Parameter kompositionaler Natur, aber ihre interne Struktur bietet nur eine sehr reduzierte Entsprechung des in Abschnitt 6.2 eingeführten Konzeptes des Linguems.
- Es gibt keine Semantik.
- Es wird nur ein isoliertes sprachliches Subsystem modelliert. Dieses zeigt in der Simulation zwar ein dynamisches Verhalten, aber Sprachwandelsprozesse implizieren in der Regel eine Interaktion mehrerer sprachlicher Subsysteme, die gegenseitig funktionalen Druck aufeinander ausüben, und deren Modifikation Konsequenzen für die angeschlossenen Subsysteme mit sich bringt. Das dynamische Verhalten des von de Boer simulierten Systems kann, da es im luftleeren Raum stattfindet, in keinem herkömmlichen Sinn als Sprachwandelsprozess verstanden werden.

Die Schlussfolgerung, die hieraus gezogen werden muss, ist, dass de Boers Modell als Modellierung eines sprachlichen Subsystems mit dynamischem Verhalten zwar als Vorarbeit für die Entwicklung eines Modells zur Simulation von Sprachwandelsprozessen genutzt werden kann, aber dass es selbst in diesem Sinne unvollständig ist und keine Simulation von Sprachwandel ist. Vereinfacht gesagt können Elemente seines Modells, nämlich die Modellierung der kollektiven Aspekte der Sprachgemeinschaft und insbesondere des Interaktionsmodells für Sprecher übernommen werden, aber die Modellierung der Sprecher selbst, ihrer physiologischen und kognitiven Eigenschaften, muss von Grund auf neu entwickelt werden. Wesentliche Aspekte hiervon sollen im Rest dieser Arbeit modelliert und teilweise auch implementiert und getestet werden.

8 Globale Architektur des Sprechermodells (Phase 1)

In Abschnitt 5.1 wurde bereits in groben Zügen ein Modell skizziert, das als Grundlage für Modellierungen von Sprachwandelsprozessen dienen kann, wie derjenige, der im ersten Teil dieser Arbeit beschrieben wurde, siehe Abschnitt 2.4. Kapitel 6 und 7 haben Grundlagen eingeführt, die in einer konkreten Erstellung eines solchen Modells als Modellierungen von Aspekten der Sprachgemeinschaft und der darin stattfindenden kommunikativen Interaktion benutzt werden können. Eine Schlussfolgerung aus Kapitel 7 war jedoch, dass die Modellierung der Sprecherinterna der dort vorgestellten Vorarbeit neu geplant werden muss. Auch hierzu skizziert Abschnitt 5.1 diverse Bausteine.

In diesem Kapitel sollen generellere Aspekte dieser Bausteine, nämlich die globale interne Struktur der Sprecher als eine Erweiterung von de Boers Modell konzipiert und implementiert werden. Hierzu gehört als wichtigste neue Komponente das Lexikon, siehe Abschnitt 5.1.8. Der lexikalische Inhalt soll aus sprachlichen Formen mit einer segmentalen Struktur bestehen, die mit einer Bedeutung assoziiert sind. Es wird allerdings nur ein rudimentäres Konzept von Semantik eingeführt, das aber hinreicht, um die Interaktion der Sprecher an die Verwendung eines Lexikons anzupassen. Die Sprecher erhalten somit ebenfalls eine neue kommunikative Aufgabe. Die Grammatikkomponente spielt in dieser Phase der Modellentwicklung keine Rolle und wird ignoriert. Die Produktions- und Perzeptionsmodule werden im Ansatz für die Verarbeitung vokalischer wie konsonantischer sprachlicher Einheiten ausgelegt. Weitere Details wie die in den Abschnitten 5.1.8.1 und 5.1.8.2 skizzierten Eigenschaften des Lexikons werden erst in der nächsten Phase der Modellplanung mit einbezogen.

Ziel dieses Kapitels ist es zunächst, zu zeigen, dass das hier konzipierte erweiterte Modell ebenfalls die Eigenschaften eines komplexen, dynamischen, adaptiven Systems hat, und insbesondere dass auch mit dem modifizierten Interakti-

onsmodell die im System stattfindenden Prozesses auch hier auf dem Prinzip der Selbstorganisation beruhen.

8.1 Anforderungen an das Modell

Modulare Gestaltung: Es wird ein architektonisches Prinzip eingeführt, an dem sich die weitere Entwicklung des Modells orientieren soll, nämlich die Definition von Schnittstellen, über die die Komponenten des Sprechermodells kommunizieren müssen. Definierte Schnittstellen erlauben eine Modularisierung des internen Aufbaus der Sprecher. Der Vorteil dabei ist, dass einzelne Komponenten intern modifiziert oder ganze Komponenten ausgetauscht werden können, ohne weitere Änderungen an den restlichen Komponenten vornehmen zu müssen.

Komponenten für ein komplexeres kognitives Modell: Im Vergleich zu de Boers Modell, das in Abschnitt 7.3 vorgestellt wurde, müssen die kognitiven Eigenschaften der Sprecher komplexer sein, da Phänomene simuliert werden sollen, die über das Verhalten eines isolierten Vokalsystems hinausgehen. Wenn Lenition und mehrere Arten von Koartikulation modelliert werden sollen, müssen Äußerungen komplexer als einzelne Vokale strukturiert sein. Die minimale Äußerung soll hier aus einem Lexem bzw. einer Kette von mehreren Lauten bestehen. Damit die Sprecher solche sprachlichen Einheiten verstehen, verarbeiten und produzieren können, benötigen sie ein internes Lexikon.

Vollständige Artikulation: Die Sprecher sollen Lexeme nicht nur aus Vokalen, sondern aus einer Folge von Vokalen und Konsonanten bilden. Dazu benötigen sie ein vollständiges Modell von Produktion und Perzeption. Da die Komplexität des gesamten Modells besser schrittweise gesteigert werden sollte und es in diesem Kapitel um die allgemeine interne Struktur der Sprecher geht, werden hier grob vereinfachte aber funktional ähnliche Modelle von Produktion und Perzeption als Platzhalter eingesetzt. Eine bedeutende Vereinfachung für diese Erstellungsphase des Modells ist die Unveränderlichkeit von Lexemen. Lexeme werden einmal erschaffen, ohne dass sich ihre Form in der Folge verändern kann. Die für die Simu-

lation von Sprachwandelsprozessen essenzielle Dynamik der sprachlichen Formen wird erst in der nächsten Erstellungsphase des Modells eingeführt, siehe Kapitel 9.

Adaptivität / funktionaler Druck: Das modellierte System soll nach wie vor komplex, dynamisch, adaptiv und offen sein. Die Komplexität ist immer noch durch generelle Eigenschaften des Interaktionsmodells gegeben. Dynamik wird von Adaptivität impliziert. Adaptivität selbst kann sich aber auf sehr viele Aspekte beziehen. Es kann sich um die Anpassung des Systems an Umwelteigenschaften, Eigenschaften des Kollektivs der Sprecher oder Eigenschaften der einzelnen Sprecher handeln. Variable Eigenschaften, anhand derer sich die Adaptivität eines Systems zeigt, sind z.B. in de Boers Modell das akustische Rauschen als Umweltfaktor und das artikulatorische Rauschen als Sprechereigenschaft (d.h. die Genauigkeit der Artikulation). Diese Faktoren haben in de Boers Modell eine Auswirkung auf die Anzahl der Vokale im System. Allerdings sind diese Faktoren hier nicht interessant, da sie Details der Produktion und Perzeption betreffen, die in dem hier entwickelten Modell irrelevant sind und konstant gehalten werden.

Es gibt jedoch andere variable Eigenschaften, die die Adaptivität des Systems demonstrieren. Ein sehr einfaches Konzept, das funktionalen Druck⁵⁷ auf das System ausübt und so auf eingängige Weise seine Adaptivität demonstriert, ist die Variation der Anzahl der Lexikoneinträge. Hat eine Sprachgemeinschaft auf einmal mehr Dinge zu bezeichnen als sonst, muss das Lexikon wachsen. Andersherum kann das Lexikon unter gegebenen Umständen schrumpfen, wenn bestimmte Einträge darin nicht mehr genutzt werden und die Sprecher sie vergessen. Diese Variation des Lexikons demonstriert nicht nur die Adaptivität des Systems, sondern gleichzeitig auch seine Offenheit, da neue Elemente in den Äußerungspool der Population hinzukommen oder vorhandene daraus verschwinden können. Das

⁵⁷Siehe auch Abschnitt 7.1.2.2, S. 174 für den Zusammenhang von funktionalem Druck und Koevolution von Systemkomponenten. In diesem Fall geht der funktionale Druck auf die Lexikonkomponente jedoch von der Umwelt aus.

Prinzip des funktionalen Drucks wird in einer sehr einfachen Form eingeführt, um seine Plausibilität zu prüfen. In dieser Erstellungsphase des Modells wird zwar nur die eher triviale Beziehung zwischen der Anzahl von referierbaren Gegenständen (siehe weiter unten) in der Umwelt der Sprecher und der Anzahl der Lexikoneinträge modelliert. In späteren Erstellungsphasen soll derselbe systemexterne Faktor jedoch auf den Umfang von Silben-, Laut- und Merkmalsinventaren wirken. Die allgemeine Funktion des Faktors, nämlich den Bedarf des Systems an distinktiven Oppositionen zu beeinflussen, und sei es nur auf der Ebene der Lexeme, wird schon hier eingeführt und getestet.

Referenz auf Gegenstände / einfache Semantik: Damit diese Eigenschaft des Systems umgesetzt werden kann, wird ein einfaches Konzept von Semantik eingeführt. In der Umwelt der Sprecher wird eine Menge von Gegenständen platziert, auf die die Sprecher referieren können und für die sie Einträge in ihrem Lexikon schaffen können. Die Anzahl dieser Gegenstände soll veränderbar sein.

Interaktionsmodell und Aufgabe: Damit die Sprecher ihre internen Entitäten (Produktion, Perzeption und Lexikon) auch auf plausible Weise einsetzen können, benötigen sie eine Tätigkeit, die sie ausführen sollen, und ein entsprechendes Interaktionsmodell. Hier wird das Prinzip des Interaktionsmodells aus de Boers Simulation übernommen. Allerdings werden einige Änderungen daran vorgenommen. Die Sprecher bekommen eine konkrete Aufgabe gestellt, die sie durch kommunikative Interaktion lösen müssen. Kurz gesagt, müssen die Sprecher sich auf eine einheitliche Benennung aller Gegenstände einigen, die sie in ihrer Umwelt vorfinden. Das heißt, sie müssen ein kohärentes globales Lexikon erschaffen. Diese Aufgabe soll nach dem Prinzip der Selbstorganisation gelöst werden, also ohne globale Kontrolle, ohne globales Wissen, allein mit lokalem Wissen und durch lokale Interaktion. Hierzu muss das Interaktionsmodell an die Aufgabe angepasst werden.

8.2 Entwurf des Modells

Im vorhergehenden Abschnitt wurden die neuen Eigenschaften des Modells oberflächlich beschrieben. Nun folgt ihre detaillierte Beschreibung. Abschnitt 8.2.1 beschreibt die grundlegenden Komponenten des Modells. Abschnitt 8.2.2 beschreibt sein erwartetes Verhalten. Abschnitt 8.2.3 detailliert die Schnittstellen, über die die internen Komponenten kommunizieren. Abbildung 15 auf S. 210 gibt eine Übersicht zum gesamten Modell.

8.2.1 Komponenten des Modells

Die grundlegenden Komponenten des Modells sind die Sprecher und ihre internen Eigenschaften einerseits und andererseits die Gegenstände über die die Sprecher kommunizieren sollen, um ihre internen Lexika aufbauen zu können. Ebenso wie in der Simulation von de Boer ist in diesem Modell ein Konzept von Raum unnötig. Abschnitt 8.2.1.1 beschreibt die Menge der referierbaren Gegenstände, Abschnitt 8.2.1.2 skizziert die grundlegenden Eigenschaften des internen Lexikons, das jeder Sprecher hat, Abschnitt 8.2.1.3 beschreibt das Interaktionsmodell der Sprecher und Abschnitt 8.2.1.4 führt Minimalmodelle von Produktion und Perzeption ein.

8.2.1.1 Menge der referierbaren Gegenstände Die Sprecher können auf eine Menge von Gegenständen referieren, die in ihrer Umgebung enthalten sind. Die einzige Eigenschaft, die die Gegenstände haben, ist ihre Identität. Die Sprecher können auf eindeutige Weise auf diese Gegenstände referieren, ohne sie zu verwechseln. Weitere Eigenschaften sind nicht nötig. Die Anzahl der Gegenstände muss manipulierbar sein, da sie zur Regulierung des funktionalen Drucks auf das Sprachsystem der Sprecher benutzt werden soll. Daher sollte die Anzahl der Gegenstände auf zwei Weisen manipuliert werden können. Einmal durch den Programmcode der Simulation und dann, ebenfalls zur Laufzeit der Simulation durch den Benutzer. (Swarm bietet die Möglichkeit, solche Simulationsparameter

während des Simulationsverlaufes zu ändern.)

8.2.1.2 Grundlegende Eigenschaften des Sprecherlexikons Die Sprecher sollen eine interne Repräsentation eines Lexikons mit Bezeichnungen für die Gegenstände ihrer Umgebung aufbauen. Das Lexikon soll eine Menge von Einträgen sein. Jeder Eintrag ist ein Paar bestehend aus einer Referenz auf einen Gegenstand und einer Menge von einer oder mehr Formen⁵⁸, die den Gegenstand bezeichnen. Eine wichtige Teilaufgabe, die ein Sprecher ausführen muss, um ein kohärentes internes Lexikon aufzubauen, ist die Reduktion von Synonymen. Hierzu ist ein kontinuierlicher Austausch der Sprecher untereinander über die Gegenstände in ihrer Umgebung notwendig. Bevor im nächsten Abschnitt das Interaktionsmodell eingeführt wird, sollten hier einige wichtige Eigenschaften des Sprecherlexikons beschrieben werden sowie einige Operationen, die die Sprecher damit vornehmen können, die im Interaktionsmodell vorausgesetzt werden.

- Für jeden neuen Gegenstand, den ein Sprecher findet, richtet er einen neuen Eintrag im Lexikon ein.
- Zur Formenmenge des Eintrages kann der Sprecher eine Form fügen, die er selbst erstellt oder von seinem Kommunikationspartner übernimmt.
- Ein Lexikoneintrag kann einem Gegenstand mehrere Formen zuordnen (Synonymie), aber andererseits kann eine Form in mehreren Einträgen vorkommen (Homonymie). Zwar haben Sprecher ein Kriterium, mit dem sie Homonymien oder starke Ähnlichkeit zwischen Formen feststellen können, aber die Formen sind jeweils als Token an ihre Lexikoneinträge gebunden und haben darüber hinaus keine von den Einträgen unabhängige Existenz.

⁵⁸Anstelle von Einträgen, die mehr als eine Form beinhalten können, hätten Synonymien auch durch mehrere Einträge mit derselben Referenz und nur je einer Form konstruiert werden können. Beide Möglichkeiten sind äquivalent mit dem Unterschied, dass die erste mir eine sparsamere Implementierung zu erlauben scheint.

- Wie die Vokale in de Boers Simulation haben Formen ein Maß für Erfolg assoziiert, das auch hier von zwei Zählern für die Anzahl von Verwendungen und für die Anzahl erfolgreicher Verwendungen konstituiert wird. Erfolgreiche Verwendungen liegen vor, wenn die Sprecher darin übereinkommen, dass sie sich in ihrer Kommunikation auf denselben Gegenstand beziehen. Dann zählen beide eine erfolgreiche Verwendung. Ein einzelner Sprecher zählt eine erfolgreiche Verwendung, wenn sein Kommunikationspartner seine Form für den besprochenen Gegenstand übernimmt.
- Ein ideales Lexikon sollte keine Synonymien enthalten. Daher haben die Sprecher eine Funktion, die die Anzahl der Formen in den Lexikoneinträgen reduziert, wenn ein Eintrag mehr als eine Form enthält. Die Funktion basiert auf dem Maß für den Erfolg der Formen und eliminiert relativ erfolglose Formen.

8.2.1.3 Interaktionsmodell Ein konkreter Simulationsdurchlauf ist eine Folge strukturell nach gleichen Regeln verlaufender kommunikativer Ereignisse zwischen je zwei zufällig ausgewählten Sprechern. Wie gesagt, ist das im Folgenden spezifizierte Interaktionsmodell nach ähnlichen Prinzipien gestaltet wie das Imitationsspiel aus de Boers Simulation, siehe (Boer 2001: Kap. 4.5) oder (Boer 1999: 35 ff.). Es spezifiziert ein einzelnes kommunikatives Ereignis zwischen zwei Sprechern. Für jedes Ereignis wird ein Sprecher zufällig als Initiator (A) des Ereignisses ausgewählt. Der erste Schritt von Sprecher A ist die zufällige Auswahl eines Gegenstandes (O), der in der Umgebung vorhanden ist. Dann wählt er zufällig einen Kommunikationspartner (B) aus und kommuniziert mit ihm über den Gegenstand. Das Interaktionsmodell unterscheidet vier Fälle für den Verlauf des Ereignisses, abhängig vom aktuellen Wissen der Sprecher.

- Weder A noch B kennen O und haben daher beide keinen Lexikoneintrag für O. A erfindet eine neue Form, die noch nicht in As und Bs Lexikon

enthalten ist. A und B erstellen einen Lexikoneintrag für O und setzen die Form, die A erfunden hat.

- A kennt O aber B nicht. Daher nimmt B As Form für O an. Dies kann Homonymie in Bs Lexikon einführen.
- A kennt O nicht und fragt B nach seiner Form für O. B hat eine Form für O und A nimmt sie an. Dies kann Homonymie in As Lexikon einführen.
- A und B haben eine Lexikonform für O. Wenn die Formen identisch sind, endet die Runde. Wenn sie verschieden sind, aber Bs Form einem Synonym in As Lexikoneintrag entspricht, endet die Runde ebenfalls. Wenn sie verschieden sind und in As Lexikoneintrag keine Form vorhanden ist, die Bs Form entspricht, nimmt A Bs Form als Synonym für O an.

Das Verhalten der Sprecher ist weiter in Abschnitt 8.2.3.1 spezifiziert.

8.2.1.4 Minimales Modell für Produktion und Perzeption Die Sprecher greifen auf ihre Modelle für Produktion und Perzeption über eine definierte Schnittstelle zu. Dies ermöglicht es, die momentan stark vereinfachten Modelle später durch realistischere Module zu ersetzen, sofern diese nur der definierten Schnittstelle entsprechen, siehe Abschnitt 8.2.3.4. Die Modelle werden hier benötigt, um neue Lexikonformen zur Bezeichnung von Umweltgegenständen zu erzeugen, um zu überprüfen, ob zwei Formen gleich sind und schließlich, um Lexikonformen in Äußerungen und Äußerungen in Lexikonformen zu wandeln. Hier werden zunächst vereinfachte Modelle spezifiziert, die eine funktionale Ähnlichkeit zu den Modellen haben sollen, die später entworfen werden. Die vereinfachten Module haben eine Platzhalterfunktion, die jedoch schon dazu hinreicht, die Schnittstellen zu den Modulen zu definieren und das gesamte Modell testen zu können.

In diesem vereinfachten Modell für Produktion und Perzeption werden Lexikonformen aus einer willkürlich gewählten Menge von Symbolen zusammengesetzt. Strukturell können Formen aus einer oder mehr Silben bestehen. Die obere Grenze der Silbenanzahl ist ein Parameter, der vor oder während der Simulation eingestellt werden kann. Jede Silbe hat die Struktur CV, wobei C eines der Symbole aus der Menge $\{b d g m l f s x\}$ und V eines aus der Menge $\{a i u\}$ sein muss. Das Modell enthält eine Funktion, die Formen nach diesen Regeln zusammensetzt. Der am stärksten vereinfachte Teil des Modells ist die Transformation zwischen Lexikonformen und Äußerungen. Die aus Kleinbuchstaben bestehende Repräsentation der Lexikonformen wird in eine Äußerung transformiert, indem Kleinbuchstaben in Großbuchstaben verwandelt werden. Die Funktion, die die Gleichheit bzw. Äquivalenz von Lexikonformen überprüft beschränkt sich hier somit auf einen einfachen Vergleich von Zeichenketten aus lateinischen Buchstaben. Die Transformation mag bei so stark vereinfachten Modellen für Produktion und Perzeption überflüssig erscheinen, hat aber den Zweck, den konzeptuellen Unterschied zwischen Repräsentationen von Lexikonformen und Äußerungen zu schaffen. Vor allem aber handelt es sich um Funktionen des Modells, die in der Schnittstelle zum Modell in irgendeiner Form, und wenn auch nur als Platzhalter, vorhanden sein müssen.

Abbildung 15 zeigt die Beziehungen zwischen den wichtigen Komponenten der Modellsimulation aus der Perspektive eines Sprechers welcher der Initiator eines kommunikativen Ereignisses ist.

8.2.2 Erwartetes Verhalten der Simulation

In diesem Abschnitt soll das erwartete Verhalten der Simulation umrissen werden, und zwar auf der Grundlage der soeben spezifizierten Interaktion der Sprecher. Es ist anzunehmen, dass die Details der spezifizierten Interaktion in bestimmten Grenzen variieren könnten, wobei aber die Simulation immer noch ein ähnliches Verhalten produziert. Es muss dabei nur gewährleistet sein, dass das Verhalten

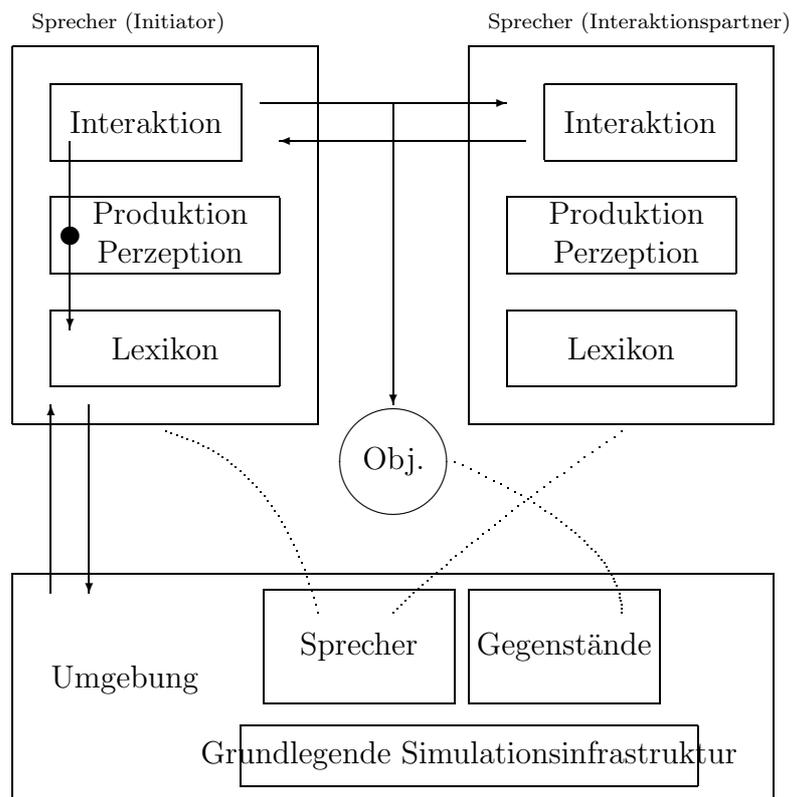


Abbildung 15: Eine grobe Skizze der Beziehungen zwischen den Komponenten des Modells

der Sprecher in irgendeiner Form folgende zwei Tendenzen beibehält. Einerseits versucht jeder Sprecher, ein Lexikon für alle Gegenstände in seiner Umgebung zu vervollständigen. Andererseits versuchen die Sprecher dabei in der kommunikativen Interaktion untereinander Übereinstimmung zu erreichen, indem sie ihr individuelles Wissen über Bezeichnungen für Gegenstände austauschen. Die Interaktion zwischen zwei kommunizierenden Sprechern hat eine einfache Struktur, aber es wird erwartet, dass der globale Zustand des Systems, das die Sprecher und ihre internen Strukturen bilden, sehr komplex werden kann. Da die Sprecher das globale Lexikon ohne Vorwissen von Grund auf neu entwickeln müssen, wird erwartet, dass die Interaktion, welche nach den Prinzipien der Selbstorganisation verläuft, zunächst einen komplexen Zustand mit hoher Unordnung erzeugt, die mit fortschreitender Interaktion aber in einen geordneten Zustand überführt wird. Aus diesem Prozess soll schließlich ein globales, kohärentes Lexikon emergieren. Genauer gesagt, beginnen die Sprecher in einer ersten Phase mit leeren Lexika, kennen keine Gegenstände aus ihrer Umgebung und prinzipiell können alle Sprecher mit allen interagieren. In dieser ersten Phase werden die Sprecher Lexikonformen für die Gegenstände erfinden bzw. sie von ihren Kommunikationspartnern übernehmen. Da dies durch lokale Interaktion mit lokalem Wissen geschieht, werden bald Inkohärenzen in das System eingeführt, ohne dass es den Sprechern zunächst auffällt. Wenn eine kritische Menge von Lexikonformen erstellt worden ist, werden die Sprecher in eine zweite Phase übergehen, in der sie vermehrt mit den entstandenen Inkohärenzen bzw. fremden lokalen Konventionen konfrontiert werden. In dieser Phase werden erfolgreichere Konventionen die weniger erfolgreichen überlagern und eliminieren bis schließlich eine homogene, globale Konvention entsteht.

8.2.3 Schnittstellen der Komponenten des Modells

Vereinfachend kann die Prozesslogik eines Simulationsdurchgangs als eine Schleife vorgestellt werden, die eine Folge von kommunikativen Ereignissen erzeugt,

indem sie zufällig je einen Sprecher auswählt und ihm für die Dauer des kommunikativen Ereignisses die Kontrolle übergibt. Der zufällig ausgewählte Sprecher muss sich um die Abwicklung der Interaktion kümmern, so wie es in Abschnitt 8.2.1.3 spezifiziert wurde. Im Folgenden wird eine Reihe von Schnittstellen beschrieben, über die die Komponenten der Modellsimulation aufeinander zugreifen können. Dazu zählen die Sprecher, die Menge der Gegenstände der Umgebung, das Lexikon des individuellen Sprechers und seine Modelle für Produktion und Perzeption. Die Funktionen, die diese Schnittstellen definieren, sind hinreichend, um die zuvor spezifizierte Interaktion aus der Sicht der Sprecher umsetzen zu können.

Da ein bestimmter Sprecher sowohl für die Rolle A als auch für die Rolle B ausgewählt werden kann, muss das Design des Sprecherverhaltens zwei Aspekte enthalten, die diesen Rollen entsprechen. Die Schnittstelle zwischen den Sprechern wird in Abschnitt 8.2.3.1 definiert. Die Sprecher benötigen eine Menge von Gegenständen in ihrer Umgebung, die sie als Objekt ihrer kommunikativen Interaktion auswählen können. Ebenso müssen sie Zugang zur Menge der Sprecher haben, um daraus Interaktionspartner wählen zu können. Diese beiden Funktionen werden von der Umgebung der Sprecher zur Verfügung gestellt, welche eine eigene Entität darstellt. Die Schnittstelle zwischen den Sprechern und ihrer Umgebung wird in Abschnitt 8.2.3.2 definiert. Abschnitt 8.2.3.3 beschreibt die Schnittstelle zwischen dem individuellen Sprecher und seinem internen Lexikon. Abschnitt 8.2.3.4 beschreibt die Schnittstelle zwischen dem individuellen Sprecher und seinem Modell für Produktion und Perzeption.

8.2.3.1 Schnittstelle zwischen Sprechern Die folgenden Funktionen definieren die Schnittstelle, über die die Sprecher kommunizieren können. In den meisten Fällen handelt es sich um Anfragen, die an das interne Lexikon des Kommunikationspartners delegiert werden. Diese Schnittstelle ist also auch Ausdruck der Einschränkung, dass Sprecher keinen direkten Zugriff auf interne Informatio-

nen anderer Sprecher haben bzw. nicht zu Frem dintrospektion fähig sind.

- *Hat Sprecher Lexikoneintrag für bestimmten Gegenstand, ja oder nein?* Dies entspricht der Frage an den Sprecher, ob er einen bestimmten Gegenstand kennt. Die Anfrage wird an das interne Lexikon delegiert.
- *Hat Sprecher bestimmte Lexikonform, ja oder nein?* Dem Sprecher wird eine Äußerung übergeben und er wird gefragt, ob er eine entsprechende Lexikonform hat. Die Anfrage wird an das interne Lexikon delegiert.
- *Produziere Äußerung für bestimmten Gegenstand.* Diese Funktion gibt die Äußerung einer Lexikonform zurück. Sie kombiniert Funktionen des Lexikons und des Produktions- und Perzeptionsmodells (*Gib Form für bestimmten Gegenstand zurück.* aus der Lexikonschnittstelle und *Erstelle Äußerung aus bestimmter Lexikonform.* aus der Schnittstelle des Produktions- und Perzeptionsmodells). Die Anfrage wird an das interne Lexikon delegiert.
- *Übernimm bestimmte Lexikonform für bestimmten Gegenstand.* Diese Funktion greift auf die *Übernimm bestimmte Form für bestimmten Gegenstand.*-Funktion der Lexikonschnittstelle und auf die *Erstelle Lexikonform aus bestimmter Äußerung.*-Funktion des Produktions- und Perzeptionsmodells zu. Die Anfrage wird an das interne Lexikon delegiert.
- *Erhöhe Erfolgsmaß bestimmter Lexikonform für bestimmten Gegenstand.* Die Anfrage wird an das interne Lexikon delegiert.

8.2.3.2 Schnittstelle zwischen Sprechern und ihrer Umgebung Die Umgebung der Sprecher stellt diesen zwei Funktionen zur Verfügung. Eine wählt einen zufälligen Sprecher aus der Menge der Sprecher aus. Die andere wählt einen zufälligen Gegenstand aus der Menge der Gegenstände aus.

- *Gib Referenz auf zufälligen Gegenstand zurück.*

- *Gib Referenz auf zufälligen Sprecher zurück.*

8.2.3.3 Schnittstelle zum individuellen Lexikon Dies sind die Funktionen, über die ein Sprecher intern auf sein Lexikon zugreift. Die meisten davon sind indirekt auch über die Schnittstelle zum Sprecher zugänglich.

- *Hat Lexikon Eintrag für bestimmten Gegenstand, ja oder nein?* Dies ist eine einfache Kontrolle, ob im Lexikon ein Eintrag mit der ID des Gegenstandes existiert.
- *Hat Lexikon bestimmte Form, ja oder nein? / Hat Lexikon bestimmte Form in Eintrag für bestimmten Gegenstand, ja oder nein?* Mit der aktuellen Modellierung von Produktion und Perzeption sind dies ebenfalls einfache Tests auf die Identität von Zeichenketten. Mit detaillierteren Modellierungen dieser Komponenten bzw. mit realistischeren Repräsentationen von Äußerungen und Formen und inhärenter Variation im Lexikon wird die zweite Funktion jedoch auf eine Interpretation des Produktions- und Perzeptionsmodells zugreifen, die auf weniger triviale Weise zustande kommt, siehe Abschnitt 8.2.3.4.
- *Gib Form für bestimmten Gegenstand zurück.* Diese Funktion holt eine Form für einen bestimmten Gegenstand aus dem Lexikon. Wenn der Lexikoneintrag mehrere Formen enthält, muss entschieden werden, welche ausgewählt wird. Ist dies nicht durch das Erfolgsmaß der Formen entscheidbar, wird eine zufällige Form ausgewählt.
- *Erstelle Eintrag für bestimmten Gegenstand.* Dies ist eine einfache Erstellung einer Datenstruktur.
- *Übernimm bestimmte Form für bestimmten Gegenstand.* Diese Funktion weist eine Form einem Lexikoneintrag zu, auch wenn schon andere darin vorhanden sind.

- *Erhöhe Erfolgsmaß bestimmter Form für bestimmten Gegenstand.* Diese Funktion hängt vom Produktions- und Perzeptionsmodell ab, um die Form herausuchen zu können.
- *Eliminiere erfolglose Form aus bestimmtem Eintrag.* Diese Funktion reduziert Synonyme in Lexikoneinträgen.

8.2.3.4 Schnittstelle zum Produktions- und Perzeptionsmodell Diese Schnittstelle verbirgt das Produktions- und Perzeptionsmodell der individuellen Sprecher.

- *Erstelle neue Lexikonform.*
- *Sind zwei bestimmte Lexikonformen gleich, ja oder nein?*
- *Erstelle Äußerung aus bestimmter Lexikonform.*
- *Erstelle Lexikonform aus bestimmter Äußerung.*

8.3 Beschreibung und Analyse des Verhaltens der Simulation

Das in diesem Kapitel spezifizierte Modell wurde implementiert und getestet. Ein Simulationsdurchlauf mit einer Population von 15 Sprechern und 50 Gegenständen, auf die die Sprecher referieren können, soll im Folgenden beschrieben werden.

Wenn die Interaktion der Sprecher in der Simulation gestartet wird, läuft eine Folge kommunikativer Ereignisse, wie oben in Abschnitt 8.2.1.3 beschrieben ab. Die Sprecher beginnen über die Gegenstände in ihrer Umgebung zu kommunizieren. Dabei erstellen sie für die Gegenstände, die sie sukzessive finden, Einträge in ihren internen Lexika. Diese bestehen aus je einer Referenz auf einen Gegenstand und einer oder mehr Formen, die die Gegenstände bezeichnen. Die Formen werden von den Sprechern erstellt oder von anderen Sprechern übernommen. In

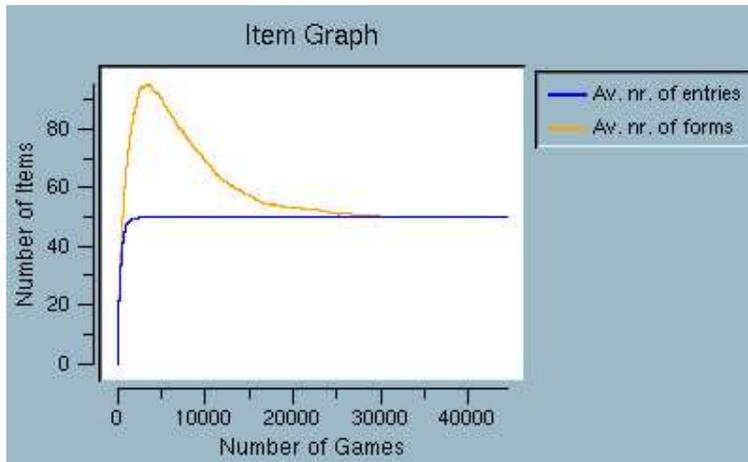


Abbildung 16: Anzahl der Lexikoneinträge und Lexikonformen

einer ersten Phase vervollständigen die Sprecher ihre individuellen Lexika. Jeder Sprecher benötigt eine gewisse Zeit bzw. eine Anzahl von kommunikativen Ereignissen, um alle vorhandenen Gegenstände zu finden.

Abbildung 16 zeigt, dass die 15 Sprecher insgesamt eine Anzahl von ungefähr 2500 kommunikativen Ereignissen (Runden) benötigen, um alle individuellen Lexika für die vorhandenen 50 Gegenstände zu vervollständigen. Nach dieser Anzahl von Runden erreicht die blaue Linie, die die mittlere Anzahl von Einträgen in den individuellen Lexika repräsentiert, die 50-Stück-Marke und bleibt dort, denn die maximale mittlere Anzahl ist somit erreicht. Die orange Linie in Abbildung 16 repräsentiert die mittlere Anzahl von Formen in den individuellen Lexika. Sie zeigt, dass dieser Wert über die 50-Stück-Marke hinausgeht und während der ersten 3500 Runden fast die 100-Stück-Marke erreicht. In der folgenden Phase des Simulationsdurchlaufes sinkt die mittlere Anzahl der Lexikonformen und zeigt ein asymptotisches Verhalten, indem sie auf die 50-Stück-Marke zugeht und diese schließlich auch nach insgesamt ungefähr 30000 Runden erreicht.

Zwei Sachverhalte sollten hierbei detaillierter erklärt werden. Erstens, was ist für den Anstieg der mittleren Anzahl von Lexikonformen in der ersten Phase des Simulationsdurchlaufes verantwortlich? Zweitens, was ist für die Verminde-

rung dieser Anzahl in der zweiten Phase verantwortlich? Der erste Sachverhalt wird durch die Struktur der Interaktion der Sprecher erklärt. Neue Lexikonformen werden nur in solchen Interaktionsrunden erstellt, in denen beide Sprecher den Gegenstand der Kommunikation nicht kennen. Das heißt, dass neue Lexikonformen nur solange erstellt werden, bis die mittlere Anzahl der Lexikoneinträge die 50-Stück-Marke erreicht bzw. ungefähr bis zur 2500. Runde wo alle Sprecher alle Gegenstände kennen. Nach diesem Zeitpunkt kann die Anzahl der Lexikonformen nur noch dadurch ansteigen, dass Sprecher von anderen Sprechern Formen als Synonyme übernehmen. Synonyme werden vom Beginn der Interaktion an ausgetauscht, aber wenn ab einem bestimmten Zeitpunkt keine neuen Lexikonformen mehr erstellt werden, kann auch dieser Austauschprozess nicht mehr weitergehen, was nach 3500 Runden der Fall ist. Der zweite Sachverhalt, das Absinken der mittleren Anzahl von Lexikonformen, ist einerseits auf die schon erwähnte Beendigung der Produktion neuer Formen und des Austausches von Synonymen zurückzuführen. Andererseits haben die Sprecher eine Funktion, die regelmäßig mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit weniger erfolgreiche Synonyme in den Lexikoneinträgen eliminiert. Ohne Neuproduktion von Lexikonformen und mit fortschreitender Interaktion wird die Anzahl der Formen auf einen Minimalwert von einer Form pro Lexikoneintrag reduziert.

Abbildung 17 zeigt den mittleren Erfolg der Lexikonformen. Das Erfolgsmaß einer Form ist ein Quotient aus der Anzahl ihrer erfolgreichen Verwendungen im Zähler und der gesamten Anzahl ihrer Verwendungen im Nenner. Dieser Quotient kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Man sieht, dass der mittlere Erfolg aller Lexikonformen während der ersten 500 bis 1000 Runden auf einen Wert von 0.8 abfällt. Danach steigt er wieder an und nähert sich asymptotisch der 1.0-Marke an. Nach ungefähr 32000 Runden ist dieser Abstand verschwindend gering. Das Absinken des mittleren Erfolges der Formen in der ersten Phase des Simulationsdurchlaufes wird dadurch erklärt, dass die Sprecher in den ersten 500 bis 1000 Runden zwar Lexikonformen für die in der Umgebung gefundenen Gegenstände

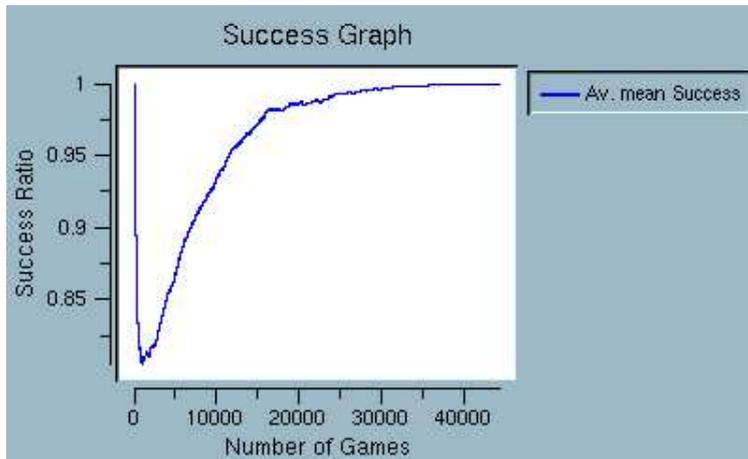


Abbildung 17: Der mittlere Erfolg von Lexikonformen

erstellen, aber zwischen den Sprechern, bedingt durch die Lokalität der Interaktion und des individuellen Wissens, kein hinreichender Informationsaustausch möglich ist, um die für die Gegenstände erstellen Bezeichnungen unmittelbar zu einer globalen Konvention zu machen. Stattdessen erstellen die Sprecherpaare in den frühen Phasen des Simulationsverlaufes Formen für Gegenstände, für die sie lokal keine Bezeichnung haben, ohne dabei Zugang zu dem Wissen anderer Sprecher bzw. zu bereits verwendeten Bezeichnungen zu haben. Dies macht die individuellen Lexika inkohärent zueinander. Praktisch sind in der ersten Phase solche Fälle der Interaktion am häufigsten, wo nur einer der beiden Sprecher den Gegenstand kennt und der andere die zugehörige Form übernimmt, wobei dieser das Erfolgsmaß der übernommenen Form senkt, oder wo beide den Gegenstand kennen, aber ihre Formen dafür verschieden sind. Nach 500 bis 1000 Runden ist aber bereits eine kritische Mengen von Synonymen ausgetauscht worden, sodass die Lexika insgesamt kohärenter geworden sind und erfolgreichere Interaktionsrunden stattfinden können. Nachdem das Erfolgsminimum passiert ist, werden die relativ erfolgreichen Formen in einem selbstverstärkenden Prozess immer erfolgreicher, während die erfolglosen nach und nach eliminiert werden. Nach 32000 Runden haben die Sprecher die Organisationsaufgabe gelöst und jedes individu-

elle Lexikon enthält für jeden Gegenstand einen Eintrag, jeder Eintrag enthält genau eine Form und jede Form hat einen Erfolgsquotienten von 1.0 erreicht. Ferner ist die Bezeichnung der Gegenstände einheitlich.

Ein Simulationsdurchlauf wurde detaillierter analysiert. Dazu wurden die individuellen Lexika aller Sprecher alle 500 Runden ausgegeben. Aus dieser Information⁵⁹ wurden für jeden Gegenstand alle Typen von Symbolfolgen extrahiert, die zu dem jeweiligen Zeitpunkt von den Sprechern benutzt wurden. Tabelle 1 zeigt diese globalen Lexika nach 500, 3500, 10000, 20000 und 30000 Runden. Man sieht, dass schon nach 500 Runden fast alle Typen von Symbolfolgen eingeführt wurden. Dies zeigt, dass der Anstieg der mittleren Anzahl von Lexikonformen aus Abbildung 16 kein Anstieg der Anzahl von Formtypen, sondern offenbar von Formtoken ist, der vor allem durch den Austausch von Synonymen zustande kommt. Tabelle 1 illustriert auch die Reduktion der Anzahl von Formen pro Lexikoneintrag zur 30000. Runde hin. Sie zeigt auch, dass in den Sprecherlexika Homonyme existieren, z.B. die Form “xu” für die Gegenstände 5, 15 und 16. Das Vorkommen von Homonymie soll hier aber nicht problematisiert werden.

8.4 Fazit

In diesem Kapitel wurde eine neue interne Struktur für Sprecher in ihren generellen Zügen entworfen. Ferner wurde eine Modellsimulation implementiert, die den Anforderungen aus Abschnitt 8.1 und dem Entwurf aus Abschnitt 8.2 entspricht. Die Implementierung lässt ein globales, kohärentes Lexikon in einer Sprachgemeinschaft nach den Prinzipien der Selbstorganisation emergieren. Es handelt sich bei dem simulierten System also ebenfalls um ein komplexes, dynamisches System. Es ist adaptiv, da es sich an Veränderungen in der Umwelt anpasst. Es ist offen, da Elemente in den Äußerungspool der Sprecher hinzukommen oder daraus verschwinden können. Die hier modellierten internen Eigenschaften der Sprecher

⁵⁹Die ausgegebenen Daten enthalten zudem auch Informationen über den Erfolg der Formen, sodass noch detailliertere Analysen vorgenommen werden könnten.

Obj.	Anzahl der Runden				
	500	3500	10000	20000	30000
0	gixi suxi xa dusu sili	gixi suxi xa dusu sili	gixi suxi xa dusu sili	dusu sili	dusu
1	dudu fi	gidi dudu fu fi	dudu fu fi	fu	fu
2	masa mali ligu baxu fi	xili masa mali ligu baxu fi	xili masa mali ligu baxu fi	xili mali fi	mali
3	gi sigu siba luli	gi sigu siba xumi	gi xumi	gi xumi	xumi
4	dafi gagu di	dafi dubi gagu	dafi gagu	dafi	dafi
5	bumu xu gu	bumu xu gu	xu gu	xu	xu
6	ba sixa	ba gaga sixa maba	ba gaga maba	ba gaga	ba
7	su bifu xuxa	bifu su xuxa	bifu xuxa	bifu xuxa	bifu xuxa
8	dixa mu bi gaxu	dixa mu bi xiba gaxu	xiba	xiba	xiba
9	gafu gifu sixu faxu xilu	gafu gifu sixu faxu xilu	gafu gifu faxu	gafu	gafu
10	lixu lu fila bi	lixu lu bi	lixu lu	lu	lu
11	fixa ga fagu mifa du	fixa ga fagu mifa du	ga fagu mifa du	fagu mifa du	fagu
12	da labi du buxu	gafa da labi du buxu	da labi	da labi	labi
13	xu xa	xu xa buxi	xu xa	xa	xa
14	bida dadu famu gu	bida maxi fisu famu dadu gu	bida maxi fisu gu dadu famu	gu	gu
15	xu xalu mufu dibi	xu xalu mufu	xu xalu mufu	xu	xu
16	ba xu susa daxu	ba xu susa daxu	ba xu daxu	xu	xu
17	mu ligu fu busa mibi	mu ligu busa mibi	mu ligu	mu	mu
18	babu lusi xubi	babu lusi xubi	babu lusi xubi	xubi	xubi
19	gusu bilu badi lumu	gusu bilu badi lumu	gusu bilu lumu	lumu	lumu
20	gi fafi bu	gi fafi bu	gi bu	gi	gi
21	sa la	sa la	la	la	la
22	xufu malu mudu lifu	xufu malu mudu lifu	xufu malu mudu lifu	xufu	xufu
23	gali mu ma	gali mu ma	gali	gali	gali
24	sa sigi bu luli	sa sigi bu luli	sa sigi	sa sigi	sigi
25	sufi suba xuli	sufi suba misi xuli	suba misi xuli	misi	misi
26	li du fu	li du fu	du	du	du
27	limi lugü bu suli	limi lugü suli bu	suli bu	suli	suli
28	sabi mili fubi	sabi mili fubi	sabi	sabi	sabi
29	dama mumu gisi	laxu dama mumu gisi	dama dama gisi	dama mumu	dama
30	dufa bili	dufa bili	dufa bili	dufa	dufa
31	dufa mi mixi	dufa mi mixi	mi mixi	mixi	mixi
32	bumu gusi buxa mi	bumu gusi buxa mi	bumu gusi buxa	bumu buxa	bumu
33	xi mimu lulu giba	xi mimu lulu giba	xi mimu lulu giba	xi	xi
34	laxu laga dixi fu ma	laxu laga dixi	dixi	dixi	dixi
35	sidu gufi su sami si	sidu gufi su si sami	gufi su si	gufi	gufi
36	da lifa sula	lifa fumi sula	lifa fumi sula	lifa	lifa
37	duxu xixa lu xifu	duxu lu xixa xifu	duxu xixa lu xifu	duxu xixa lu	xixa
38	lasa lulu xu bubi bifa	lasa lulu xu bubi bifa	lasa lulu bifa	bifa	bifa
39	fafu daxi masi	fafu daxi masi	fafu daxi masi	daxi	daxi
40	bami xuda	bami xuda	xuda	xuda	xuda
41	bula ga mi fada di	ga bula mi fada di	bula mi fada di	di	di
42	da digi ma	da digi ma	digi	digi	digi
43	lu mi fi	lu mi fi	lu	lu	lu
44	da bixu fa bu	ximu da bixu fa bu	da bixu fa bu	fa	fa
45	bu muxa gumi	bu muxa gumi	bu	bu	bu
46	bixi biga xisi xuli sumi	bixi biga xisi	bixi	bixi	bixi
47	gabü fima xuxa	gabü fima saxu xuxa	gabü xuxa	gabü	gabü
48	difa safa fu xadu	difa safa xadu	safa xadu	xadu	xadu
49	suxu sulu salu	sulu	sulu	sulu	sulu

Tabelle 1: Varianten der Lexikonformen nach n Runden

sind ein Lexikon, ein Produktions- und Perzeptionsmodell mit vollständiger Artikulation sowie ein Interaktionsmodell, das eine neue kommunikative Aufgabe für die Agenten spezifiziert und auf einer rudimentären Semantik, nämlich auf Objektreferenz beruht. Zwei wichtige Eigenschaften dieses kognitiven Modells sind zwei antagonistische Funktionen, die einerseits neue Lexikonformen produzieren und andererseits erfolglose Formen eliminieren. Das Produktions- und Perzeptionsmodell ist konzeptuell rudimentär gehalten. Da aber die Architektur des Modells als ein Zusammenhang von Modulen entworfen wurde, die über definierte Schnittstellen kommunizieren, können das Produktions- und Perzeptionsmodell und auch andere Komponenten durch realistischere Versionen ausgetauscht werden, ohne dass Änderungen an der globalen Architektur vorgenommen werden müssen.

In diesem Zustand ist das Modell noch so beschränkt, dass es nicht zur Simulation der Klasse von Sprachwandelsprozessen geeignet ist, die in Abschnitt 2.4 beschrieben wurde. Der Grund hierfür ist, dass die Lexeme, die in den Lexika der Sprecher enthalten sind, unveränderlich sind. Die nächste Phase der Modellierung wird die nötigen Änderungen einführen, um solche Prozesse simulierbar zu machen.

9 Ausarbeitung einer generischen Infrastruktur (Phase 2)

9.1 Einleitung

Im vorhergehenden Kapitel wurden bereits generelle Züge des Modells aus Abschnitt 5.1 geplant und umgesetzt. Abschnitt 8.4 listet diese Eigenschaften auf und erwähnt auch, dass das Modell der ersten Phase (Kapitel 8) nicht in der Lage ist, die in Abschnitt 2.4 beschriebenen Sprachwandelsprozesse zu simulieren, da die Lexeme der Sprecher in diesem Modell unveränderlich sind. Dieses Kapitel spezifiziert weitere Details des in Abschnitt 5.1 skizzierten Modells, um dieses Defizit zu beseitigen und andere nötige Eigenschaften einzuführen. Die Erweiterungen werden in Abschnitt 9.2 beschrieben, aber zuerst folgt eine Übersicht zu den Inhalten des aktuellen Kapitels.

Eingrenzung möglicher Sprachwandelsprozesse: Dieses Kapitel nimmt ein Problem auf, das zuerst in Kapitel 4 und weiter in Kapitel 6 vor allem im Zusammenhang mit generativen Formalismen thematisiert wurde, nämlich die Definition von Grenzen, in denen sprachliche Strukturen bzw. sprachliche Systeme manipuliert werden müssen, damit eine Theorie von Sprachwandel keine unnatürlichen Zustände und Prozesse in sprachlichen Systemen erzeugt. Solche Grenzen könnten z.B. in einem generativen Formalismus durch eine bestimmte Menge von Regeln ausgedrückt werden. Ideal wäre es jedoch, den Ansatz von de Boer übernehmen zu können, der durch die direkte und detaillierte physiologische Modellierung von Produktion und Perzeption erreicht, dass keine unmöglichen Artikulationen und Perzeptionsresultate entstehen. Das Prinzip wäre also, alle physiologischen und kognitiven Strukturen der Sprecher derart detailliert in ihrer Natur zu beschreiben, dass ihre Funktionsweise nur natürliche Zustände und Prozesse von sprachlichen Systemen erzeugen können.

Das Problem hierbei ist leider, dass dieser Ansatz für das stark reduzierte sprachliche Subsystem, das de Boer simuliert, vergleichsweise einfach realisiert

werden kann. Denn darin gibt es keine konsonantische Artikulation, keine Interaktion zwischen Segmenten der Lautkette und auch keine Interaktion zwischen mehreren sprachlichen Subsystemen. Da das hier geplante Modell jedoch genau diese Eigenschaften haben soll, ist es im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, den Ansatz von de Boer in diesem Entwicklungsstadium des Modells umzusetzen. An geeigneten Vorarbeiten, die in diese Richtung gehen, wie z.B. das artikulatorische Gestenmodell von Browman und Goldstein, siehe z.B. Browman & Goldstein (1992), zur nichtkategorischen, sondern kontinuierlichen Modellierung einer vollständigen Artikulation, fehlt es nicht. Jedoch würde eine konsequente Umsetzung dieses Modellierungsprinzips den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Prothetischer Gebrauch expliziter Regeln für Prozesse: Daher greife ich in dieser Planungsphase des Modells auf die einfachere Möglichkeit zurück, mögliche Zustände und Prozesse in sprachlichen Systemen durch Regeln einzugrenzen. Abschnitt 9.3 führt daher zunächst theoretische Elemente ein, aus denen solche Regeln hergeleitet werden können. Eine Grundlage zur internen Modellierung von Segmenten und der strukturellen Interaktion zwischen mehreren Segmenten führt Abschnitt 9.3.1 ein. Dort wird knapp das Modell der Feature Geometry beschrieben sowie beispielhaft einige Möglichkeiten, die sich mit diesem Modell zur strukturellen Manipulation von Segmenten und Segmentketten ergeben. Das vorgestellte Modell ist eine Grundlage dafür, dass Regeln für mögliche Zustände und Prozesse in sprachlichen Systemen spezifiziert werden können.

Abschnitt 9.3.2 fasst einige typologische Tendenzen von Lautsystemen aus Maddieson (1984) zusammen, die als Richtlinien für das dynamische Verhalten der in diesem Kapitel modellierten Lautsysteme dienen sollen.

Abschnitt 9.3.3 referiert einige der in Vennemann (1988) vorgestellten Präferenzgesetze für Silbenstruktur und kondensiert darin gemachte Beobachtungen belegter Prozesse des Wandels von Silbenstruktur. Diese Elemente sollen zur Einschränkung möglicher struktureller Veränderungen an Silben, wie sie hier modelliert werden, eingesetzt werden.

Generische Aspekte des Modells: Das in Kapitel 5 skizzierte Modell ist zwar aus den Daten und Beiträgen zur Diskussion des Sprachwandelsprozesses, der Gegenstand des ersten Teils dieser Arbeit ist, abgeleitet. Dennoch werden dort eher generische Aspekte für ein Modell von Sprachwandel skizziert, das nicht allein zur Modellierung des hier ausgewählten Sprachwandelsprozesses verwendet werden kann, sondern prinzipiell für beliebige Prozesse, die auf Manipulation segmentinterner Struktur und der Interaktion zwischen Segmenten beruht. Diese beiden Arten der Modifikation definieren eine Klasse von Sprachwandelsprozessen, die über die in Abschnitt 2.4 beschriebene Menge von Prozessen hinausgeht. Es ist daher wichtig, den prinzipiell generischen Charakter des hier entwickelten Modells zu betonen, um zu verdeutlichen, dass es folglich auch für die Modellierung und Simulation einer umfangreicheren Klasse von Sprachwandelsprozessen eingesetzt werden kann, als die, um die es in dieser Arbeit geht. Eine Absicht dieses Kapitels ist es daher, zunächst nur in diesem Sinn generische Aspekte des Modells weiter zu entwickeln.

Weitere Inhalte: Abschnitt 9.4 enthält die detailliertere Modellierung der Sprecherkomponenten. In Abschnitt 9.5 werden die wichtigsten Neuerungen, die in diesem Kapitel am Modell der Sprecherinterna vorgenommen wurden, getestet. Abschnitt 9.6 fasst die wichtigsten Ergebnisse dieses Kapitels zusammen.

9.2 Übersicht zu den Erweiterungen des Modells

Folgende Aspekte des in Abschnitt 5.1 skizzieren Modells werden hier in der zweiten Phase der Modellbildung weiter ausgearbeitet. Detailliertere Spezifikationen werden in Abschnitt 9.4 gegeben.

Äußerungen, Lexikonformen: Im Modell der ersten Phase bestanden Äußerungen und Lexikonformen aus einer beschränkten Anzahl von Silben. Alle Silben hatten die Struktur CV. Alle C und V waren willkürlich gewählte Symbole, die phonetisch und phonologisch nicht weiter analysierbar waren. Daher können diese Symbole auch nicht als phonologische und phonetische Repräsentationen von

Lauten dienen. Zur Modellierung von Schwächungs- und Koartikulationsprozessen ist die Analysierbarkeit von Segmenten aber notwendig und zudem müssen sie veränderlich sein, siehe Abschnitt 5.1.4. Daher wird in diesem Modell eine Repräsentation für Lautsegmente eingeführt, die die nächste Komplexitätsstufe nach der einfachen Inventarisierung nichtanalysierbarer Segmente aus dem letzten Modell darstellt, was die Feinkörnigkeit der Repräsentation betrifft. Diese Repräsentation wählt als nächst kleinere sprachliche Einheit das distinktive Merkmal. Im Modell der ersten Phase werden die Lexeme zwar nach einer einfachen Regel mit einer Silbenstruktur erstellt, aber diese spielt bei der weiteren Benutzung der Lexeme in der Sprecherinteraktion keine Rolle mehr. In der zweiten Phase soll Silbenstruktur jedoch eine strukturelle Eigenschaft der Lexeme und Äußerungen sein. Äußerungen und Lexikonformen sollen in allen diesen Struktureigenschaften veränderbar sein.

Materielle und mentale Repräsentation: Es wird eine verschiedenartige Repräsentation von Äußerungen und Lexikonformen geben. Die mentale Repräsentation der Lexikonformen wird hierarchischer Natur sein, während die materielle Repräsentation der Äußerungen dies nicht sein wird.

Produktion und Perzeption: Die Hauptaufgabe der Modelle für Produktion und Perzeption ist weiterhin die Transformation zwischen Äußerungen und Lexikonformen. Die Modelle werden nun so erweitert, dass sie die Struktur von Äußerungen und Lexikonformen verändern können. Es wird mehrstufige Prozesse für Produktion und Perzeption geben, wo an definierten Stellen regelhafte Veränderungen an Stadien der zu transformierenden Formen vorgenommen werden können, siehe Abschnitt 5.1.6.

Dynamische Inventare, funktionaler Druck: Im Modell der ersten Phase hat der funktionale Druck, der durch die Anzahl der referierbaren Gegenstände reguliert wird, nur eine sehr einfache Auswirkung auf das Lexikon. Da dort ein festes Lautinventar, und damit auch ein festes Silbeninventar vorgegeben ist, müssten in jenem Modell zunehmende Mengen von Lexemen durch Konkatenation von immer

mehr Silben erstellt werden, sobald die Kombinationsmöglichkeiten der möglichen Silben in Lexemen mit einer bestimmten Anzahl von Silben ausgeschöpft sind. Das Modell der zweiten Phase soll auf subtilere Weise auf funktionalen Druck reagieren. Es soll sich nicht nur die Zahl der Lexeme verändern, um die Anzahl der distinktiven Oppositionen im Lexikon an den distinktiven Bedarf anzupassen, sondern auch die Inventare der distinktiven Merkmale, der Phoneme, der Silbenteile, der Silben und eventuell anderer Einheiten.

Um ihr individuelles Sprachsystem an den Bedarf nach distinktiven Oppositionen anpassen zu können, sollen die Sprecher direkt den Umfang distinktiver Merkmale manipulieren können. Erhöht sich der Bedarf, sollen Merkmale hinzugenommen bzw. funktionalisiert werden. Sinkt der Bedarf, so sollen sie defunktionalisiert bzw. entfernt werden⁶⁰. Diese Manipulation soll aber nicht dem Zufall überlassen werden, sondern sich nach implikationalen Universalien und Tendenzen richten, wie sie von der typologischen Forschung beobachtet werden. Hierzu ziehe ich die Ergebnisse aus Maddieson (1984) bzw. Abschnitt 9.3.2 heran. Sie geben eine Reihe von Einschränkungen für die Zusammensetzung von Phoneminventaren vor und an diesen Einschränkungen soll sich auch das dynamische Verhalten der Inventare distinktiver Merkmale und phonemischer Einheiten der Sprecher richten. Um nicht nur realistische Phoneminventare zu haben, sondern

⁶⁰ *Beispiel:* In einem fiktiven Szenario haben die Sprecher ein minimales Phonemsystem um Lexeme für eine bestimmte Anzahl von Gegenständen zu bilden. Die Phoneme, die Menge der möglichen Silbenstrukturen und die maximal erlaubte Silbenzahl in Lexemen sind hinreichende Ressourcen, um alle Gegenstände eindeutig zu benennen. Nun wird die Anzahl der Gegenstände deutlich vervielfacht, sodass diese Ressourcen unzureichend werden. Da die maximale Silbenzahl der Lexeme und die Menge der Silbenstrukturen keinen weiteren Spielraum bieten, werden neue Phoneme hinzu genommen, um die Kombinationsmöglichkeiten dem Bedarf entsprechend zu vervielfachen. Die Sprecher haben wieder genug Ressourcen, um alle Gegenstände benennen zu können. Dann wird die Anzahl der Gegenstände wieder deutlich reduziert, sodass ein Überschuss an kombinatorischen Ressourcen besteht und der "Sprachgebrauch" kognitiv unökonomisch ist. Die Sprecher reduzieren den Umfang des Phonemsystems, um es den Erfordernissen anzupassen.

Dieses Szenario beschreibt einen auf den ersten Blick unrealistischen aber beabsichtigten Aspekt der Modellierung. Unrealistisch hieran ist erstens, dass reale Sprecher in ihrer Lebenszeit niemals solche kognitiven Veränderungen an der Struktur ihrer Muttersprache vornehmen würden. Zweitens, dass Phonemsysteme zwar auf funktionalen Druck reagieren können, aber nicht in dem hier beschriebenen Maß. Welches die Simulationsabsicht hierbei ist, wird in Abschnitt 9.5 beschrieben.

auch eine realistische Struktur von Lexemen, sollen für die Bildung von Silben Einschränkungen bestimmt werden. Vennemann (1988) beschreibt eine Reihe solcher Einschränkungen, siehe Abschnitt 9.3.3. Diese sind gleichzeitig Bestandteil einer Theorie der Silbenstruktur, die nicht allein synchronische Struktur, sondern auch diachronische Veränderungen der Struktur beschreibt.

Strukturanalyse im Lexikon: Abschnitt 5.1.8 beschreibt einen Mechanismus des Lexikons, der versucht, die Ausdrückbarkeit von Konzepten über sprachliche Formen und Strukturelemente von sprachlichen Formen zu sichern. Hierzu ist eine strukturelle Analyse des Formeninventars des Lexikons nötig. In diesem Kapitel sollen Ansätze für die dazu nötige Infrastruktur eingeführt werden.

9.3 Benutzte Theorien und Modelle

Die folgenden drei Abschnitte führen theoretische Grundlagen ein, die bei der segmentalen und subsegmentalen Modellierung von Lexikonformen und Äußerungen benutzt werden sollen. Außerdem sollen sie beim Finden von Regeln benutzt werden, die das dynamische Verhalten der Inventare der distinktiven Merkmale, der Phoneme, der Silbenteile und der Silben in realistischer Weise einschränken.

9.3.1 Feature Geometry

Die subsegmentale Repräsentation der Lexikonformen soll auf dem Modell der “feature geometry” basieren, wie es z.B. in Clements (1985) beschrieben wird. Folgende sind die wesentlichen Eigenschaften des Modells.

Es behandelt Merkmale (features) als funktionale Einheiten, die bestimmten Verhaltensregeln folgen (die als Regeln angegeben werden können). Merkmale können gruppiert werden und sich zusammen wie eine funktionale Einheit verhalten. Evidenz gibt es sowohl für Gruppierungen von Merkmalen innerhalb der Segmente als auch für sequenzielle Gruppierungen in der Segmentkette. Innerhalb der Segmente gibt es ferner Evidenz für eine hierarchische Anordnung der Merkmale und Merkmalgruppen. Das Modell kann diese Arten der Gruppierung

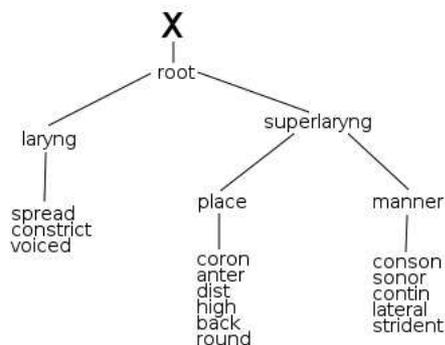


Abbildung 18: Merkmalsbaum nach Clements

und der hierarchischen Anordnung abbilden.

Die Segmentfolge ist eine Kette von C- oder V-Symbolen (CV-Tier). Von jedem dieser Symbole geht eine Baumstruktur aus, in der die Merkmale hierarchisch angeordnet sind. Da die vokalische oder konsonantische Natur aus der Baumstruktur selbst hervorgeht, kann der CV-Tier zu einem X-Tier bzw. einer Segmentkette verallgemeinert werden, siehe z.B. auch Kenstowicz (1994: Kap. 8.7.1). Direkt unter dem X-Symbol hängt der Wurzelknoten (root node), der die Gesamtheit der Merkmalsstruktur bzw. die oberste Ebene einer Hierarchie von Klassenknoten repräsentiert.

9.3.1.1 Clements' Modell In Clements (1985) ist der Baum folgendermaßen strukturiert, siehe Abbildung 18. Der Wurzelknoten verzweigt sich in einen Laryngalknoten und einen Superlaryngalknoten. Die laryngalen Merkmale sind [spread], [constricted] und [voiced]. Der Superlaryngalknoten verzweigt sich in einen Artikulationsortknoten und einen Artikulationsartknoten. Die Merkmale des Artikulationsortes teilt Clements in primäre und sekundäre ein. Die primären sind [coronal], [anterior] und [distributed]. Die sekundären sind [high], [back] und [rounded]. Die Merkmale der Artikulationsart sind [consonantal], [sonorant], [continuant], [lateral] und [strident]. Diese Struktur reflektiert die Kompositionalität

der Artikulation. Je weiter die Komponenten der hierarchischen Struktur durch Verzweigungen voneinander entfernt sind, desto unabhängiger Komponenten der Artikulation repräsentieren sie. Während es hinreichende Evidenz für die Unabhängigkeit der Laryngal-, Superlaryngal- und Artikulationsortknoten gibt, fehle hinreichende Evidenz für die Unabhängigkeit des Artikulationsartknotens. Als Option schlägt Clements vor, die dort enthaltenen Merkmale direkt unter den Superlaryngalknoten zu fassen.

9.3.1.2 Halles Modell Ein ähnliches Modell von Halle ist entsprechend aufgebaut, siehe Kenstowicz (1994: Kapitel 4.3) und Abbildung 19: Der Wurzelknoten enthält die Merkmale [consonantal] und [sonorant]. Für Segmente mit den Kombinationen [+cons,+/-sonor] kann der Wurzelknoten weiter in die Terminalknoten [lateral], [strident] und [continuant] verzweigen. Desweiteren werden einige Merkmale neu gruppiert. Da die Merkmale [anterior] und [distributed] nur bei koronaler Artikulation relevant sind, werden sie einem Koronalknoten hierarchisch untergeordnet. Ebenso werden die Merkmale [high], [low] und [back] einem Dorsalknoten untergeordnet. Für weitere Erläuterungen siehe Kenstowicz (1994: 146). Halles Modell ist aus der Perspektive der Artikulation aufgebaut und hat folgende weitere Struktur: Der Wurzelknoten kann in einen oralen, einen nasalen und einen pharyngalen Kavitätsknoten verzweigen. Der orale Knoten kann weiter in einen labialen, einen koronalen und einen dorsalen Artikulationsknoten verzweigen. Der labiale Knoten kann das Merkmal [round] enthalten. Der koronale Knoten kann die Merkmale [anterior] und [distributed] enthalten. Der dorsale Knoten kann die Merkmale [high], [low] und [back] enthalten. Der nasale Knoten kann in einen velaren Artikulationsknoten verzweigen, der das Merkmal [nasal] enthalten kann. Der pharyngale Knoten kann in einen Zungenwurzel- und einen Glottalknoten verzweigen. Der Zungenwurzelknoten kann die Merkmale [ATR] und [RTR] enthalten. Der glottale Artikulationsknoten kann die Merkmale [spread glottis], [constricted glottis] und [voiced] enthalten. Dieses Modell soll

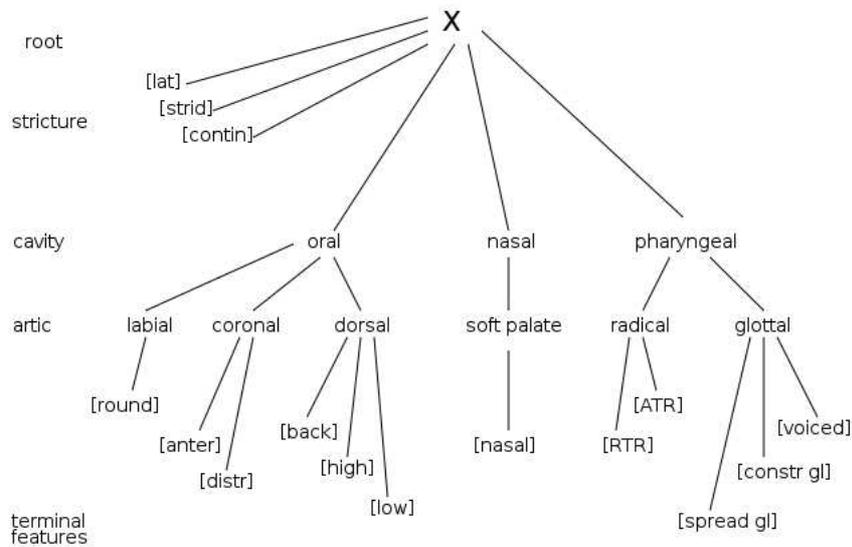


Abbildung 19: Merkmalsbaum nach Halle

als Grundlage für den Repräsentationsformalismus der Modellsimulation verwendet werden. Es wird in Abschnitt 9.4.4.1 modifiziert werden.

9.3.1.3 Sequenzielle Struktur der Segmentkette Auf der Merkmalshierarchie des Segments baut die Struktur der Segmentkette auf. Klassen- und Terminalknoten desselben Typs sind in der Segmentkette nach dem Strommastenprinzip linear verknüpft. Das Modell unterstützt also eine Mehrspur-Repräsentation der Merkmale. Mit diesem Formalismus können strukturelle Veränderungen in der Segmentkette modelliert werden. Assimilationsphänomene können durch die Vereinigung von Knoten verschiedener Segmente repräsentiert werden. Das Modell unterscheidet vollständige und teilweise Vereinigung sowie Vereinigung einzelner Merkmale.

Assimilation einzelner Merkmale: Der einfachste Fall von Assimilation ist das sogenannte “feature filling” bzw. “structure building”, wo z.B. ein Artikulorknoten für ein Terminalmerkmal nicht spezifiziert ist und die entsprechende

Spezifikation eines benachbarten Segments übernimmt. Die Assimilation kann progressiv oder regressiv sein. Es kommen auch “structure-changing” vor, wobei der zu verändernde Artikulationsknoten erst seinen eigenen Terminalknoten abwirft, um schließlich die entsprechende Spezifikation eines Nachbarsegments anzunehmen. In beiden Fällen wird eine Verbindung zum betroffenen Nachbarknoten hergestellt, sodass sich auf diese Weise mehrere Segmente einen Knoten teilen können.

Vollständige Assimilation: Vollständige Vereinigung ist die Vereinigung der Wurzelknoten zweier benachbarter Segmente. Das entspricht der vollständigen Assimilation zweier Segmente, die dann in quantitativer Hinsicht als zwei Segmente zählen, da sie zwei Positionen in der Segmentkette einnehmen, während sie auf qualitativer Ebene durch die Identität ihrer Merkmalsstruktur als eine Einheit bzw. ein Segment erscheinen. Auf diese Weise vereinte Segmente, z.B. geminierte Konsonanten, sind resistent gegen Epenthese. Im Modell wird dies als das Verbot des “crossing of association lines” formuliert. Dieses Konzept basiert auf der graphischen Darstellung der Baumstruktur⁶¹.

Teilweise Assimilation: Auch Vereinigungen von Klassenknoten, wie Assimilationen des Artikulationsortes sind resistent gegen Epenthese. Die Assimilation des Artikulationsortes eines Nasals an einen nachfolgenden Okklusivlaut wäre ein Beispiel hierfür.

Reduktion: Die Reduktion von [s] zu [h] kann in diesem Modell einfach als das Abschneiden des oralen Artikulationsknotens realisiert werden, siehe Kenstowicz

⁶¹Kenstowicz (1994: 153 f.) bewertet die hierarchische Repräsentation von Merkmalen in Baumstrukturen positiv, da mit diesem Formalismus auch totale Assimilation als einfacher und natürlicher Prozess dargestellt werden kann. Er nennt Beispiele aus dem Hebräischen, wo [n] in Lexemschemata wie [n]VC_iVC_j in Schemata wie yi-[n]C_iVC_j zu yi-C_i-C_iVC_j wird. Was die Darstellung der Transformation in einem Schritt angeht, mag das zwar richtig und praktisch sein. Vernachlässigt wird hierbei meines Erachtens jedoch, dass der Prozess der Assimilation, eventuell in kleineren Schritten verlaufen sein mag, z.B. [np] zu [mp] zu [pp]. Dies könnte als Argument dienen, in meinem Modell vollständige Assimilationen auszuschließen. Andererseits können solche Sprünge durchaus beim Sprechen als spontane Variation der Realisierung auftreten.

(!) Klären.

(1994: 159 f.).

9.3.2 Implikationale Tendenzen

Aus Maddieson (1984) werden hier einige typologische Tendenzen von Lautsystemen zusammengestellt. Es handelt sich um synchronische Daten. Da hier aber unter anderem Regeln für die diachronische Dynamik von Lautsystemen benötigt werden, werden die in diesem Abschnitt beschriebenen implikationalen Tendenzen weiter unten in Abschnitt 9.4.4 als Richtlinien für diachronische Veränderungen interpretiert. Dies stellt sicherlich eine Vereinfachung dar und es müsste anhand realer Daten von Sprachwandlungsprozessen überprüft werden, ob das sich ergebende dynamische Verhalten der Modellsimulation tatsächlich natürlich ist. Im Rahmen dieser Arbeit wird eine solche Überprüfung jedoch nicht vorgenommen werden und die diachronische Interpretation der hier angeführten Implikationen und Mengenverhältnisse wird vorerst als eine erste Annäherung an Regeln für diachronisches Verhalten von Lautsystemen gesetzt, bis diese Aspekte des Modells detaillierter ausgearbeitet werden können. Folgende Punkte sollen bei der Gestaltung des synchronischen und diachronischen Charakters des Phonemsystems der Sprecher berücksichtigt werden. Als Notationskonvention verwende ich hier für Segmente und allgemein im Zusammenhang mit den Segmentinventaren des hier entwickelten Modells XSAMPA, siehe Wells (1995).

Größe von Inventaren: Der Mittelwert der Anzahl von in Phonemsystemen vorhandenen Segmenten ist 31. 70% aller von Maddieson (1984) untersuchten Systeme haben zwischen 20 und 37 Segmente. Das Minimum der Segmentzahl ist vom distinktiven Bedarf des gesamten sprachlichen Systems bestimmt, während das Maximum von der Genauigkeit der Produktion und Perzeption bestimmt ist.

Mengenverhältnisse von Vokalen und Konsonanten: Der Quotient aus Vokalen pro Konsonant liegt zwischen 0.065 und 1.308. Der Mittelwert liegt bei 0.402 und der Median bei 0.36. Tendenziell sinkt dieser Quotient mit zunehmender Inventargröße, das heißt, je größer das Inventar, desto dominanter ist die Anzahl

der Konsonanten.

Inventargröße und Inventarstruktur: Mit wachsender Größe werden Inventare nicht einfach kontinuierlich mit Segmenten aus einer Frequenzhierarchie bestückt. Es scheint sich eine differenziertere Hypothese zu bewahrheiten: Die Tendenz für kleine Inventare ist, mit großer Wahrscheinlichkeit die frequentesten Segmente zu enthalten. Die Tendenz für große Inventare ist, mit größerer Wahrscheinlichkeit weniger frequente anstelle der frequentesten Segmente enthalten zu können. Es zeigt sich an den Daten, dass es eine Klasse von Lauten gibt, die eher in kleinen Inventaren enthalten sind als in großen (stimmlose Plosive, ohne Stimmhaftigkeitskontrast). Dann gibt es eine Klasse, die in kleinen und großen Inventaren zu gleichen Anteilen vertreten sind, und schließlich eine Klasse, die wahrscheinlicher in großen Inventaren vorhanden ist (Frikative außer [s]). Inventargröße und -Struktur sind offenbar nicht durch einfache Generalisierungen zu beschreiben, sondern durch detailliertere Aussagen, die einzelne Segmente betreffen.

Einige Vereinfachungen für das Modell: Das sprachliche System der simulierten Sprecher soll nicht die gesamte Komplexität der typologischen Fakten integrieren. Einige Vereinfachungen werden vorgenommen, damit die Simulation leichter kontrollierbar ist. Zum Beispiel werden Affikate, glottale und laryngalisierte Laute sowie nicht pulmonische Laute ausgelassen.

Okklusive und Affrikate: Für die Okklusive werden folgende Regeln übernommen: Okklusive sind immer vorhanden. Das Minimum ist eine Serie von Okklusiven. Das Maximum sind zwei Serien. Zudem gibt es ein Minimum von zwei Artikulationsorten pro Serie. Bei nur einer Serie können die einfachen Plosive /p, t, c, k/ vorhanden sein, ohne Stimmhaftigkeitsopposition. Für ihr Vorhandensein gilt die Implikation wenn /c/, dann /p/, wenn /p/, dann /k/ und wenn /k/, dann /t/. Bei zwei Serien ist die zweite /b, d, J\, g/ mit der Implikation wenn /J\/, dann /g/, wenn /g/, dann /d/ und wenn /d/, dann /b/.

Frikative: Null Frikative sind möglich aber unwahrscheinlich. Das Maximum sind acht. Am wahrscheinlichsten sind zwei. Die Wahrscheinlichkeit fällt nach 0

und nach 8 hin auf ein Drittel der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von zwei Frikativen hin ab. Für die Frikative wird folgende Frequenzhierarchie aufgestellt, in der die Häufigkeit von links nach rechts abnimmt. /s/, /f, S/, /z/, /x/, /v/, /Z/, /G/, /T/, /D/. Dazu gelten folgende Implikationen bzw. implikationale Tendenzen (durch prozentuales Vorkommen gekennzeichnet). Wenn /z/, dann /s/, wenn /Z/, dann /S/, wenn /v/, dann /f/ zu 80%, wenn /G/, dann /x/ zu 60% und wenn /D/, dann /T/ zu 40%⁶². Ab vier Frikativen wird die Bildung von Stimmhaftigkeitsoppositionen bevorzugt. /h/ ist mit 66% Wahrscheinlichkeit vorhanden.

Nasale: In das Modell werden nur stimmhafte Nasale aufgenommen. Das Minimum ist ein Nasal. Das Maximum ist durch die Anzahl der Obstruenten bestimmt. Folgende Implikationen gelten: Wenn /J, N/, dann /m/, wenn /m/, dann /n/. Jeder Nasal setzt einen Obstruenten am selben Artikulationsort voraus.

Liquide: Das Minimum ist ein Liquid, das Maximum sind vier. Möglich sind /l, L, r, 4/. Der erste Liquid ist ein Lateral. Ein R-Laut setzt einen Lateral voraus. Zwei R-Laute setzen zwei Laterale voraus.

Gleitlaute: Mit höherer Wahrscheinlichkeit sind die Gleitlaute /j, w/ vorhanden, wobei: Wenn /w/, dann /j/.

Vokale: Als Vereinfachung wird nur das primäre Subsystem beachtet, also keine Subsysteme, die durch sekundäre Artikulation wie Nasalität usw. gebildet werden. Da das primäre Subsystem bis zu neun Vokale aufnehmen kann, bevor eine deutliche Tendenz einsetzt, sekundäre Subsysteme aufzubauen, ist es allein schon hinreichend komplex. Primäre Systeme haben zwischen drei und neun Vokalen. Die meisten Systeme haben fünf, zwei Drittel der Systeme haben zwischen fünf und sieben. Die Anzahl der hinteren Vokale ist nicht größer als die der vorderen. Vordere Vokale sind meist ungerundet, hintere meist gerundet. Offene Vokale sind meist zentral und zentrale meist offen. Geschlossene vordere Vokale kommen

⁶²Das heißt, /v/ hat eine Chance von 20%, ohne das Vorhandensein von /f/ vorzukommen usw.

häufiger vor, als geschlossene hintere. Bei unmarkierter Rundung sind mittlere Vokale hinten häufiger als vorn. Bei markierter Rundung sind vordere häufiger. Nicht hintere offene Vokale sind so gut wie nie gerundet. Die häufigsten Vokalqualitäten, die als Phoneme in mindestens 30% der Sprachen vorkommen, sind /i, a, u/ mit zw. 83 und 91% und /o, e/, mit undifferenziertem mittleren Öffnungsgrad, mit zw. 37 und 43% und /E, o, e, O/ mit zw. 31 und 37%. Es gibt weniger /u/ als /i/. In der oberen Mitte gibt es hinten mehr Vokale als vorn. In der unteren Mitte gibt es vorn mehr Vokale als hinten.

9.3.3 Silbenstruktur

Lexikonformen sollen in der zweiten Phase der Modellplanung ein elaborierteres Modell für Silbenstruktur haben. Benötigt werden Regeln für die Struktur der Silben und dafür, wie sich diese Struktur diachronisch verändern kann. Vennemann (1988) formuliert Präferenzgesetze der Silbenstruktur und ihrer Veränderung. Relevante Aspekte davon sollen hier vorgestellt werden und im weiteren Verlauf des Kapitels an verschiedenen Stellen bei der Entwicklung des Modells Anwendung finden.

Über sprachliche Systeme: Vennemanns Theorie der Präferenzgesetze macht folgende Annahmen über sprachliche Systeme. Die Organisation der sprachlichen Struktur hat viele Aspekte wie z.B. die Struktur des Segmentinventars, des Silbeninventars, der Syntax usw. Diese Aspekte nennt Vennemann Parameter des Sprachsystems. Ferner können sprachliche Strukturen nach ihrer Qualität, immer vor dem Hintergrund präferierter Strukturen, siehe weiter unten, beurteilt werden. Jedoch nicht mit einem absoluten, sondern mit einem relativen Maß, das die Strukturen in einer Rangfolge der Qualität anordnet. Allerdings sind Aussagen über die Qualität einer sprachlichen Struktur ferner auch immer auf einen Parameter des Sprachsystems bezogen. Daraus folgt, dass eine sprachliche Struktur hinsichtlich eines Parameters als gut, hinsichtlich eines anderen aber als schlecht beurteilt werden könnte. Da jeder Parameter gewisse Struktureigen-

schaften sprachlicher Elemente bevorzugt, können die Präferenzen der Parameter durchaus in Konkurrenz zueinander stehen. Diese Idee ist vergleichbar mit den konkurrierenden Motivationen für sprachliche Struktur wie z.B. in Du Bois (1985). Eine Veränderung, die für den einen Parameter eine Verbesserung bedeutet, kann für den anderen eine Verschlechterung sein.

Das Sprachsystem hat allgemein den Drang, die Qualität innerhalb der Parameter zu verbessern. Wenn für einen Parameter Verbesserungen eingeführt werden, dann immer so, dass die hinsichtlich des jeweiligen Parameters als am schlechtesten eingestuften Strukturen zuerst verbessert werden. Dies geschieht durch diachronische Prozesse. Eine Konsequenz dieser diachronischen Vorgänge ist, dass synchrone strukturelle Verhältnisse des sprachlichen Systems durch Implikationen beschrieben werden können. Wenn ein sprachliches System mit vorhandenen Mitteln eine Struktur von einer bestimmten Qualität herstellen kann, dann müssen Strukturen, die mit denselben Mitteln gebildet werden können, und von höherer Qualität sind, ebenfalls für den betreffenden Parameter vorhanden sein.

Natur der Präferenzgesetze: Der Zweck der von Vennemann beschriebenen Präferenzgesetze ist es, die Präferenzen für den Parameter der Silbenstruktur zu beschreiben. Es sind Hypothesen über strukturelle Universalien und universelle Tendenzen der menschlichen Kommunikationsfähigkeit. Universalien und universelle Tendenzen können jedoch von sprachspezifischen Präferenzmustern überlagert werden.

Vennemann nimmt an, dass phonologische Präferenzgesetze letztendlich aus einer phonetischen Theorie über die Beschaffenheit der Produktion und Perzeption der Sprecher herleitbar sind, geht aber in Vennemann (1988) jedoch nicht weiter darauf ein (mit der Rechtfertigung, dass er kein Phonetiker ist).

Terminologie: Die segmentale Struktur der Silbe wird durch folgende Begriffe beschrieben: Silbenkern (NU), SilbenKopf (HE), Silbenkoda (CO), Silbenkörper (BO = HE + NU), Silbenreim (RY = NU + CO) und Silbenschale (SH = HE

+ CO). Kopf und Koda heißen auch Rand. Das erste Segment im Kopf heißt Ansatz (onset) und das letzte in der Koda heißt Absatz (offset). In einer Folge von zwei Silben heißen der Absatz der ersten und der Ansatz der zweiten Silbe Silbenkontakt. Die Folge von Segmenten, die vom Kopf und Reim verbleiben, wenn man Ansatz und Absatz fortnimmt, heißen Silbenhang. Silben sind nackt, wenn sie keinen Kopf haben, und bedeckt, wenn sie einen haben. Silben sind offen, wenn sie keinen Reim haben und geschlossen, wenn sie einen haben.

Silbengewicht: Silben haben ein Gewicht. Silben mit einer Mora sind leicht, Silben mit mehreren Moren schwer. Leichte Silben sind offene Silben mit kurzem Kern. Für andere Silben werden die Moren des Kerns und eine weitere Mora für jedes Segment des Reims gezählt.

Konsonantenstärke: Vennemann benutzt eine Hierarchie der Konsonantenstärke, nach der alle Segmente angeordnet werden können. Die Segmentklassen der Hierarchie sind mit zunehmender Konsonantenstärke:

1. geöffnete,
2. mittlere und
3. geschlossene Vokale,
4. R-Laute,
5. Laterale,
6. Nasale,
7. stimmhafte und
8. stimmlose Frikative sowie
9. stimmhafte und
10. stimmlose Okklusive.

Eine deutliche Tendenz ist im Aufbau der Silben, dass im Kern die Konsonantenstärke am geringsten ist und sie zu den Rändern hin zunimmt.

Monotonie: Vennemann nennt Kopf und Reim schwach monoton, wenn die Konsonantenstärke zu den Rändern nicht abnimmt und stark monoton, wenn sie mit jedem Segment zunimmt. Schwach monotone Silben haben einen schwach monotonen Kopf und einen schwach monotonen Reim. Stark monotone Silben haben einen stark monotonen Kopf und einen stark monotonen Reim. Stark monotone Silben heißen Kernsilben. Kernsilben können entstehen, wenn man von einer Silbe von den Rändern her Segmente fortnimmt. Worin sich in solchen Fällen die Silbe und die enthaltene Kernsilbe unterscheiden, sind Appendices bzw. Prependix und Suffix. Appendices können eventuell eigenständige Nebenkerne bilden.

Die Präferenzgesetze: Die Präferenzgesetze beschreiben die ideale Form der Silben und Silbenbestandteile. Vennemann (1988) formuliert einige dieser Gesetze, die sich in der Regel aus mehreren Eigenschaften zusammensetzen. Zudem führt er diachronische Prozesse an, die als Realisierungen dieser Eigenschaften interpretiert werden können. Im Folgenden führe ich diese Eigenschaften an und nenne die Klasse von diachronischen Prozessen mit denen diese Eigenschaften realisiert werden. Dabei versuche ich, zu generalisieren bzw. Tendenzen aus den von Vennemann gegebenen Beispielen herauszulesen.

Silbenköpfe sind präferiert:

1. *Wenn die Anzahl der Segmente darin gegen eins geht:* Ist der Kopf leer, kann am Kontakt ein glottaler Verschluss eingeführt werden oder ein Halbvokal mit der Charakteristik des vorhergehenden Vokals kann entstehen und sich zu einem Konsonanten mit der Charakteristik des Halbvokals verstärken. Konsonantische Segmentgruppen können durch Löschung einzelner Segmente reduziert werden oder durch die Einfügung von Vokalen aufgebrochen werden. Ferner können mehrere Segmente zu einem amalgamieren (lat. “duellum” zu “bellum”).

2. *Je größer die Konsonantenstärke des Ansatzes ist:* Halbvokale werden zu Approximanten, zu Affrikaten oder Frikativen verstärkt. Stimmhafte Frikative werden durch Entsonorisierung verstärkt.
3. *Je stärker die Konsonantenstärke vom Ansatz zum Kern hin abfällt:* Dazu können hintere Segmente geschwächt und vordere verstärkt werden.

Silbenköpfe im Wortinnern sind präferierter, je weniger sie von möglichen wortinitialen Silbenköpfen abweichen.

Silbenkoda sind präferiert:

1. *Je geringer die Anzahl der Segmente in ihnen ist:* Die Tendenz ist also, die Anzahl der Segmente in der Koda zu reduzieren. Dies kann durch Löschung geschehen, wobei Segmente mit höherer Konsonantenstärke zuerst gelöscht werden, oder durch Amalgamierung und Assimilation, wobei das Segment mit der geringeren Konsonantenstärke übrig bleibt und eventuell Charakteristika des stärkeren Segments annimmt.
2. *Je geringer die Konsonantenstärke des Absatzes ist:* Die Konsonantenstärke der Segmente wird, der Hierarchie der Konsonantenstärke folgend, reduziert.
3. *Je größer der Kontrast in der Konsonantenstärke zwischen Kern und Absatz ist:* Diese Eigenschaft konkurriert mit den ersten beiden bzw. Prozesse, die die ersten beiden Eigenschaften durchsetzen werden im Kompromiss mit diesem Kontrastmaß umgesetzt.

Koda im Wortinnern sind präferierter, je ähnlicher sie möglichen wortfinalen Koda sind.

Silbenschalen mit unähnlichen Kopf und Koda werden vorgezogen. Gleiche Segmente in Kopf und Koda werden vermieden. Dies um so mehr, je geringer ihre Konsonantenstärke ist, und um so mehr, wie auch noch andere Segmente in Kopf und Koda vorhanden sind.

Silbenkerne sind präferiert:

1. *Wenn sie stetig artikulierte Segmente enthalten:* Polyphthonge werden reduziert.
2. *Wenn die Segmente geringe Konsonantenstärke haben.*

Wenn an einem Silbenkontakt Konsonantenstärke assimiliert wird, dann wird der stärkere Laut geschwächt. Die Richtung der Assimilation kann von diversen Faktoren beeinflusst werden. An Silbengrenzen, die mit Morphemgrenzen übereinstimmen, kann z.B. die Tendenz beobachtet werden, entweder ein Affix oder einen Wortstamm zu erhalten bzw. nicht zu verfremden. Um Absätze vor der Elision zu bewahren, kann eine Assimilation mit dem folgenden Ansatz gemacht werden, um die Positionslänge zu erhalten.

Silbenkontakte sind um so präferierter, je größer die Differenz der Konsonantenstärke des beteiligten Ansatzes und Absatzes sind, d.h. je schwächer der Absatz und je stärker der Ansatz. Vennemann stellt folgende Liste von Silbenkontaktveränderungen vor, die die Kontakte verbessern können. Er hält die Liste für vollständig.

- *Tautosyllabifizierung nach dem Muster "A.B" zu ".AB'':* Der Vokal der ersten Silbe kann gelängt werden, um die Länge der Silbe zu erhalten.
- *Gemination:* Treffen ein starker Absatz und ein schwacher Ansatz aufeinander, kann der Kontakt verbessert werden, indem der Absatz geminiert wird. Dadurch ist der Kontrast der Konsonantenstärke gleich null und somit nicht negativ.
- *Kalibrierung / Veränderungen der Konsonantenstärke durch Kodaschwächung oder Kopfstärkung.* Siehe Silbenkopf- und Silbenkodagesetze.
- *Kontaktepenthese nach dem Muster "A.B" zu "A.CB", wobei C stärker als A ist.* (Beispiel: Vom Latein zu Spanisch wird "ni.r" zu "n.r" zu "n.dr".

Vom Latein zu Italienisch “mi.l” zu “m.l” zu “m.bl”.)

- *Assimilation der Konsonantenstärke, regressiv nach dem Muster “A.B” zu “C.B”, wobei C schwächer als A ist, aber immer noch stärker oder gleich B, oder progressiv nach dem Muster “A.B” zu “A.C”, wobei C schwächer als B aber stärker oder gleich A. (Beispiel für regressive Assimilation in Stadien des Italienischen: “l.r” zu “r.r” und “n.r” zu “r.r”. Zur progressiven Assimilation siehe das Gesetz zur Assimilation von Konsonantenstärke. Auch Beispiele für teilweise Assimilation sind häufig z.B. in Norwegisch und Deutsch wird “g.n” zu “N.n”.)*
- *Kontaktanaptyxe, wobei “A.B” zu “AV.B”.*
- *Kontaktmetathese, wobei “A.B” zu “B.A”.*

In Sprachen mit Betonungsakzent ist die optimale betonte Silbe zweimorig und die optimale unbetonte Silbe einmorig. Hieraus ergibt sich die Tendenz, Silbenkerne an die optimale Morigkeit anzupassen. Daher kann Morigkeit in betonungsakzentuierten Sprachen nicht kontrastiv bzw. unabhängig von der Akzentuierung sein.

Vennemann (1988: 60 ff.) generalisiert das Silbenkontaktgesetz und definiert damit die Begriffe der Attraktivität von Silbenreim und Silbenkörper. Diese wiederum verwendet er zur Definition eines Maßes der Qualität der Einbettung von Silbenkontakten, über das schließlich ein generelles Gesetz zur Syllabifizierung internuklearer Konsonantengruppen formuliert wird. Diese Begriffe basieren jedoch auf der Betonung und der Quantität von Silbenkernen, die in dieser Version des Modells nicht vorkommen werden. Regeln zur Syllabifizierung können jedoch auch schon als Anwendungen der Gesetze von Silbenkopf, -Koda und -Kontakt formuliert werden.

9.4 Detailliertere Modellierung der Sprecherkomponenten

Mit den nun beschriebenen theoretischen Grundlagen soll das physiologische und kognitive Modell der Sprecher aus der ersten Phase der Modellbildung weiter ausgearbeitet werden. Es geht hier also um detailliertere Modelle für das Lexikon, die Produktion und die Perzeption. Dabei bleiben die bisherigen Schnittstellen, über die diese Komponenten angesprochen werden, im Wesentlichen konstant, mit der einen Ausnahme, dass das Lexikon eine weitere Schnittstelle bekommt, über die es mit der Produktion und Perzeption kommuniziert, und mit der anderen, dass der Vergleich von Lexikonformen nicht mehr von Produktion und Perzeption erledigt wird. Neu ist, bis auf diese Ausnahmen, also nur, auf welche Weise und mit welchen Hilfsmitteln die Komponenten ihre Aufgaben intern ausführen. Die externe Kommunikation der Komponenten bleibt hingegen unverändert. Dies ist im Sinne der modularisierten Gestaltung des Modells, welche die Austauschbarkeit der Komponenten bei funktionaler Äquivalenz sicherstellen soll.

In den folgenden Unterabschnitten werden zuerst geringfügige Änderungen an den bisherigen Funktionen von Lexikon sowie Produktion und Perzeption eingeführt, siehe Abschnitt 9.4.1. Weiterhin werden neue Anforderungsspezifikationen für die Interna von Lexikon, siehe Abschnitt 9.4.2 und für Produktion und Perzeption, siehe Abschnitt 9.4.3 gegeben. Diese Abschnitte beschreiben das Zusammenspiel der schon bekannten mit den neuen Komponenten des Modells. Produktion und Perzeption interagieren mit drei neuen Komponenten. Erstens mit einer Komponente für die Struktur von Lexikoninhalten. Zweitens mit einer Komponente für das Phoneminventar. Drittens mit einer Komponente für Phonemsequenzstruktur, siehe auch Abbildung 20. Abschnitt 9.4.4 beschreibt die Organisation des Phonemsystems und weiterer damit assoziierter Strukturen.

Darauf folgen detailliertere Spezifikationen der Funktionen der neuen Komponenten, die in den Anforderungsspezifikationen erwähnt worden sind. Abschnitt

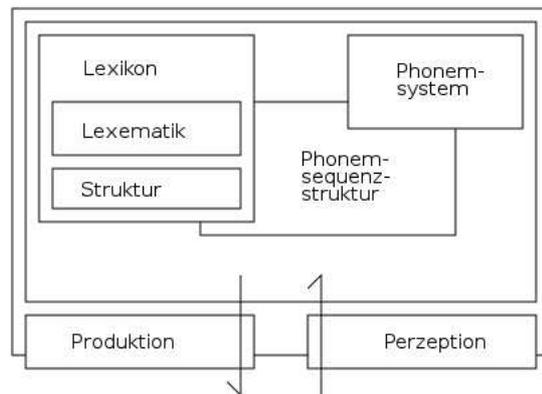


Abbildung 20: Zusammenhang mit neuen Sprecherkomponenten

9.4.7 beschreibt die Funktionen, die die strukturbezogene Schnittstelle des Lexikons bilden. Abschnitt 9.4.5 beschreibt die Funktionen, die die Komponente für das Phoneminventar anbietet, um das Phonemsystem manipulieren und auf weitere enthaltene Strukturen zugreifen zu können. Abschnitt 9.4.6 beschreibt die Funktionen, die die Komponente für die Struktur von Phonemsequenzen bilden.

9.4.1 Modifikationen an den Schnittstellen von Lexikon sowie von Produktion und Perzeption

Bevor die neuen Komponenten der physiologischen und kognitiven Modelle eingeführt werden, führe ich zuerst die bisherigen Schnittstellen von Lexikon sowie Produktion und Perzeption hier noch einmal an und zeige, an welchen Stellen sich daran Änderungen ergeben.

Das Lexikon hat nach wie vor die Aufgabe, in seinen Einträgen Formen mit Referenzen auf Gegenstände zu assoziieren. In den folgenden Abschnitten werden aber weitere Funktionen für das Lexikon definiert werden, die sich vor allem auf strukturelle Merkmale der Lexikonformen beziehen. Für diese Funktionen wird eine zusätzliche Schnittstelle definiert werden. Um beide terminologisch unterscheiden zu können, nenne ich die bisherige Schnittstelle die lexembezogene und die neue die strukturbezogene Schnittstelle des Lexikons. Es ergeben sich an

den Funktionen, die in der lexembezogenen Schnittstelle zusammengefasst sind, Veränderungen hinsichtlich der Kriterien, mit denen das Lexikon Formen vergleicht. Die Änderungen werden in der folgenden Liste genannt und weiter unten begründet.

1. *Hat Lexikon Eintrag für bestimmten Gegenstand, ja oder nein?* Keine Änderung.
2. *Hat Lexikon bestimmte Form, ja oder nein?* Dies war in Phase eins ein einfacher Vergleich der Identität von Zeichenketten. Hier muss es ein Vergleich sein, der sowohl Silbenstruktur von Formen als auch phonematische Struktur von darin enthaltenen Segmenten berücksichtigt. Es ist ein Test auf strukturelle Identität.
3. *Hat Lexikon bestimmte Form in Eintrag für bestimmten Gegenstand, ja oder nein?* Dies muss ebenfalls ein Vergleich sein, der sowohl Silbenstruktur von Formen als auch phonematische Struktur von darin enthaltenen Segmenten berücksichtigt. Die Funktion entscheidet jedoch nicht über Identität vs. Verschiedenheit, sondern hat eine gewisse Toleranz. Sie greift auf eine Ähnlichkeitsbestimmung zu.
4. *Gib Form für bestimmten Gegenstand zurück.* Keine Änderung.
5. *Erstelle Eintrag für bestimmten Gegenstand.* Keine Änderung.
6. *Übernimm bestimmte Form für bestimmten Gegenstand.* Keine Änderung.
7. *Erhöhe Erfolgsmaß bestimmter Form für bestimmten Gegenstand.* Diese Funktion greift ebenfalls auf eine Ähnlichkeitsbestimmung zu, denn sie erhöht das Erfolgsmaß derjenigen Form, die der angegebenen am ähnlichsten ist.
8. *Eliminiere erfolglose Form aus bestimmtem Eintrag.* Keine Änderung.

Die Schnittstelle des Produktions- und Perzeptionsmodells sei hier ebenfalls wiederholt:

1. *Erstelle neue Lexikonform.*
2. *Sind zwei bestimmte Lexikonformen gleich, ja oder nein?* Auch diese Funktion greift nun auf ein Ähnlichkeitsmaß zu, um beim Vergleich von Formen eine gewisse Toleranz einzuführen.
3. *Erstelle Äußerung aus bestimmter Lexikonform.*
4. *Erstelle Lexikonform aus bestimmter Äußerung.*

Aus den genannten Änderungen geht hervor, dass differenziertere Vergleichsfunktionen für Lexikonformen benötigt werden. Sollen neue Formen in das Lexikon aufgenommen werden oder soll entschieden werden, ob eine bestimmte Form darin enthalten ist, wird ein strenger Vergleich auf Identität vorgenommen, da die potenziell neue Form mit dem gesamten bestehenden Inhalt des Lexikons verglichen wird. In anderen Situationen, in denen klar ist, in welchen Eintrag eine Form aufgenommen werden soll, wird ein Vergleich auf strukturelle Ähnlichkeit verwendet. Ziel des Ähnlichkeitsvergleiches ist es, bei schon bekanntem Gesprächsgegenstand tolerant gegenüber sprecherspezifischer Variation in der Realisierung von Lexikonformen sein zu können.

9.4.2 Neue interne Anforderungsspezifikation für das Lexikon

Hier wird beschrieben, welche allgemeine Struktur Lexikonformen haben, und wie das Inventar der Formen strukturell indiziert werden kann, um über Typen von strukturellen Merkmalen auf den Lexikoninhalt bzw. auf Token strukturellen Inhaltes zugreifen zu können.

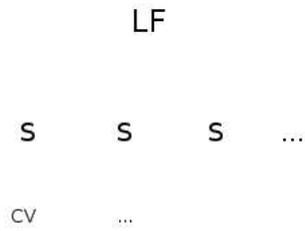


Abbildung 21: Lexikonform

9.4.2.1 Allgemeine Struktur von Lexikonformen Lexikonformen werden als Baumstrukturen gespeichert, siehe Abbildung 21. Der Lexikonform-Knoten gruppiert die Silbenknoten, die in der Form enthalten sind. Für die Anzahl der Silben in einer Form wird ein maximaler Wert festgelegt. Wird der Wert durch bestimmte Modifikationen der Form überschritten, so kann eine Funktion der Phonemstrukturkomponente aufgerufen werden, die die Form auf die maximale Länge reduziert, siehe Abschnitt 9.4.6.2. Die Silbenknoten repräsentieren die Silbenstruktur der einzelnen Silben. Die minimale Silbe ist V. Maximale Köpfe und Koda sind jeweils CC, sodass die komplexeste Silbe die Form CCVCC hat, siehe weiteres hierzu in Abschnitt 9.4.2.2. Die Kategorien C und V sind allerdings nur in bestimmten Situationen wie bei der Erstellung neuer Silben relevant und geben nicht die Klasse des zugeordneten Segments vor. Die Klasse eines Segments ist durch seine interne Struktur definiert und kann sich mit der Struktur ändern.

Die Silben enthalten schließlich Phoneme, die die C- und V-Knoten weiter verzweigen. Die Struktur der Phoneme ist ebenfalls als Baumstruktur repräsentiert und wird in Abschnitt 9.4.4.1 beschrieben.

Die Struktur der Lexikonformen soll variabel sein. Dies ist nötig, um Sprachwandlungsprozesse modellieren zu können. Das Produktions- und Perzeptionsmodell benutzt eine Reihe von Funktionen, die die Struktur der Formen verändern

können, siehe z.B. Abschnitte 9.4.3.3 und 9.4.3.4.

9.4.2.2 Strukturelle Inventarisierung des Lexikons Einige Funktionen des Perzeptions- und Produktionsmodells brauchen Informationen über die strukturelle Beschaffenheit des Lexikons. Entscheidungen über das dynamische Verhalten des Phonemsystems und die Anwendung der Silbenstrukturgesetze setzen z.B. solche Informationen voraus. Das Lexikon unterhält daher eine Reihe von Inventaren, die gewisse Informationen über die Struktur des Lexikoninhalts anbieten. Hierzu gehören Inventare für einige von Vennemann benutzte Elemente der Silbenstruktur, siehe Abschnitt 9.3.3. Ein Sprecher aktualisiert die Strukturinventare seines Lexikons vor jeder Interaktionsrunde, an der er teilnimmt. Nach der Runde werden diese Informationen verworfen. Die Inventarisierung besteht darin, über alle Lexikonformen zu iterieren und dabei strukturelle und substantielle Inventare anzulegen. Ein Silbenstrukturinventar wird in Abschnitt 9.4.2.2 beschrieben und Inventare für Silbenkörper, -Reime und -Kontakte in Abschnitt 9.4.2.2.

Silbenstrukturinventar Bevor die Inventarisierung von Silbenstrukturtypen beschrieben wird, sollen die möglichen Silbenstrukturen beschrieben werden.

Silbenstruktur: Unter Berücksichtigung der von Vennemann vorgeschlagenen Strukturierung der Silbe soll folgende mögliche Silbenstruktur festgelegt werden. Der Silbenkern besteht aus genau einem Vokal. Darin vorkommen können alle Segmente aus dem Vokalinventar, wie er in Abschnitt 9.4.4.2 beschrieben wird. Andere Segmente können darin nicht vorkommen. Vokale können jedoch unter bestimmten Bedingungen auch im Kopf und in der Koda vorkommen. Silbenkopf und Silbenkoda können je zwischen null und zwei Segmente enthalten. Das Segment direkt neben dem Kern kann ein Vokal mit dem Merkmal [+high] (bzw. [-low], wenn [high] nicht spezifiziert ist) sein, das in dieser Position als Gleitlaut interpretiert wird. Andere Vokale können nicht vorkommen. Ansonsten können

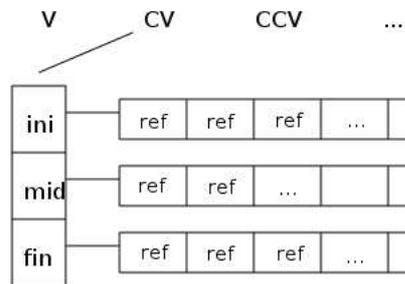


Abbildung 22: Silbenstrukturinventar

alle nichtvokalischen Segmente in den beiden möglichen Position vorkommen, siehe Abschnitt 9.4.4.2 für die übrigen Segmentinventare. Durch diese strukturellen Beschränkungen sind insgesamt neun Silbenstrukturen möglich, nämlich: V, CV, VC, CVC, CVCC, VCC, CCV, CCVC und CCVCC.

Inventarisierung: Bei der Erstellung des Strukturindex wird bei jeder Lexikonform für jede darin enthaltene Silbe der Strukturtyp festgestellt und eine Referenz auf die Lexikonform in einer Datenstruktur gespeichert, siehe Abbildung 22 als Beispiel für den Fall des CV-Strukturtyps. Für jeden gefundenen Silbenstrukturtoken wird vermerkt, an welcher Position, also initial, mittel oder final, er stehen. Hierzu hat jeder Silbenstrukturtyp drei Positionslisten, die den drei erfassten Positionen entsprechen und in denen Referenzen auf die Lexikonformen gespeichert werden, in denen die Token gefunden werden. Wird das ganze Lexikon in dieser Weise untersucht und eine entsprechende Datenstruktur erstellt, so können daraus beispielsweise folgende nützliche Informationen abgeleitet werden.

- Welche Silbenstrukturtypen sind vorhanden? Es sind diejenigen, die mindestens eine nicht leere Positionsliste haben.
- Wieviele Token einer Silbenstruktur sind vorhanden? Dies kann, wahlweise differenziert nach initialer, mittlerer, finaler Position oder Kombinationen

davon, durch das Abzählen der Referenzen auf Lexikonformen in den entsprechenden Positionslisten der Strukturtypen ermittelt werden.

- Umgekehrt bietet die Datenstruktur selektiven Zugriff auf Lexikonformen. Folgendermaßen werden z.B. alle dreisilbigen Formen ermittelt, die initial Silbenstrukturtyp 4 und final Typ 2 haben: Alle Referenzen aus der initialen Positionsliste von Typ 4 und der finalen Positionsliste von Typ 2 werden gesammelt und die Schnittmenge gebildet. Aus der Schnittmenge werden alle Referenzen auf Lexikonformen ausgesondert, die nicht dreisilbig sind. Auf diese Weise erspart man sich aufwendige Suchen im Lexikon, bei denen jedes Mal erneut über alle Lexikonformen iteriert werden müsste.

Substanzielle Strukturinventare Neben dem rein strukturbezogenen Inventar der Silbentypen, werden bei der Iteration über die Lexikonformen drei weitere substanzielle Inventare für Silbenkörper, -Reime und -Kontakte erstellt, die insofern substanziell sind, als sie den phonematischen Inhalt der strukturellen Silbenelemente berücksichtigen. Diese drei Inventare werden nach demselben Verfahren erstellt, sodass ich die Erstellung der entsprechenden Datenstruktur nur am Beispiel der Silbenkörper illustriere. Diese drei Inventare werden zusammen mit dem Silbenstrukturtypinventar während einer Iteration über die Lexikonformen erstellt.

Bei der Erstellung der Datenstruktur des Silbenkörperinventars wird über alle Lexikonformen iteriert. Für jede Lexikonform wird über die darin enthaltenen Silben iteriert. Für jede Silbe wird die Phonemsequenz des Silbenkörpers ermittelt. Für jeden Silbenkörpertypen, der sich von den andern in der Anzahl und den Typen der enthaltenen Phoneme unterscheidet, wird im Silbenkörperinventar ein Eintrag angelegt. Diese Einträge werden nun genauso gestaltet wie die Silbenstrukturtypen im Silbenstrukturinventar. Das heißt, jeder Silbenkörpertyp hat wiederum drei Positionslisten für initiale, mittlere und finale Position, in denen

auf dieselbe Weise, abhängig von der Position der Silbenkörper, Referenzen auf die Lexikonformen gespeichert werden, in denen sie vorkommen.

Aus der entstehenden Datenstruktur können beispielsweise folgende Informationen über Silbenkörper gesucht werden:

- Untermengen differenziert nach Länge.
- Untermengen differenziert nach Inhalt.
- Untermengen differenziert nach Position in der Lexikonform.
- Für jede Untermenge kann die Anzahl ermittelt werden.
- Untermengen können z.B. nach Kombinationen der vier genannten Kriterien selektiert werden.
- Die selektierten Mengen von Silbenkörpern bieten Zugriff auf Untermengen von Lexikonformen, so wie es in Abschnitt 9.4.2.2 für die Silbenstrukturtypen erläutert wurde.

Ferner können prinzipiell Selektionskriterien aus allen strukturellen und substanziellen Inventaren kombiniert werden. Auf diese Weise ist ein feinkörniger Zugriff auf die Inhalte des Lexikons möglich, ohne das Lexikon jedesmal erneut durchsuchen zu müssen. Besonders relevant sind solche strukturellen Informationen für die Dynamik des Phonemsystems, wenn z.B. aufgrund solcher Information über die Neutralisierung von distinktiven Oppositionen entschieden werden soll, siehe hierzu Abschnitt 9.4.5.3. In diesem Zusammenhang bietet Abschnitt 9.4.7.5 ein Beispiel für einen Algorithmus, der diese Inventare benutzt, um festzustellen, ob ein bestimmtes Phonem an Minimalpaaren im Lexikon beteiligt ist.

Hier soll aber zunächst nur an einem einfachen Beispiel der Aufbau der strukturellen und substanziellen Inventare verdeutlicht werden. Gegeben sei folgendes Lexikon. Die Numerierung der Lexikonformen wird in den folgenden Inventaren als Referenz auf die Formen verwendet.

1 lu

2 ta.ki

3 ni.kul.tak

Daraus kann sich folgendes Silbenstrukturinventar ergeben. Zu beachten ist, dass die Silben einsilbiger Formen gleichzeitig initial und final sind.

V (i: ; m: ; f:)

CV (i: 1, 2, 3; m: ; f: 1, 2)

VC (i: ; m: ; f:)

CVC (i: ; m: 3; f: 3)

CVCC (i: ; m: ; f:)

VCC (i: ; m: ; f:)

CCV (i: ; m: ; f:)

CCVC (i: ; m: ; f:)

CCVCC (i: ; m: ; f:)

Und folgendes Silbenkörperinventar kann sich daraus ergeben.

lu (i: 1; m: ; f: 1)

ta (i: 2; m: ; f: 3)

ki (i: ; m: ; f: 2)

ni (i: 1; m: ; f:)

ku (i: ; m: 3; f:)

9.4.3 Neue interne Anforderungsspezifikation für Produktion und Perception

In diesem Abschnitt werden die Funktionen des Produktions- und Perzeptionsmoduls für Phase zwei der Modellbildung spezifiziert, siehe weiter oben Abbildung 20 von S. 243. Zu den Aufgaben des Moduls gehört die Erzeugung neuer Lexikonformen (Abschnitt 9.4.3.1), der Vergleich von Lexikonformen (Abschnitt 9.4.3.2) sowie die Transformation von Lexikonformen in Äußerungen (Abschnitt 9.4.3.3) und von Äußerungen in Lexikonformen (Abschnitt 9.4.3.4). In den folgenden Beschreibungen wird die Interaktion dieses Moduls mit den schon erwähnten neuen Komponenten für das Phonemsystem, die Phonemsequenzstruktur und die Lexikonstruktur erläutert.

9.4.3.1 Erzeugung neuer Lexikonformen Diese Funktion des Produktions- und Perzeptionsmoduls soll neue Lexikonformen generieren können. Bei der Erstellung neuer Formen können als kombinatorische Freiheitsgrade die Anzahl der Silben, die verschiedenen möglichen Silbenstrukturen und die aktuell vorhandenen Phoneme ausgenutzt werden. Das Modul soll zudem mehrere Alternativen bei der Bildung neuer Formen haben. Denkbar sind folgende Möglichkeiten.

- Rekombination vorhandener Silben.
- Rekombination vorhandener Silbenelemente zu neuen Silben.
- Kombination möglicher Silbenstrukturen und aktuell vorhandener Phoneme zu neuen Silben.

Die Verfahren, die diesen drei Möglichkeiten entsprechen, können aus vorhandenen Inventaren schöpfen.

- Die Rekombination vorhandener Silben kann durch eine zufällige Auswahl von beliebigen Silben aus beliebigen Lexikoneinträgen umgesetzt werden.

Die Strukturkomponente des Lexikons bietet eine entsprechende Funktion an, siehe Abschnitt 9.4.7.1.

- Die Rekombination vorhandener Silbenbestandteile zu neuen Silben kann als eine zufällige Auswahl von Elementen aus den Inventaren von Silbenkörpern und -Reimen⁶³, siehe Abschnitt 9.4.2.2, umgesetzt werden. Die Strukturkomponente des Lexikons bietet eine Funktion an, die nach bestimmten Kriterien neue Silben aus diesen Bestandteilen herstellt, siehe Abschnitt 9.4.7.2.
- Die Kombination neuer Silben aus elementareren Bestandteilen kann als eine zufällige Auswahl möglicher Silbenstrukturen, siehe Abschnitt 9.4.2.2, und aktuell vorhandener Phoneme des Phonemsystems, siehe Abschnitt 9.4.4.2, umgesetzt werden. Die Strukturkomponente des Lexikons bietet auch hierzu eine entsprechende Funktion an, siehe Abschnitt 9.4.7.3.

Bei der Erstellung neuer Formen sollen folgende Anwendungsbedingungen für die gerade beschriebenen Verfahren gelten. Das erste Verfahren, das angewendet wird, ist die Rekombination von im Lexikon vorhandenen Silben. Dies wird, vorausgesetzt, es sind schon genug Silben vorhanden, eine gewisse Anzahl von Malen versucht, die proportional zu der Gesamtgröße des Lexikons ist. Hat dieses Verfahren keinen Erfolg, wird versucht, neue Silben durch die Rekombination im Lexikon vorhandener Silbenköpfe und -Kodas zu erstellen. Auch dies wird eine Anzahl von Malen versucht, die proportional zur Gesamtgröße des Lexikons ist, wieder vorausgesetzt, es sind schon genug Silben vorhanden. Hat auch dieses Verfahren keinen Erfolg, wird die Neubildung einer Silbe aus möglichen Silbenstrukturen und aktuell vorhandenen Phonemen versucht. Auch dies wird eine gewisse Anzahl von Malen versucht, die proportional zur Lexikongröße ist.

⁶³Aus einem Reim kann die Koda extrahiert und mit einem Silbenkörper kombiniert werden oder andersherum.

Der Grund für dieses Vorgehen hängt mit einer weiteren wichtigen Funktion des Perzeptions- und Produktionsmoduls zusammen. Es soll nämlich erkennen, wann die zum jeweiligen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade bei der Erstellung von Lexikonformen ausgeschöpft sind oder knapp werden. Da mögliche Silbenzahl und Silbenstruktur eher wenig Spielraum bieten und früh ausgeschöpft werden, kann das Phonemsystem angewiesen werden, zusätzliche distinktive Oppositionen aufzubauen. Wenn bei der Erstellung neuer Lexikonformen selbst die Erzeugung neuer Silben aus Silbenstrukturen und aktuell verfügbaren Phonemen nicht gelingt, hat das Modul einen Anhaltspunkt dafür, dass distinktive Oppositionen vermehrt werden müssen. Das Produktions- und Perzeptionsmodul ruft dann eine entsprechende Funktion der Phonemsystemkomponente auf, siehe Abschnitt 9.4.5.2.

Beispiel: Die konkrete Herstellung einer neuen Lexikonform kann folgendermaßen aussehen. Zuerst wird überprüft, ob ein Minimum an Lexikonformen vorhanden ist, aus deren Inventar Elemente kombiniert werden können, wenn nicht, wird direkt eine Silbe aus vorhandenen Phonemen und einer Silbenstruktur erstellt und als vollständige Lexikonform in das Lexikon eingefügt. Gelingt dies nicht, wird das Phonemsystem angewiesen, die verfügbaren phonematischen Oppositionen zu vermehren.

Ist ein Minimum von Lexikonformen vorhanden, wird eine Silbenanzahl n zwischen eins und einem maximalen Wert ausgewählt. Dann werden mit dem ersten Verfahren n im Lexikon vorkommende Silben ausgesucht und kombiniert. Existiert die resultierende Form bereits im Lexikon, wird eine der Silben durch eine andere zufällig ausgewählte Silbe ersetzt. Dieser Schritt wird höchstens m -mal wiederholt, wobei m die maximale Anzahl von Wiederholungen ist, die proportional zum Umfang des Lexikons ist. Wird eine neue Form gefunden, wird sie ins Lexikon integriert.

Hat das erste Verfahren keinen Erfolg, wird eine der n Silben der letzten erfolglosen Form durch eine vom zweiten Verfahren erstellte Silbe ersetzt. Die

entsprechende Funktion gibt eine für das Lexikon neue Silbe zurück, womit eine neue Form gefunden ist. Kann sie keine neue Silbe erstellen, so wird mit dem dritten Verfahren fortgefahren.

Hat also auch das zweite Verfahren keinen Erfolg, wird eine der n Silben der letzten erfolglosen Form durch eine vom dritten Verfahren erstellte Silbe ersetzt. Die entsprechende Funktion gibt eine für das Lexikon neue Silbe zurück, womit auch gleichzeitig eine neue Form gefunden ist. Kann sie keine neue Silbe erstellen, so signalisiert sie dies wie oben dem Phonemsystem.

Hat also auch das dritte Verfahren keinen Erfolg, wird die Phonemsystemkomponente veranlasst, neue distinktive Oppositionen einzuführen. Danach versucht die Funktion erneut mit Verfahren drei eine neue Form herzustellen, was zum Erfolg führen sollte.

9.4.3.2 Vergleich von Lexikonformen Bereits in Abschnitt 9.4.1 wurde darauf hingewiesen, dass aufgrund der Variabilität von Lexikonformen zum Vergleich der Formen nicht nur ein Identitätstest nötig ist, sondern unter bestimmten Bedingungen auch ein Ähnlichkeitsvergleich, der eine variierbare Toleranz gegen Variation in Lexikonformen haben muss. In diesem Abschnitt werden mehrere Vergleichsverfahren beschrieben, die nach Bedarf zu solchen Kriterien kombiniert werden können.

Grundsätzlich kann das Messen der Übereinstimmung von Formen vom Messen der Abweichung zwischen Formen unterschieden werden. Es bietet sich hier an, die Verschiedenheit zweier Formen zu messen und ihre Identität als das Fehlen von Merkmalen, in denen sie sich unterscheiden, aufzufassen. Die Verschiedenheit zweier Formen kann anhand mehrerer Klassen von Merkmalen bestimmt werden. Grundlage für den Vergleich können die Anzahl der Silben, die Struktur der Silben, die darin enthaltenen Segmente und ihre Reihenfolge sowie ihre interne Struktur sein. Jedes dieser Kriterien kann die Abweichung in Differenzpunkten messen, also als natürlichen Zahlen repräsentieren, die zudem jeweils verschieden

gewichtet werden können. Hier sollen einem Maß der Differenz von Lexikonformen die Silbenanzahl, die Silbenstruktur und der Übereinstimmungsgrad in der Segmentfolge zugrundegelegt werden.

Silbenanzahl: Ein leicht festzustellendes Merkmal ist die Anzahl der Silben. Wörter mit derselben Silbenanzahl können ansonsten völlig verschieden sein. Allerdings können zwei Wörter, die sich in der Länge um eine oder zwei Silben unterscheiden, dennoch sehr ähnlich sein. Wörter können Varianten haben, in denen Konsonantengruppen durch Vokale aufgebrochen werden, wodurch sich die Anzahl der Silben erhöht. Oder Vokale können so geschwächt werden, dass sie nicht mehr als Silbenkern wahrgenommen werden, wodurch umgekehrt Konsonantengruppen entstehen und sich die Zahl der Silben verringert. Als Kriterium für die Identität von zwei Formen ist identische Silbenlänge weder ein hinreichendes noch ein notwendiges Kriterium. Daher wird es nur zur Messung von Differenzen verwendet. Für jede Silbe, in der sich die Länge der beiden Formen unterscheidet, wird ein Differenzpunkt gezählt.

Silbenstruktur: Die Strukturen der einzelnen Silben in den Formen können verglichen werden, wobei nicht in der Struktur übereinstimmende Silben als Differenzpunkte gezählt werden. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur bietet eine entsprechende Funktion an, siehe Abschnitt 9.4.6.8.

Unterschiede in der Segmentreihenfolge: Um Unterschiede in der Segmentreihenfolge von Lexikonformen zu messen, habe ich einen Algorithmus entwickelt, der zwei Zeichenketten von einem Ende zum anderen durchgeht und dabei versucht, Entsprechungen zwischen gleichen Segmenten in den beiden Formen herzustellen, sodass, würde man sich Verbindungslinien zwischen den Entsprechungen denken, sich diese Linien nicht kreuzen. Beim Aufbau dieser Entsprechungen werden Elemente gezählt, für die sich auf diese Weise keine Entsprechung finden lassen. Die Anzahl der Elemente ohne Entsprechung ist das Differenzmaß in Differenzpunkten. Die Silbenstruktur der Lexikonformen wird dabei ignoriert.

Beispiele: Dieser Algorithmus zählt für Zeichenkettenpaare, die sich 1. nur

durch ein eingefügtes Segment unterscheiden, z.B. “kato” vs. “klato”, einen Differenzpunkt, 2. nur durch eine Metathese unterscheiden, z.B. “kalto” vs. “katlo”, zwei Differenzpunkte und 3. durch ein Segment unterscheiden, aber gleich lang sind, z.B. “kato” vs. “kako”, zwei Differenzpunkte. Weitere Beispiele sind “kato” vs. “kiatum” mit vier Differenzpunkten und “tialkok” vs. “atalako” mit sechs Differenzpunkten. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur stellt eine Funktion mit dem entsprechenden Algorithmus bereit. Siehe Abschnitt 9.4.6.9 für eine genauere Beschreibung der Arbeitsweise. Ich halte diesen Algorithmus intuitiv für brauchbar, da er umso mehr Differenzpunkte anzeigt, je verschiedener zwei Zeichenketten sind. Ich behaupte aber nicht, dass er auch perzeptuell realistisch ist.

Anwendungsbeispiele: Diese drei Maße der Differenz von Lexikonformen können auf unterschiedliche Weise angewendet werden. Man könnte willkürlich festlegen, dass zwei Formen gleich sind, wenn die Summe der drei Differenzmaße nicht fünf Differenzpunkte überschreitet. Andererseits könnte man versuchen nach den drei Maßen zu differenzieren. Angenommen, die Äquivalenzprüfung zweier Formen soll tolerant sein gegen Differenzen vom Ausmaß einer Metathese oder eines veränderten Segments oder eines fehlenden Segments oder eines hinzugekommenen Segments. Man weiß, dass Metathese und Vertauschen eines Segments je zwei Differenzpunkte im Segmentfolgevergleich ergeben. Ein fehlendes Segment und ein hinzugekommenes je einen Differenzpunkt. Es wäre schwierig, aber in Grenzen machbar, diese Phänomene anhand ihrer Punctuation zu erkennen. Daher könnte man festlegen, dass der Vergleich der Segmentfolge höchstens zwei Differenzpunkte ergeben darf, dass die Silbenlänge sich nur um einen Punkt und die Silbenstruktur sich maximal um zwei Punkte unterscheiden darf.

9.4.3.3 Transformation von Lexikonformen in Äußerungen Die phonematische Repräsentation der Lexikonformen als Baumstruktur wird von der Produktion in eine phonetische Repräsentation als Sequenz von Merkmalsmatrizen übersetzt, siehe weiter unten, Abschnitt 9.4.4.3. Die Matrizensequenz ent-

spricht einer Äußerung, die dem Interaktionspartner übergeben werden kann. Der Prozess der Äußerungsproduktion besteht aus mehreren Phasen, die im Folgenden erklärt werden.

Spezifikation der Merkmale und Modifikationen von Formen Die phonematische Repräsentation einer Form, die realisiert bzw. produziert werden soll, kann, im Vergleich zu ihrer voll auspezifizierten phonetischen Realisierung, mehr oder weniger unterspezifiziert sein, da das Phonemsystem mal mehr und mal weniger distinktive Oppositionen enthalten kann, siehe hierzu Abschnitt 9.4.4.2. Daher muss aus der phonemischen Repräsentation einer Form eine volle phonetische Spezifikation erstellt werden. Eine solche Vervollständigung ist möglich durch die Koartikulation der Segmente innerhalb der Lexikonform, dann aufgrund der Position eines jeden Segments in der Silbe, also durch eine positionsbedingte Redundanzspezifikation als Anwendung der Silbenstrukturgesetze, und schließlich durch positions- und kontextunabhängige Redundanzspezifikation. Bei der Koartikulation sind zwei Arten denkbar. Einerseits eine phonemische Koartikulation, die in der phonemischen Baumrepräsentation der Lexikonform stattfindet. Andererseits eine phonetische, die in der phonetischen Repräsentation der Form als Matrizensequenz stattfindet. Es erscheint sinnvoll, diese Phasen der Ausspezifikation in folgender Reihenfolge auf Lexikonformen anzuwenden:

1. Phonemische Koartikulation,
2. positionsabhängige Redundanzspezifikation,
3. phonetische Koartikulation und
4. kontextunabhängige Redundanzspezifikation.

Phonemische Koartikulation: Die phonemische Koartikulation kann in einem Segment fehlende Merkmale bestimmen, indem diese von benachbarten Segmenten bezogen werden, siehe oben, Abschnitt 9.3.1. Da die phonematische Repräsen-

tation der Lexikonformen nach einem Mehr-Ebenen-Ansatz strukturiert ist, ist dabei nicht direkte Nachbarschaft von Segmenten, sondern von Knoten auf ihren entsprechenden Ebenen gemeint. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur bietet eine Funktion an, die phonemische Koartikulationen in Lexikonformen vornehmen kann, siehe Abschnitt 9.4.6.3. In dieser Phase der Modellsimulation soll Koartikulation jedoch nur beispielhaft getestet werden.

Positionsabhängige Redundanzspezifikation: Eine weitere Möglichkeit, fehlende Merkmale in einem Segment zu spezifizieren, ist die positionsabhängige Redundanzspezifikation. Die Silbenstruktur, in die die Phoneme eingebunden sind, ist die Grundlage für Hypothesen bzw. Empfehlungen über die Konsonantenstärke eines Segments in einer bestimmten Position, die zur Setzung fehlender Merkmale verwendet werden können. Entsprechende Regeln basieren auf den in Abschnitt 9.3.3 angeführten Silbenstrukturgesetzen. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur bietet eine Funktion an, die eine positionsabhängige Redundanzspezifikation an Lexikonformen vornimmt, siehe Abschnitt 9.4.6.5.

Übersetzung in Matrizenform: An einer Stelle des Prozesses der Äußerungsproduktion muss die Baumrepräsentation in eine Matrizensequenz übersetzt werden. Dabei wird die Lexikonform Phonem für Phonem in Lautsegmente übersetzt. Die hierarchische Struktur geht dabei verloren. Hierbei wird eine Funktion der Komponente für das Phonemsystem benutzt, siehe Abschnitt 9.4.5.4.

Kontextunabhängige Redundanzspezifikation: Die restlichen fehlenden Merkmale eines Segments werden durch kontextunabhängige Redundanzspezifikation eingesetzt. Eingesetzt werden sollen dabei unmarkierte Werte für das jeweilige Segment. Bewerkstelligt werden soll dies nicht durch explizite Redundanzregeln, sondern durch einen Vergleich des auszuspezifizierenden Segments als Matrize mit einem Inventar voll spezifizierter phonetischer Segmente, siehe Abschnitt 9.4.4.3. Das unvollständige Segment bezieht seine fehlenden Merkmale von dem phonetischen Segment dieses Inventars, dem es am ähnlichsten ist. Die Phoneminventarkomponente stellt eine Funktion zur kontextunabhängigen Redundanzspezifika-

tion von Segmenten bereit, siehe Abschnitt 9.4.5.5.

Generische Aspekte des Modells: Es ist in dieser Phase der Simulation irrelevant, welche Regeln der Ausspezifikation in den einzelnen Ebenen festgelegt werden. Relevant hier ist nur das Vorhandensein der entsprechenden Infrastruktur, um Regeln bzw. Verhalten testen zu können. Ferner sollte unabhängig von der jeweiligen Menge von Regeln, die ein Sprecher in der Äußerungsproduktion anwenden kann, der Sprecher die Möglichkeit haben, wählen zu können, welche und wieviele Regeln er bei der Produktion einer Äußerung anwendet. In diesem Zusammenhang siehe die Bemerkungen zur Deutlichkeit der Realisierung von Äußerungen im Abschnitt 9.4.3.3. Schließlich könnte man argumentieren, dass die Unterscheidung in Koartikulation, die einerseits an Baumrepräsentationen und andererseits an Matrizenrepräsentationen vorgenommen werden, unnötig ist. Denn Veränderungen, die an Matrizen vorgenommen werden können, können offenbar auch an Baumrepräsentationen vorgenommen werden, zumal die letztere Methode flexibler ist. Erstens könnte man diesem Argument zustimmen, wenn man bedenkt, dass in diesem Modell die beiden Repräsentationsarten annähernd denselben Merkmalsfundus codieren, sodass es keine Rolle spielt, ob sie durch Operationen an Bäumen oder Matrizen manipuliert werden. Würden sich die phonemischen und phonetischen Merkmalsinventare jedoch z.B. im Umfang deutlicher unterscheiden, wäre die Unterscheidung in die zwei Verfahren sicherlich sinnvoll. Zweitens spricht für die Unterscheidung, dass die beiden Verfahren auf unterschiedliche Stadien der Äußerungsproduktion einwirken, sodass die Manipulation an mehreren Stadien sinnvoll sein kann, unabhängig von der konkreten Methode der Manipulation. Drittens könnte man die Unterscheidung als Prüfstand nutzen, um zu sehen, welche Regeln mit welchem Mechanismus ökonomischer, plausibler usw. umgesetzt werden können. Die Problematik soll an dieser Stelle aber nicht weiter thematisiert werden. Festgehalten werden soll aber, dass es Argumente dafür gibt, die Unterscheidung in zwei Verfahren der Koartikulation als einen Aspekt der generischen Infrastruktur anzusehen, die das Modell darstel-

len soll, der zu einem späteren Zeitpunkt in verschiedenen Kontexten bewertet werden kann.

Abschließende Prozeduren und Ausgabe der Äußerung Während die phonematische Repräsentation als hierarchische Struktur kognitiver Entitäten konzipiert ist, sollen der phonetischen Repräsentation artikulatorische und akustische Aspekte zugrundeliegen. Ein wichtiger Unterschied zur phonologischen Repräsentation ist z.B. das Fehlen einer expliziten hierarchischen Organisation. Die phonetische Repräsentation ist eine Kette von Merkmalsmatrizen und wird direkt dem Interaktionspartner übergeben.

Allophoninventar: Bevor dies geschieht, inventarisiert der Sprecher in einem letzten Schritt der Produktion die tatsächlich von ihm produzierten voll spezifizierten Laute. Damit unterhält der Sprecher sich eine Art von phonetischem Bewusstsein, komplementär zu seinem Phonemsystem, oder, genauer gesagt, ein Inventar von ihm verwendeter Allophone, siehe Abschnitt 9.4.4.4. Die Phoneminventarkomponente stellt eine Funktion bereit, die das Allophoninventar aktualisiert, siehe Abschnitt 9.4.5.7.

Variation der Deutlichkeit: Die Anwendung der Funktionen der Koartikulation und Redundanzspezifikation kann die produzierte Äußerung deutlich von der Lexikonform abweichen lassen. Starke Veränderungen können der Grund dafür sein, dass sich die Sprecher nicht verstehen können, obwohl sie eventuell dieselben Lexikonformen haben. Daher sollte es bei der Äußerungsproduktion ferner folgende Möglichkeit geben. Ist der jeweilige Hörer der Meinung, er habe die Äußerung nicht verstanden, soll er den Sprecher dazu auffordern können, deutlicher zu sprechen. Der Sprecher kann dies umsetzen, indem er dieselbe Lexikonform noch einmal realisiert, jedoch ohne Koartikulation und Optimierung der Silbenstruktur anzuwenden, oder zumindest in geringerem Maß. Das Konzept, die Deutlichkeit einer Äußerung zu parametrisieren, hat ihre Motivation in den Aspekten der Effizienz und der Effektivität der Kommunikation als Variationsquelle in der

Realisierung, siehe hier Kapitel 7.1.2.2, Seite 173.

Phonematische Rückkopplung: Wenn die Menge und Kombination der Regeln, die bei der Produktion einer Äußerung angewendet werden, von Mal zu Mal variabel sind, dann wäre es unter Umständen auch sinnvoll, erfolgreiche Äußerungen von Lexikonformen, analog zum Allophoninventar, mit den Formen zu archivieren. Denkbar ist ferner eine phonematische Rückkopplung, bei der erfolgreiche Äußerungen phonematisch rückinterpretiert werden und die resultierenden Formen als Alternativen im Lexikoneintrag gespeichert werden, wenn sie sich von den ursprünglichen Formen unterscheiden⁶⁴.

9.4.3.4 Transformation von Äußerungen in Lexikonformen Die Äußerung bzw. die phonetische Repräsentation der Lexikonform, die der Interaktionspartner übergibt, wird von der Perzeption in eine phonematische Repräsentation übersetzt. Dabei muss einerseits die Silbenstruktur der Äußerung mittels der Silbenstrukturgesetze abgeleitet werden, um die Baumrepräsentation der Lexikonform rekonstruieren zu können. Andererseits müssen dazu die enthaltenen Segmente phonematisch interpretiert werden. Das Resultat ist eine Lexikonform, die mit anderen Lexikonformen verglichen werden kann. Während Koartikulation ein Effekt der Produktion ist, kann auch die Perzeption Effekte bzw. Artefakte in die phonologische Interpretation von Segmenten einführen.

Eigenallophonererkennung: Als erster Schritt der Perzeption wird eine Eigenallophonererkennung durchgeführt. Hierbei wird der Inhalt des hörereigenen Allophoninventars als Interpretationsgrundlage verwendet. Die Phonemsystemkomponente bietet eine Funktion an, die Segmente allophonisch interpretiert, siehe Abschnitt 9.4.5.8. So werden die Segmente der Äußerung durch die jeweils ähnlichsten eigenen Allophone ersetzt. Dies entspricht in etwa dem Phänomen, dem

⁶⁴Die Konzepte des Allophoninventars und die Möglichkeit der Variation der Menge der in der Produktion angewendeten Regeln sind bisher nicht implementiert worden. Die phonematische Rückkopplung ist jedoch eine Eigenschaft, die in der dritten Phase der Modellbildung umgesetzt wird, siehe Kapitel 10.

eigenen System fremde Laute fehlzuinterpretieren. Die Fehlinterpretation besteht darin, die nicht im Allophoninventar enthaltenen Segmente auf die ähnlichsten darin enthaltenen Segmente abzubilden und sie durch diese zu ersetzen. Dies muss nicht in jedem Fall Konsequenzen für die phonematische Interpretation der Segmente haben. Die Segmente, die sich nicht mit Segmenten aus dem Allophoninventar zur Deckung bringen lassen, können alternativ auch anfällig für weitere mögliche Fehlinterpretationen gemacht werden, wie z.B. für Assoziation oder Dissoziation, siehe unten.

Assoziation und Dissoziation: Ohala (1994: 491 f.) führt zwei Interpretationsfehler an, die bei der Perzeption auftreten können. Einmal Dissoziation, wobei Elemente der Lautkette, die zu einem Segment gehören sollten, als zwei getrennte Segmente interpretiert werden. Dann Assoziation, wobei Elemente der Lautkette, die zu zwei getrennten Segmenten der Lautkette gehören sollten, als zu einem Segment gehörend interpretiert werden. Diese Phänomene sind hier interessant, da Ohala die Entstehung von Vokalharmonie darauf zurückführt. Die Simulation von Phänomenen dieser Art wird hier in der Phase der Allophonererkennung situiert. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur stellt eine entsprechende Funktion bereit, siehe Abschnitt 9.4.6.⁶⁵

Ableitung der Silbenstruktur: Die Ableitung der Silbenstruktur soll vor der phonematischen Interpretation der Segmente geschehen, da die voll spezifizierten Lautsegmente detailliertere Information dazu haben. Unter Anwendung der Silbenstrukturgesetze wird für jede Äußerung eine optimale Silbenstruktur aus der interpretierten Allophonsequenz bestimmt. Die Komponente für Phonemsequenzstruktur stellt eine entsprechende Funktion bereit, siehe Abschnitt 9.4.6.7. Diese Funktion baut eine Baumrepräsentation bis zu den Segmentknoten auf. Die Silbenstruktur ist also schon darin abgebildet, die Segmente sind aber noch Matrizen.

⁶⁵Eigenallophonererkennung und ein Modul für Fehlinterpretationen nach den Konzept von Assoziation und Dissoziation sind bisher ebenfalls nicht implementiert worden.

Phonematische Interpretation: Schließlich werden die Lautsegmente phonematisch interpretiert. Dazu werden diese auf die aktuell im Phoneminventar enthaltenen Segmente abgebildet. Die Phoneminventarkomponente stellt eine Funktion zur phonematischen Interpretation einzelner Lautsegmente bereit, siehe Abschnitt 9.4.5.10. Damit ist die Lexikonform erstellt und wird von der Transformationsfunktion zurückgegeben.

9.4.4 Spezifikation der Phoneminventarkomponente

Die Phoneminventarkomponente war in der ersten Phase der Modellbildung nicht vorhanden und wird in dieser Phase neu eingeführt. Im vorhergehenden Abschnitt wurden bereits Aspekte der Interaktion zwischen dem Produktions- und Perzeptionsmodul und dem Phoneminventar beschrieben. Die Phoneminventarkomponente verwaltet das Phonemsystem des Sprechers. Sie manipuliert also Phonemengen. Daher muss hier zuerst gezeigt werden, wie Phoneme repräsentiert werden und wie das dynamische Verhalten des Phonemsystems erreicht wird. Abschnitt 9.4.4.1 zeigt die Repräsentation von Phonemen. Abschnitt 9.4.4.2 beschreibt die einzelnen Inventare des Phonemsystems und legt die Möglichkeiten ihres dynamischen Verhaltens fest. Neben den Inventaren mit den phonemischen Segmenten enthält die Phonemsystemkomponente zwei weitere Segmentinventare: Abschnitt 9.4.4.3 spezifiziert ein Inventar phonetisch voll spezifizierter Laute, die unter bestimmten Umständen bei der Bildung von Äußerungen benötigt werden. Abschnitt 9.4.4.4 beschreibt ein Inventar, das Allophone enthält, die bei der Produktion von Äußerungen verwendet werden⁶⁶. Dieses Inventar wird bei der Interpretation von Äußerungen in der Perzeption eingesetzt.

9.4.4.1 Phonologische Repräsentation der Segmente Grundlage für die phonologische Repräsentation soll die in Abschnitt 9.3.1.2 skizzierte hierarchische Organisation phonetischer Merkmale sein.

⁶⁶Das Allophoninventar wurde bisher nicht implementiert, siehe Anmerkung 65.

Vereinfachungen am Merkmalsbaum Da in Kap. 9.3.2 das Segmentinventar für die aktuelle Phase der Modellsimulation eingeschränkt wurde, können auch an der Baumstruktur der Merkmale einige Vereinfachungen vorgenommen werden.

Der Pharyngalknoten kann strukturell reduziert werden. Da ein System von höchstens acht Vokalen vorgesehen ist, das durch die Merkmale [high], [low], [back] und [round] bestimmt werden kann, sind die Merkmale [ATR] und [RTR] sowie der Zungenwurzelknoten überflüssig. Diese Merkmale werden auch außerhalb des Vokalsystems nicht benötigt. Ferner sind keine glottalisierten Konsonanten vorgesehen, sodass das Merkmal [constricted glottis] eliminiert werden kann. Das Merkmal [spread glottis] charakterisiert allein das Segment /h/ und kann daher ebenfalls fortgelassen werden, denn es gibt auf phonologischer Ebene auch keine aspirierten Konsonanten.

Da in meinem Modell der konzeptuelle Unterschied zwischen nasaler Kavität, velarer Artikulation und dem Merkmal Nasalität keine Rolle spielt, ist hier auch eine hierarchische Anordnung dieser Konzepte überflüssig. Das Merkmal [nasal] dient allein dazu, in Kombination mit dem Merkmal [lateral] konsonantische Sonoranten zu differenzieren (in Laterale, Nasale und R-Laute).

Schließlich eliminiere ich das Merkmal [strident]. In Chomsky & Halle (1968: Tab. 1, S. 176 f.) charakterisiert dieses Merkmal /f, v, s, z, c, t_s, d_z, S, Z/. Hier kommen jedoch keine Affrikate vor und die übrigen Segmente sind hinreichend durch die Merkmale [continuant], [labial], [coronal], [anterior] und [distributed] desambiguiert.

Maximales distinktives Potential Mit diesen Vereinfachungen und dem in Abschnitt 9.3.2 spezifizierten Segmentinventar ergibt sich das in Tabelle 23 angeführte maximale System phonologisch distinktiver Oppositionen. Die Tabelle stellt die möglichen Inhalte eines Wurzelknotens dar, der von einer Segmentposition in der Lautkette ausgeht. Sie reflektiert die hierarchische Struktur des Wurzel-

knotens. Die Merkmale [consonantal] und [sonorant], in Rot unterlegt, werden für alle Segmenttypen angegeben und teilen diese in vokalische und sonore oder nicht sonore konsonantische Segmente ein. Diese Merkmale werden wie in Halles Modell als terminale Knoten mit Wert direkt unter den Wurzelknoten gesetzt. Für Konsonanten muss eine Art der Engebildung spezifiziert werden. Das Vorhandensein der Engebildung wird durch das Vorhandensein eines Striktionsknotens (STRIC.) angezeigt. Die Art der Engebildung wird durch den Wert des Terminalknotens [continuant] angegeben, der dem Striktionsknoten untergeordnet ist.

Nicht sonore Konsonanten: Nicht sonore Konsonanten werden durch eine orale Artikulation unterschieden. Das Vorhandensein einer oralen Artikulation wird durch das Setzen eines oralen Kavitätsknotens angezeigt. Um die Artikulation weiter zu differenzieren, können dem Oralknoten ein labialer, ein koronaler und ein dorsaler Knoten untergeordnet werden. Da bei den nicht sonoren Konsonanten eine weitere Differenzierung der labialen und der dorsalen Artikulation nicht notwendig ist, enthalten die entsprechenden Knoten keine weiteren Terminalknoten und können auch selbst keine Werte annehmen⁶⁷. Sie zeigen also allein das Vorhandensein einer labialen bzw. einer dorsalen Artikulation an. Die koronale Artikulation muss jedoch weiter differenziert werden. Dies geschieht durch die Terminalknoten [anterior] und [distributed], für die Werte angegeben werden müssen. Optional können nicht sonore Konsonanten weiter nach Stimmhaftigkeit differenziert werden. Wenn allerdings kein Bedarf besteht, müssen Okklusive, Frikative oder beide nicht danach differenziert werden.

Sonore Konsonanten: Sonore Konsonanten werden durch die drei möglichen Kombinationen von An- und Abwesenheit des Nasal- und des Lateralknotens in Nasale, Laterale und R-Laute differenziert. Dies ist so, weil Nasalität und Lateralität in meinem vereinfachten Modell nur unäre Merkmale sind. Für die Laterale und R-Laute muss eine koronale Artikulation spezifiziert werden, die jedoch nur durch das Merkmal [anterior] weiter differenziert ist. Für Nasale gilt

⁶⁷Dass ein Knoten keine Werte annehmen kann, wird in der Tabelle durch ein "x" angezeigt.

	[cons]	[son.]																			
			NAS.	LAT.	STRIC.	[cont]															
							LAB.														
								COR.	[ant.]	[dist]											
											DOR.	[back]	[high]	[low]						GLOT.	[voic.]
p	+	-			x	-	x													x	-
b	+	-			x	-	x													x	+
f	+	-			x	+	x													x	-
v	+	-			x	+	x													x	+
t	+	-			x	-		x	+											x	-
d	+	-			x	-		x	+											x	+
s	+	-			x	+		x	+	-										x	-
z	+	-			x	+		x	+	-										x	+
c	+	-			x	-		x	-											x	-
ʃ	+	-			x	-		x	-											x	+
T	+	-			x	+		x	+	+										x	-
D	+	-			x	+		x	+	+										x	+
S	+	-			x	+		x	-											x	-
Z	+	-			x	+		x	-											x	+
k	+	-			x	-					x									x	-
g	+	-			x	-					x									x	+
x	+	-			x	+					x									x	-
G	+	-			x	+					x									x	+
m	+	+	x		x	-	x														
n	+	+	x		x	-		x	+												
ɲ	+	+	x		x	-		x	-												
N	+	+	x		x	-					x										
l	+	+		x	x	+		x	+												
L	+	+		x	x	+		x	-												
r	+	+			x	+															
ʀ	+	+			x	-															
u	-	+						x			x	+	+	-							
o	-	+						x			x	+	-	-							
O	-	+						x			x	+	-	+							
i	-	+									x	-	+	-							
e	-	+									x	-	-	-							
E	-	+									x	-	-	+							
a	-	+									x	+	-	+							
h	-	+																		x	-

Abbildung 23: Maximales distinktives System

dasselbe, doch können sie wie die Obstruenten auch eine labiale oder eine dorsale Artikulation haben. Eine Differenzierung nach Stimmhaftigkeit ist bei sonoren Konsonanten nicht möglich.

Vokale: Vokale bzw. nicht konsonantische sonore Laute werden durch ihre dorsale Artikulation und die An- oder Abwesenheit einer labialen Artikulation unterschieden. Sie sind für Stimmhaftigkeit nicht spezifiziert, da [+voiced] eine unmarkierte Eigenschaft von Sonoranten ist.

Segment /h/: Das Segment /h/ bildet sein eigenes Inventar, und zeichnet sich durch fehlende Artikulation und Stimmlosigkeit aus.

Vereinfachter Merkmalsbaum Um die beschriebenen Merkmalskombinationen abbilden zu können, wird ein Merkmalsbaum mit folgenden strukturellen Möglichkeiten benötigt, siehe Abbildung 24. Der Wurzelknoten verzweigt in die terminalen Merkmale [+/-consonantal] und [+/-sonorant], in die terminalen Knoten [nasal] und [lateral], und ferner in die Knoten [stricture] und [pharyngeal]. Der Knoten [stricture] verzweigt weiter in das terminale Merkmal [continuant] und der Knoten [pharyngeal] in das terminale Merkmal [voiced]. Schließlich verzweigt der Wurzelknoten in den Oralknoten, der seinerseits in den labialen, den koronalen und den dorsalen Knoten verzweigt. Der Labialknoten ist terminal. Der koronale verzweigt in die terminalen Merkmale [anterior] und [distributed]. Der dorsale Knoten verzweigt in die terminalen Merkmale [high], [low] und [back].

9.4.4.2 Dynamik des Phonemsystems Das Phonemsystem der Sprecher dient als Grundlage zur Erstellung der phonematischen Repräsentationen neuer Lexeme und zur phonematischen Interpretation von Äußerungen. Das Phonemsystem soll sich an den Bedarf nach distinktiven Oppositionen anpassen können. Dazu muss es in der Lage sein, zu wachsen und zu schrumpfen. Die Regeln, nach denen dies geschieht, leite ich aus den Daten ab, die in Abschnitt 9.3.2 angeführt wurden. Das Phonemsystem enthält unterspezifizierte phonematische Einheiten.

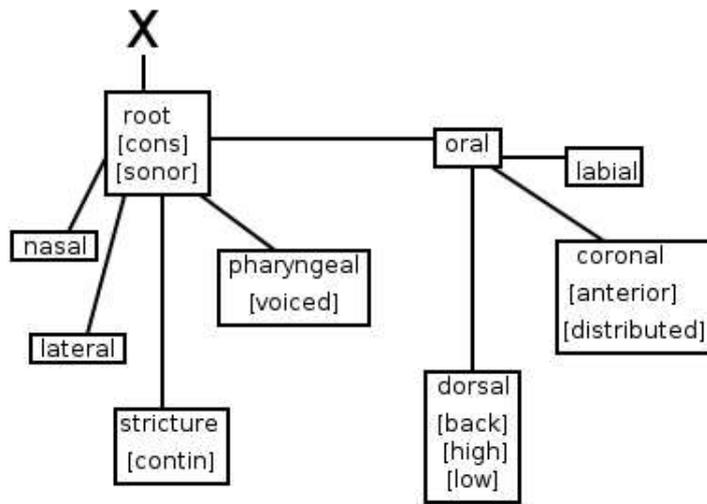


Abbildung 24: Vereinfachter Graph distinktiver Merkmale

Benötigt wird nun ein detailliertes Modell des Phonemsystems, das jeden möglichen Zustand des Systems abbilden kann und jeden möglichen Zustand in andere mögliche Zustände überführen kann. Für jeden möglichen Zustand des Systems muss das Modell für jedes darin mögliche Phonem eine minimale Spezifikation nennen. Die Überführung des Systems von einem Zustand in einen anderen Zustand soll in diskreten Schritten geschehen. Ein Schritt ist das Hinzufügen oder das Entfernen eines Phonems oder die Funktionalisierung oder Neutralisierung einer distinktiven Opposition. Es erscheint sinnvoll, eine Trennung in die Verwaltung des Phoneminventars mit Symbolen einerseits und die Merkmalspezifikation der Phoneme unter dem jeweiligen Zustand des gesamten Phonemsystems andererseits vorzunehmen. Unterschieden werden also die Fragen welche Phoneme im Inventar vorhanden sind und wie die vorhandenen Phoneme, abhängig von der globalen Zusammensetzung des Inventars, spezifiziert sind.

Manipulation von Phonemmen: Im Phoneminventar werden Phoneme daher, nicht in Merkmale analysiert, sondern als Symbole, den in Abschnitt 9.3.2 beschriebenen Implikationen entsprechend verwaltet. Dabei wird das Phonem-

	vorhanden	nicht vorhanden
Vokale	aiu	eoEO
Liquide	l	Lr4
Nasale	n	mNJ
Frikative		sfSszVvxGTD
Okklusive	tk	pcbdJ\
/h/		h

Tabelle 2: Phonemische Subinventare

system in Subsysteme für Vokale, Liquide, Nasale, Frikative, Okklusive und /h/ aufgeteilt. Es wird sich zeigen, dass die Subsysteme weitgehend unabhängig voneinander sind. Ausnahmen sind die Abhängigkeit des Merkmals [cont] der Okklusive vom Vorhandensein von Frikativen und die Abhängigkeit zweier Nasale vom Vorhandensein von Obstruenten am selben Artikulationsort. Ansonsten ist die Dynamik jedes dieser Subsysteme allein von seiner eigenen Struktur abhängig. In Abschnitt 9.4.4.2 und den darauf folgenden Abschnitten wird die mögliche Dynamik des Phonemsystems spezifiziert.

Es ist ferner sinnvoll für jedes Subinventar zwei Mengen von Phonemen zu verwalten⁶⁸. Eine Menge enthält die Phoneme, die gerade am aktuellen Phonemsystem teilnehmen, und eine andere Menge diejenigen, die darin nicht enthalten sind. Alle in einem Subsystem möglichen Phoneme teilen sich in diese beiden Mengen auf. Tabelle 2 zeigt einen möglichen Minimalzustand eines Phonemsystems bei der Initialisierung zu Beginn einer Simulation. Die Okklusive /t, k/ und die Vokale /a, i, u/ sind immer vorhanden. Frikative sind nicht vorhanden. Für die Liquide und Nasale ist je ein Phonem vorhanden. Das Phonem /h/ ist nicht vorhanden.

Schritte, die das Phonemsystem von einem Zustand in den anderen überführen können, sind einerseits das Hinzufügen eines Phonems zum Phoneminventar oder das Fortnehmen eines Phonems daraus. Diese Schritte können einfach dadurch

⁶⁸Die Implementierung ist jedoch simpler.

realisiert werden, dass in den Subinventaren, den implikationalen Verhältnissen entsprechend, Phoneme von der einen in die andere der in den Inventaren enthaltenen Untermengen verschoben werden. Mögliche Modifikationen des in Tabelle 2 gezeigten Phoneminventars wären z.B. das Verschieben von /e/ von rechts nach links.

Eine weitere mögliche Art von Modifikation des Phoneminventars ist andererseits die Funktionalisierung und die Neutralisierung einzelner distinktiver Oppositionen in den Subinventaren. Diese können in der Regel nicht durch das Verschieben einzelner Phoneme zwischen den beiden Mengen eines Inventars realisiert werden und müssen als komplexere Manipulationen der Inventare modelliert werden.

Die Phoneminventarkomponente benötigt ferner eine Funktion, die distinktive Oppositionen kollabiert, wenn der allgemeine Bedarf danach wieder herabgeht. Allerdings handelt es sich hierbei um eine Funktion, die von der Phoneminventarkomponente selbst bzw. nur intern benutzt wird. Abschnitt 9.4.5 spezifiziert die Funktionen, die die Vermehrung oder Verminderung des distinktiven Potentials im Phonemsystem regeln.

Da die phonemischen Repräsentationen mit der Zusammensetzung des Phoneminventars variieren, es sich insgesamt aber immer noch um eine geringe Menge einzelner Repräsentationen handelt, ist es sinnvoll, ein Archiv für phonemische Repräsentationen anzulegen. Für jedes sich aktuell im Inventar befindliche Phonem wird die phonemische Repräsentation ermittelt, indem die Zusammensetzung nicht nur des jeweiligen Subinventars, sondern des gesamten Phoneminventars analysiert wird und dann die der Zusammensetzung entsprechende Repräsentation aus dem Archiv geholt wird⁶⁹.

Vokalinventar Das minimale Vokalsystem ist /a, i, u/, das maximale ist /a, i, u, e, o, E, O/. Folgende implikationale Verhältnisse bestimmen, in wel-

⁶⁹Die Implementierung geht jedoch nach einem kompositionalen Ansatz vor.

cher Reihenfolge distinktive vokalische Oppositionen auf- und abgebaut werden können: /a, i, u/ ermöglicht /e/, /e/ ermöglicht /o/, /o/ ermöglicht /E/ und /E/ ermöglicht /O/. Umgekehrt muss zum Fortnehmen von /E/ /O/ bereits fehlen usw. Mit jedem dieser Schritte ändert sich aber die minimale Merkmalspezifikation der Phoneme. Alle Vokale haben die Merkmale [-cons], [+son], die im Folgenden ausgelassen werden. Alle Vokale haben den Dorsalknoten. Knoten, die keine eigene Spezifikation für die Werte “+” und “-” haben, schreibe ich in Großbuchstaben. Die Merkmale [+/-DORS] und [+/-ROUND] bezeichnen hier das Vorhandensein oder die Abwesenheit des Dorsal- und des Labialknotens. Desweiteren gilt bei:

/a, i, u/

/a/: [+DORS], [+low]

/i/: [+DORS], [-ROUND], [-low]

/u/: [+DORS], [+ROUND], [-low]

/a, e, i, u/

/a/: [+DORS], [+ROUND], [+low]

/e/: [+DORS], [-ROUND], [+low]

/i/: [+DORS], [-ROUND], [-low]

/u/: [+DORS], [+ROUND], [-low]

/a, e, i, o, u/

/a/: [+DORS], [-ROUND], [+low], [-high]

/e/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [-high]

/i/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [+high]

/o/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [-high]

/u/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [+high]

/a, E, e, i, o, u/

/a/: [+DORS], [+ROUND], [+low], [-high]

/E/: [+DORS], [-ROUND], [+low], [-high]

/e/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [-high]

/i/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [+high]

/o/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [-high]

/u/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [+high]

/a, E, e, i, O, o, u/

/a/: [+DORS], [-ROUND], [+low], [+back], [-high]

/E/: [+DORS], [-ROUND], [+low], [-back], [-high]

/O/: [+DORS], [+ROUND], [+low], [+back], [-high]

/e/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [-back], [-high]

/i/: [+DORS], [-ROUND], [-low], [-back], [+high]

/o/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [+back], [-high]

/u/: [+DORS], [+ROUND], [-low], [+back], [+high]

Inventar der Liquide Das minimale System der Liquide besteht aus einem Lateralarchiphonem, das maximale aus den vier möglichen Segmenten /l, L, r, 4/. Das Lateralarchiphonem kann in /l/ und /L/ differenziert werden. Ist das Lateralarchiphonem vorhanden, kann ein Vibrantenarchiphonem hinzukommen. Sind /l, L/ differenziert, kann das Vibrantenarchiphonem in /r, 4/ differenziert werden. Umgekehrt dürfen /r, 4/ nicht differenziert sein, wenn die Unterscheidung von /l, L/ aufgelöst werden soll. Wenn die Unterscheidung von /r, 4/ aufgelöst ist, kann auch das Vibrantenarchiphonem entfallen. Für alle Liquide gilt [+cons], [+son] und die Abwesenheit des Nasalknotens, hier repräsentiert durch [-NAS] und die Anwesenheit des Striktionsknotens ([+STRICT]). Für das Lateralarchiphonem (Lat) gilt das Vorhandensein des Lateralknotens. Für das Vibrantenarchiphonem (Vib) gilt die Abwesenheit des Lateralknotens. Das Merkmal [+/-LAT] bezeichnet hier das Vorhandensein bzw. die Abwesenheit des Lateralknotens.

Lat: [-NAS], [+LAT], [+STRICT]

Vib: [-NAS], [-LAT], [+STRICT]

Für die Differenzierungen der beiden Archiphoneme gilt:

l: [-NAS], [+LAT], [+STRICT], [+cont], [+COR], [+ant]

L: [-NAS], [+LAT], [+STRICT], [+cont], [+COR], [-ant]

r: [-NAS], [-LAT], [+STRICT], [+cont]

4: [-NAS], [-LAT], [+STRICT], [-cont]

Dabei setzt eine Spezifikation des Merkmals [cont] das Vorhandensein des Striktionsknotens voraus ([+STRICT]) und eine Spezifikation des Merkmals [ant] das Vorhandensein des Koronalknotens ([+COR]). Zum Inventar der Liquide sollte das Folgende angemerkt werden, was die Interpretation der Phonemsymbole in der Menge der vorhandenen Phoneme betrifft. In der minimalen Konfiguration

kann dieses Inventar entweder /l/ oder /L/ enthalten. Da in diesen Fällen beide das laterale Archiphonem repräsentieren, wird für sie dann auch die entsprechende Spezifikation des Archiphonems ausgegeben. Sind beide Laterale vorhanden, wird für jedes die weiter differenzierte Spezifikation ausgegeben. Dasselbe gilt für die Vibranten.

Inventar der Okklusive Das minimale System der Okklusive besteht aus /t, k/, das maximale aus /t, k, p, c, b, d, g, J\/. Dabei gelten folgende Implikationen: /t, k/ ermöglicht /p/ und /p/ ermöglicht /c/. /t, k, p/ ermöglicht /b, d/, /b, d/ ermöglicht /g/. Sind /g/ und /c/ vorhanden, ist /J\// möglich. Für alle Okklusive gilt [+cons] und [-son]. Ferner ist für alle Okklusive der Striktionsknoten vorhanden.

Solange aber keine Frikative vorhanden sind, wird das Merkmal [cont] für Okklusive nicht spezifiziert, d.h. der Striktionsknoten ist in diesem Fall terminal. Da /s/ immer der erste Frikativ ist, lässt sich dies aufgrund des Vorhandenseins oder Fehlens von /s/ entscheiden. Ist /s/ aber vorhanden, enthält die Spezifikation aller Okklusive das Merkmal [-cont].

Sind nur /t, k, p/ vorhanden, und somit auch kein /J\//, werden für Okklusive im Koronalknoten keine Merkmale ausspezifiziert. Ist /c/ vorhanden, wird für Okklusive im Koronalknoten das Merkmal [+/-ant] spezifiziert. Die Unterscheidung [+/-ant] kann auf zwei Weisen aufgelöst werden. Erstens kann es in zwei Einzelschritten durch die Fortnahme von erst /J\// und später /c/ geschehen. Zweitens kann es durch die Neutralisierung der Opposition [+/-ant] in einem Schritt geschehen. Dazu werden /c, J\// gleichzeitig aus dem Inventar entfernt.

Stimmhaftigkeit wird für Okklusive nur spezifiziert, wenn /b, d/ vorhanden sind. Das System kann die Stimmhaftigkeitsopposition für Okklusive ebenso wie die Opposition von [+/-ant] in mehreren Schritten, die zur Fortnahme von /b, d, g, J\// oder in einem einzigen Schritt neutralisieren. Als Besonderheit werden /b, d/ immer in einem Schritt eingeführt oder fortgenommen. Zur Neutralisierung der

Stimmhaftigkeitsopposition in einem Schritt werden alle stimmhaften Okklusive mit einem Mal aus dem Inventar genommen.

Das Weglassen von /p/ schließlich, ist nur möglich, wenn /b, d/ nicht vorhanden sind.

Zur Spezifikation der Okklusive muss also überprüft werden, 1. ob /s/ vorhanden ist, 2. ob /c/ vorhanden ist und 3. ob /b, d/ vorhanden sind. Dementsprechend ergeben sich folgende Spezifikationen bei denen die den genannten Optionen entsprechenden Merkmale geklammert sind.

t: [+STRICT], ([-cont]), [+COR], ([+ant]), ([+GLOT], [-voiced])

k: [+STRICT], ([-cont]), [+DORS], ([+GLOT], [-voiced])

p: [+STRICT], ([-cont]), [+LAB], ([+GLOT], [-voiced])

c: [+STRICT], ([-cont]), [+COR], ([-ant]), ([+GLOT], [-voiced])

b: [+STRICT], ([-cont]), [+LAB], ([+GLOT], [+voiced])

d: [+STRICT], ([-cont]), [+COR], ([+ant]), ([+GLOT], [+voiced])

g: [+STRICT], ([-cont]), [+DORS], ([+GLOT], [+voiced])

J\\$: [+STRICT], ([-cont]), [+COR], ([-ant]), ([+GLOT], [+voiced])

Dabei zeigen [+/-GLOT] und [+/-LAB] Vorhandensein oder Abwesenheit des Glottal- und des Labialknotens an.

Inventar der Frikative Das minimale System der Frikative ist leer, das maximale hat höchstens acht Segmente aus /s, z, f, v, S, Z, x, G, T, D/. Der erste Frikativ ist immer /s/. Danach können /S/ und /f/ hinzugefügt werden. Die Segmente /z/, /Z/, /x/ und /T/ können nur eingeführt werden, wenn jeweils sowohl /f/ als auch /S/ vorhanden sind. Das Segment /v/ hat ohne das Vorhandensein von /f/ eine Chance von 20%, eingeführt zu werden. Das Segment /G/

hat ohne das Vorhandensein von /x/ eine Chance von 40%, eingeführt zu werden. Umgekehrt hat /x/ eine Chance von 40%, im Vorhandensein von /G/ entfernt zu werden. Das Segment /D/ hat ohne das Vorhandensein von /T/ eine Chance von 60%, eingeführt zu werden. Umgekehrt hat /T/ eine Chance von 60%, im Vorhandensein von /D/ entfernt zu werden. Im System darf /s/ nur fehlen, wenn alle übrigen Frikative fehlen. Die Segmente /f/ oder /S/ können nur fehlen, wenn alle anderen Frikative außer /s/ fehlen. Für alle Frikative gilt [+cons], [-son] und [+STRICT], [+cont]. Wenn /S/ nicht vorhanden ist, wird für Frikative im Koronalknoten das Merkmal [ant] nicht spezifiziert. Eine bestehende Opposition von [+/-ant] kann durch das Fortnehmen von /S, Z/ in einzelnen Schritten oder auf ein Mal neutralisiert werden. Stimmhaftigkeit wird für Frikative nur spezifiziert, wenn mindestens ein Segment aus /z, Z, G, D/ vorhanden ist. Zur Neutralisierung der Stimmhaftigkeitsopposition müssen diese Phoneme in einem oder mehreren Schritten aus dem Inventar entfernt werden. Ist /T/ oder /D/ vorhanden, wird für koronale Frikative mit dem Merkmal [+ant] auch das Merkmal [dist] spezifiziert. Einmal eingeführt, kann der Terminalknoten [dist] für diese Segmente wieder abgeschnitten werden.

Zur Spezifikation der Frikative muss also geprüft werden, ob 1. /S/ vorhanden ist, 2. ob stimmhafte Frikative vorhanden sind und 3. ob interdentale Frikative vorhanden sind. Optionale Merkmale sind in den folgenden Spezifikationen geklammert.

f: [+LAB], ([+GLOT], [-voiced])

v: [+LAB], ([+GLOT], [+voiced])

s: [+COR], ([+ant]), ([-dist]), ([+GLOT], [-voiced])

z: [+COR], ([+ant]), ([-dist]), ([+GLOT], [+voiced])

T: [+COR], ([+ant]), ([+dist]), ([+GLOT], [-voiced])

D: [+COR], ([+ant]), ([+dist]), ([+GLOT], [+voiced])

S: [+COR], ([-ant]), ([+GLOT], [-voiced])

Z: [+COR], ([-ant]), ([+GLOT], [+voiced])

x: [+DORS], ([+GLOT], [-voiced])

G: [+DORS], ([+GLOT], [+voiced])

Inventar der Nasale Das minimale System der Nasale hat eines, das maximale vier Segmente aus /n, N, m, J/. Die Segmente /n, N/ sind immer wählbar, da auch /t, k/, also Obstruenten am selben Artikulationsort, immer vorhanden sind. Zur Wahl von /m/ muss entweder /p/ oder /f/ vorhanden sein. Zur Wahl von /J/ muss entweder /c/ oder /S/ vorhanden sein.

Sind /m/ oder /J/ vorhanden und schwinden durch Änderungen im System die Voraussetzungen für ihr Vorhandensein, muss das System der Nasale geändert werden. Das Segment /J/ wird dann zu /n/, wenn /n/ noch nicht vorhanden ist. Ist /n/ schon vorhanden, wird /J/ ersatzlos entfernt. Das Segment /m/ wird durch /n/ oder /N/ ersetzt. Ist /n/ schon vorhanden, durch /N/, und ist /N/ schon vorhanden, durch /n/. Sind sowohl /n/ als auch /N/ vorhanden, wird /m/ ersatzlos entfernt. Sind weder /n/ noch /N/ vorhanden, wird zufällig /n/ oder /N/ als Ersatz ausgewählt. Wegen der Abhängigkeit des Inventars der Nasale von den Inventaren der Okklusive und Frikative, wird es bei jeder Änderung in den letzten beiden auf die Konsistenz der implikationalen Verhältnisse geprüft und ggf. wie soeben beschrieben angepasst.

Alle Nasale sind [+cons], [+son], [+NAS], [+STRICT] und [-cont]. Ist nur ein einzelner Nasal vorhanden, wird er als nasales Archiphonem mit nur diesen Merkmalen spezifiziert. Ist mehr als ein Nasal vorhanden, wird ebenfalls der Artikulationsortknoten angegeben. Sind gleichzeitig /n/ und /J/ vorhanden, wird für sie das Merkmal [ant] spezifiziert. Die Opposition [+/-ant] kann neutralisiert

werden. Die Spezifikationen, die über die Eigenschaften des Archiphonems hinausgehen, sind also die folgenden, mit geklammerten optionalen Merkmalen.

m: [+LAB]

n: [+COR], ([+ant])

J: [+COR], ([-ant])

N: [+DORS]

Phonem /h/ Das Phonem /h/ hat sein eigenes Inventar. Es kann vorhanden sein oder nicht. Die Merkmalspezifikation ist [-cons, +son] und [+GLOTT, +voiced].

9.4.4.3 Inventar voll auspezifizierter Laute Die Menge der möglichen Phoneme wurde bereits beschrieben. Nun wird die Menge der voll auspezifizierten Laute beschrieben. Tabelle 3 zeigt die phonetische Spezifikation der Laute an. Diese Laute werden für die Produktion benötigt, um im letzten Schritt der Äußerungsproduktion eventuell fehlende Merkmale der Segmente zu ergänzen. Bei der Auspezifizierung von phonemischen Segmenten, siehe Abschnitt 9.4.3.3, kann es sein, dass bestimmte Merkmale nicht durch Koartikulation abgedeckt worden sind und auch nicht eindeutig aus der Position in der Silbe vorhergesagt werden können. Solche unvollständigen Segmente werden mit den voll auspezifizierten Lauten verglichen und dabei die fehlenden Merkmale des ähnlichsten Lautes übernommen. Dieser Vorgang ist funktional ähnlich zur Anwendung von Redundanzregeln. Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich die Repräsentation dieser Laute von derjenigen der Phoneme durch das Fehlen der internen hierarchischen Struktur der Segmente. Mit einigen Unterschieden zur phonemischen enthält diese Repräsentation der Laute die Information über die Struktur der Phoneme in Matrizenform. Unterschiede zur phonemischen Repräsentation sind,

dass das Vorhandensein des Striktionsknotens nicht spezifiziert wird. Dies kann aber aus den Werten für [cons] und [son] in der Wahrnehmung wieder rekonstruiert werden. Das Merkmal [dorsal] wurde einfach aus Sparsamkeit weggelassen, da es für [+cons] mit [-lab, -cor] identisch ist und bei [-cons] nicht vorkommt. Die Spezifikation des Glottalknotens wurde weggelassen, da er von [voiced] impliziert wird. Nasale, Liquide und Vokale haben immer [+voiced].

9.4.4.4 Allophoninventar Sprecher unterhalten ein Inventar mit von ihnen produzierten und perzipierten Allophonen⁷⁰. Dieses Inventar ist bei der Perzeption von Äußerungen relevant, da es dort als Grundlage der Interpretation von Lauten verwendet werden kann sowie bei der Produktion von Äußerungen in der letzten Phase der Ausspezifikation von Segmenten. Verwendete Allophone haben ein Aktivationsmaß, das ihre Verwendungsfrequenz ausdrückt. Der Inhalt dieses Inventars ist zwar grundlegend davon abhängig, welche Phoneme das Phoneminventar des Sprechers enthält. Welche Allophone bei Produktion und Perzeption vorkommen, und mit welcher Frequenz, hängt aber in erster Linie davon ab, welche Phonemkombinationen in den Formen des Lexikons mit welcher Frequenz vorkommen. Das ist erstens nicht vorhersehbar, denn es hängt von der Entwicklung des individuellen Lexikons in der Interaktion ab, und zweitens können die individuellen Lexika verschiedener Sprecher in bestimmten Phasen der Interaktion unterschiedlich strukturiert sein.

Aktivationsmaß: Allophone haben ein Aktivationsmaß. Es wird bei der Produktion und der Perzeption manipuliert. Bei der Produktion ist die Frequenz der produzierten Allophone relevant. Häufig produzierte Allophone erhalten eine hohe Aktivierung, selten produzierte eine niedrige. Das Maß wird bei der Produktion also durch relative Verwendungsfrequenz bestimmt. Bei der Perzeption wird das Aktivationsmaß für die Allophone angehoben, die an erfolgreichen Perzeptionen bzw. erfolgreichen Interaktionen beteiligt sind. Gesenkt wird es für solche

⁷⁰Siehe Anmerkung 65.

	cons	son	nas	lat	cont	lab	cor	ant	dist	back	high	low	voic
p	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
b	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
f	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
v	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
t	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
d	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
s	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
z	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
c	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
J\	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
T	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-
D	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+
S	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Z	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
k	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
g	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
x	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-
G	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
m	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
n	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
J	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
N	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+
l	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+
L	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
r	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
4	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+
u	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+
o	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+
O	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+
i	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
e	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
E	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+
a	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+
h	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-

Tabelle 3: Voll ausspezifizierte Laute

Allophone, die an erfolglosen Interaktionen beteiligt sind.

Effekte und Verwendung: Der Effekt ist allgemein, dass die Sprecher ein Äquivalent für ein lautliches Bewusstsein bekommen. Bei der Produktion ist der Effekt, dass hochfrequente Allophone stark aktiviert werden. Eine Verwendungsmöglichkeit hierfür gibt es bei der kontextfreien Redundanzspezifikation von Segmenten, also der Ergänzung fehlender Merkmale bei der Äußerungsproduktion. Hier könnten höher aktivierte Allophone geringer aktivierten Allophonen vorgezogen werden, wenn unvollständig spezifizierte Segmente nach einer Quelle für fehlende Merkmale suchen. Bei der Perzeption werden Allophone, die an erfolgreichen Äußerungen beteiligt sind aktiviert und solche, die an erfolglosen beteiligt sind, geschwächt. Eine Einsatzmöglichkeit gibt es beim ersten Schritt der Perzeption, also der Allophonerkennung. Dort könnten höher aktivierte Allophone als Interpretationsgrundlage vorgezogen werden und somit durch das eigene lautliche Bewusstsein des Sprechers bzw. Hörers bedingte Perzeptionsfehler simuliert werden, indem gering aktivierte Allophone oder unbekannte Allophone mit ähnlichen hochaktivierten Allophonen “verwechselt” werden.

Dynamik: Im Gegensatz zum statischen Inventar der Laute aus Abschnitt 9.4.4.3 ist das Allophoninventar dynamisch in seinem Umfang. Allophone, deren Aktivierung unter einen bestimmten Wert sinkt, werden aus dem Inventar entfernt.

9.4.5 Spezifikation der Schnittstelle zum Phonemsystem

In den Unterabschnitten 9.4.1 bis 9.4.4 wurden Änderungen und Erweiterungen der Funktionen des Lexikons und von Produktion und Perzeption spezifiziert. Ebenfalls wurden dort neue Komponenten und Unterkomponenten eingeführt, nämlich das Phonemsystem, die strukturbezogene Komponente des Lexikons und die Komponente für Phonemsequenzstruktur. In diesem und in den folgenden Unterabschnitten von Abschnitt 9.4 werden die Schnittstellen dieser neuen Komponenten spezifiziert. Die Funktionen, die in den Schnittstellen gesammelt werden, werden in der Regel in nachfolgenden Abschnitten beschrieben. Die Beschrei-

bungen sind Illustrationen der Funktionen und teilweise auch mehr oder weniger detaillierte Implementierungsvorschläge. Die beschriebenen Funktionen können von weiteren Funktionen abhängen, die in den vorhergehenden Abschnitten noch nicht erwähnt wurden. In der Regel werden diese ebenfalls hier oder in einem der folgenden Abschnitte beschrieben.

Hier werden die Funktionen der Phonemsystemkomponente ausspezifiziert. Folgende Funktionen soll diese Komponente anbieten.

- Erzeuge nukleares Segment.
- Erzeuge nichtnukleares Segment.
- Vermehre distinktive Oppositionen.
- Vermindere distinktive Oppositionen.
- Wandle phonematischen Baum in phonetische Matrize.
- Redundanzspezifiziere Segment kontextunabhängig.
- Bestimme ähnlichste vollständige Matrize.
- Aktualisiere Allophoninventar.
- Interpretiere Matrize allophonisch.
- Bestimme Konsonantenstärke von Matrize.
- Interpretiere Matrize phonematisch.
- Interpretiere Phonem phonematisch.

9.4.5.1 Erzeugung von Segmenten Die Funktionen zur Erzeugung von nuklearen und nichtnuklearen Segmenten basieren auf Elementen, die schon weiter oben eingeführt worden sind. Die Funktion zur Erzeugung eines nuklearen Elements wählt ein zufälliges Segment aus dem aktuellen Inventar der Vokale und

gibt eine Repräsentation davon zurück. Die Funktion zur Erzeugung eines nicht-nuklearen Elements wählt entweder einen Vokal mit dem Merkmal [+high] bzw. [-low], wenn [high] nicht spezifiziert ist, oder ein anderes zufälliges Segment aus einem der nichtvokalischen Inventare.

9.4.5.2 Vermehrung distinktiver Oppositionen Diese Funktion erhöht die Anzahl distinktiver Oppositionen im Phonemsystem. In Abschnitt 9.4.3.1 wurde ein Kriterium angegeben, das erfüllt sein muss, damit die Funktion aufgerufen werden kann. Eine gewisse Anzahl von Versuchen, eine neue Lexikonform mit allen drei der dort genannten Erzeugungsverfahren herzustellen, muss fehlgeschlagen sein. Dies wird als Indiz für einen Mangel an distinktiven Oppositionen bzw. Phonemen im Phonemsystem aufgefasst. Diese Funktion soll diesen Mangel beseitigen.

Wird die Funktion zur Vermehrung distinktiver Oppositionen im Phonemsystem aufgerufen, überprüft diese zunächst, ob eine Vermehrung möglich ist bzw. ob es noch Phoneme gibt, die nicht im Phoneminventar enthalten sind. Der Aufbau distinktiver Oppositionen ist einfacher gehalten als ihr Abbau, siehe Abschnitt 9.4.5.3. Der Aufbau geschieht nur durch das Hinzufügen einzelner Phoneme, und nicht durch das Hinzufügen einzelner Merkmale wie z.B. der Stimmhaftigkeitsopposition für Frikative.

Ob ein Vokal oder ein Konsonant hinzugefügt wird, richtet sich nach dem Mengenverhältnis von Vokalen und Konsonanten im aktuellen Phonemsystem. Für eine simple Entscheidungsgrundlage bietet es sich an, den Median des Quotienten aus der Anzahl der Vokale durch die Anzahl der Konsonanten zugrunde zu legen, der bei 0.36 liegt. Ist der Quotient kleiner als dieser Wert, ist die Wahrscheinlichkeit doppelt so hoch, dass ein neuer Vokal hinzugefügt wird als ein Konsonant. Liegt der Quotient höher als der Median, verkehrt sich dieses Verhältnis.

Die Entscheidung darüber, welcher mögliche Vokal oder Konsonant hinzu-

gefügt wird, kann mit mehreren Verfahren gefunden werden. Mögliche Phoneme sind immer solche, die nach den implikationalen Regeln aus Abschnitt 9.4.4.2 zulässig sind. Erstens kann die Auswahl rein zufällig erfolgen. Zweitens könnte die Struktur des aktuellen Phonemsystems untersucht werden, und z.B. Empfehlungen gegeben werden die Okklusivserie /b, d/ durch /g/ zu vervollständigen, wenn auch schon /p, t, k/ vorhanden sind. Die Auswahl der Phoneme ist in dieser Hinsicht aber schon recht stark durch die genannten Implikationen eingeschränkt, sodass die erste Möglichkeit mit einer dritten gekoppelt werden kann. Die dritte Möglichkeit stützt sich auf Informationen aus dem Allophoninventar. Vorhandene Allophone können Phonemen entsprechen, die nicht im Phoneminventar enthalten sind. Sie können durch die Veränderung von vorhandenen Phonemen durch Koartikulation entstanden sein. Sind Allophone vorhanden, die eine hohe Aktivierung haben, und keinem aktuellen Phonem, jedoch einem Phonem, das nicht im Inventar enthalten ist, entsprechen, so ist dieses nicht vorhandene Phonem ein Kandidat für eine Phonemisierung. Kann das Allophoninventar eine solche Information nicht liefern, wird das neue Phonem zufällig ausgewählt.

Eine Vermehrung im Phoneminventar muss Konsequenzen für den Inhalt des Lexikons haben. Existieren im Lexikon z.B. die beiden Formen /tut/ und /tuta/ und wird die erste immer als [tut], die zweite wegen Koartikulation immer als [tuda] realisiert, wäre es plausibel, dass bei einer Phonematisierung des Unterschiedes von /t/ vs. /d/ dies auch die phonemische Repräsentation für [tuda] von /tuta/ nach /tuda/ ändern würde. Daher sollte nach der Einführung eines neuen Phonems der Lexikoninhalt phonemisch neu interpretiert werden. Die Strukturkomponente des Lexikons stellt hierzu eine Funktion bereit, siehe 9.4.7.4.

9.4.5.3 Verminderung distinktiver Oppositionen Diese Funktion vermindert distinktive Oppositionen im Phonemsystem. Wird die Funktion aufgerufen, überprüft sie zunächst, ob eine Verminderung möglich ist bzw. ob es noch Phoneme gibt, die aus dem Phoneminventar entfernt werden können. Die Mo-

tivation, diese Funktion aufzurufen, ist es, nicht benötigte phonematische bzw. distinktive Oppositionen aufzulösen und so das Phonemsystem ökonomisch zu halten. Erste Anzeichen dafür, dass eine Opposition an Wichtigkeit verliert, kann aus dem Allophoninventar abgeleitet werden. Sinkt z.B. die Aktivierung für ein Allophon unter einen bestimmten Wert, kann überprüft werden, ob dem Allophon ein aktuelles Phonem entspricht. Ist dies der Fall, wird überprüft, ob das Phonem nach den implikationalen Regeln aus dem aktuellen Inventar entfernt werden kann. Dann wird überprüft, ob das Phonem an Minimalpaaren im Lexikoninhalt beteiligt ist. Hierzu bietet die Strukturkomponente des Lexikons eine Funktion an, siehe 9.4.7.5. Ist dies wiederum nicht der Fall, wird das Phonem aus dem aktuellen Inventar entfernt und der Lexikoninhalt phonematisch neu interpretiert, siehe 9.4.7.4.

9.4.5.4 Erzeugen von Segmentmatrizen aus Segmentbäumen Diese Funktion erzeugt für ein Segment, das als Baumstruktur repräsentiert ist, eine Repräsentation in Form einer Matrize. Dabei werden die in der Baumstruktur vorhandenen Merkmale auf die in der Matrize möglichen Merkmale abgebildet. Die in der Baumstruktur möglichen Merkmale wurden in Abschnitt 9.4.4.2 definiert, die in der Matrize möglichen in Abschnitt 9.4.4.3. Diese Funktion garantiert aber keine vollständig ausspezifizierte Matrize.

9.4.5.5 Kontextfreie Redundanzspezifikation von Segmenten Diese Funktion spezifiziert fehlende Merkmale in einer Matrize, indem sie die Matrize mit voll ausspezifizierten Matrizen vergleicht und die fehlenden Merkmale aus der ähnlichsten Matrize übernimmt. Hierzu greift die Funktion auf eine Funktion der Phonemsystemkomponente zu, die die ähnlichste der vollständigen Matrizen herausucht, siehe Abschnitt 9.4.5.6. In Abschnitt 9.4.4.4 wurde bereits vorgeschlagen, dass die Auswahl vollständiger Matrizen auch durch Zustände des Allophoninventars beeinflusst werden kann.

9.4.5.6 Bestimmung der ähnlichsten vollständigen Matrize Verglichen wird eine unvollständige Matrize mit einer Menge vollständiger Matrizen. Bei der Menge vollständiger Matrizen kann es sich um ein konstantes Inventar wie aus Abschnitt 9.4.4.3 handeln, aber auch um ein dynamisches, wie das Allophoninventar. Auch Mischlösungen sind denkbar. Bei der Selektion wird die Menge der vollständigen Matrizen gebildet, die die Merkmalskombination der unvollständigen enthalten. Enthält die resultierende Menge eine einzige Matrize, gibt die Funktion sie zurück. Enthält sie mehrere, wird aufgrund weiterer Kriterien eine Matrize ausgewählt, wie z.B. Aktivationswerte von Allophontypen. Enthält sie keine, wird der Vergleich eventuell mehrfach wiederholt. Bei jeder Wiederholung werden Merkmale oder Kombinationen davon aus der unvollständigen Matrize weggenommen, solange bis eine passt.

9.4.5.7 Aktualisierung des Allophoninventars Eine Funktion von dieser Art wird nach der Produktion oder der Perzeption einer Äußerung aufgerufen. Dabei werden eventuell neue Allophone zum Inventar hinzugefügt, zu gering aktivierte daraus entfernt und für vorhandene die Aktivierung manipuliert. Vorhandensein im Inventar wird durch eine Identitätsprüfung an Matrizen festgestellt.

9.4.5.8 Allophonische Interpretation von Matrizen Diese Funktion sucht die ähnlichste Matrize aus dem Allophoninventar zu einer gegebenen Matrize heraus und gibt den Grad der Übereinstimmung zwischen ihr und der gegebenen Matrize an. Hierbei kann die Funktion aus Abschnitt 9.4.5.6 verwendet werden.

9.4.5.9 Bestimmung der Konsonantenstärke von Matrizen Die Konsonantenstärke einer Matrize wird entsprechend der von Vennemann angegebenen Konsonantenstärkehierarchie ermittelt, siehe Abschnitt 9.3.3.

9.4.5.10 Phonemische Interpretation von Matrizen Eine Matrize soll phonematisch interpretiert werden. Dazu werden die Merkmale der Matrize von

der Wurzel bis in die Verzweigungen in sovielen Schritten durchgegangen wie nötig sind, die Menge der passenden Phoneme auf eins zu reduzieren.

9.4.5.11 Phonemische Reinterpretation von Phonemen Der Bedarf, Baumstrukturen phonematisch zu reinterpretieren, kann dann entstehen, wenn ein Phonemsystem seinen Umfang an distinktiven Oppositionen ändert. Kommen z.B. Oppositionen hinzu, kann die Spezifikation der Merkmale bisheriger Phoneme unvollständig werden, das heißt, es entstehen Archiphoneme. Entstandene Archiphoneme werden mit dem neuen Phoneminventar verglichen und durch das darin enthaltene ähnlichste Segment ersetzt. Ähnelt das Archiphonem mehr als einem Phonem in gleichem Maß, wird der segmentale Kontext, in dem das Archiphonem steht zu einer Bestimmung unspezifizierter Merkmale herangezogen. Hierzu werden Koartikulationsfunktionen wie in Abschnitt 9.4.6.3 mit einbezogen.

9.4.6 Spezifikation der Komponente für Phonemsequenzstruktur

Die Komponente für die Struktur von Phonemsequenzen soll folgende Funktionen anbieten.

- Erzeuge Silbenstruktur.
- Reduziere Lexikonform auf maximale Länge.
- Koartikuliere Lexikonform phonematisch.
- Redundanzspezifiziere Lexikonform positionsabhängig.
- Koartikuliere Lexikonform phonetisch.
- Fehlinterpretiere Segmente der Äußerung.
- Leite Silbenstruktur aus Äußerung ab.
- Vergleiche Silbenstruktur zweier Lexikonformen.

- Vergleiche die Segmentreihenfolge zweier Lexikonformen.

9.4.6.1 Erzeugen von Silbenstrukturen Der Bedarf nach Funktionen, die Silbenstrukturen festlegen bzw. ermitteln, ergibt sich bei der Neuerstellung von Lexikonformen. Wünschenswerte Eigenschaften solcher Funktionen wären z.B., auf das Silbenstrukturinventar des Lexikons zuzugreifen, siehe Abschnitt 9.4.2.2, um Strukturen zu ermitteln, die eine bestimmte Frequenz im Lexikon haben. Die Schwierigkeit bei der Erstellung neuer Formen ist z.B., die Verwendung komplexerer Strukturen solange zu vermeiden, wie das Potential der weniger komplexen noch nicht richtig ausgeschöpft ist. Dabei soll diese Art von Funktionalität helfen.

9.4.6.2 Reduzieren der Länge von Lexikonformen Übersteigt die Länge einer Lexikonform die maximale Anzahl an Silben, dann soll diese Funktion die Länge der Form auf sinnvolle Weise reduzieren.

9.4.6.3 Phonemische Koartikulation in Lexikonformen Diese Funktion soll phonemische Koartikulation in Lexikonformen einführen. Die Art der Koartikulation ist in dieser Phase der Modellbildung weder spezifisch hinsichtlich einer bestimmten Sprache noch hinsichtlich eines bestimmten Phänomens. Hier soll sie nur dazu dienen, die Merkmalspezifikation unterspezifizierter Segmente bei der Erstellung von Äußerungen teilweise zu vervollständigen.

Was von dieser Funktion koartikuliert werden kann und was nicht, soll an einem Beispiel verdeutlicht werden. Gegeben sei das minimale Phonemsystem aus Tabelle 2 /a, i, u, l, n, t, k/ und die Lexikonform /ta.tan.ki/. Den Spezifikationen aus Abschnitt 9.4.4.2 zufolge hat diese Form folgende phonemische Struktur. Darin sind Merkmale, die nicht spezifiziert sind, aber spezifiziert werden könnten, in runde Klammern gestellt. Zu beachten ist hierbei, dass sich die Koartikulation im Rahmen der phonemischen Möglichkeiten, nicht der phonetischen Möglichkeiten bewegt.

t: [+cons, -son], [+STRICT, (cont)], [+ORAL, [+COR, (ant)]], ([GLOT, voiced])
a: [-cons, +son], [+ORAL, [+DORS, +low]]
t: [+cons, -son], [+STRICT, (cont)], [+ORAL, [+COR, (ant)]], ([GLOT, voiced])
a: [-cons, +son], [+ORAL, [+DORS, +low]]
n: [+cons, +son], [+NAS], [+STRICT, -cont], [+ORAL]
k: [+cons, -son], [+STRICT, (cont)], [+ORAL, [+DORS]], ([+GLOT, voiced])
i: [-cons, +son], [+ORAL, [+DORS, -low, -back]]

Prinzipiell sollen Segmente Merkmale von benachbarten Segmenten entlehnen können. Nachbarschaft bezieht sich jeweils auf das direkte Nebeneinander von Knoten auf den Bahnen der phonemischen Mehrebenenrepräsentation, siehe Abschnitt 9.3.1.3.

Ein Beispiel für eine mögliche phonematische Koartikulation ist die Spezifikation eines Artikulationsortes für das Nasalarchiphonem. Es hat einen oralen Kavitätsknoten, der jedoch nicht weiter verzweigt ist. Für mögliche Koartikulationen müssen Regeln spezifiziert werden. In diesem Fall z.B., dass ein Nasal mit leerem Oralknoten einen Artikulationsknoten von einem rechts folgenden Oral-knoten entlehnen kann. Die Regel könnte weiter eingeschränkt werden, sodass der Knoten nur von einem konsonantischen und / oder direkt benachbarten Segment entlehnt werden darf.

Eine nicht mögliche phonematische Koartikulation im aktuellen Beispiel wäre es, das Merkmal [cont] für die drei Vorkommen von /t/ und /k/ zu bestimmen. Keines der Phoneme ist dafür spezifiziert und daher kann es keines der Segmente von einem der anderen borgen. Ebenso ist bei keinem Segment der Glottalknoten spezifiziert, sodass keines von einem anderen borgen kann⁷¹.

⁷¹Dies ist übrigens ein weiterer Sachverhalt, der für die Unterscheidung von baum- vs. matrixenbasierter Koartikulation im Produktionsverfahren, siehe Abschnitt 9.4.3.3, spricht. Das heißt, bestimmte Koartikulationsprozesse können nur stattfinden, wenn die dabei betroffenen Merkmale auch spezifiziert sind. Dies ist allerdings im strengen Sinn nur ein Argument dafür, im Produktionsprozess mehrere Ebenen einzuführen, auf denen Koartikulation stattfinden kann.

Implementierungsdetail: Zur Manipulation der in Abschnitt 9.4.4.1 spezifizierten Baumstruktur habe ich eine Funktionsbibliothek entwickelt, die die Voraussetzungen mitbringt, die in Abschnitt 9.3.1.3 beschriebenen Operationen der Assimilation durch gemeinsame Nutzung von Knoten durch verschiedene Segmente zu realisieren. Drei Dinge sind dazu nötig: 1. Referenzen zu Knoten benachbarter Segmente können aufgebaut werden. 2. Ein Knoten kann von mehreren Segmenten benutzt werden. 3. Wird ein Segment oder ein Teil des Merkmalsbaumes gelöscht, so werden nur die Knoten tatsächlich gelöscht, auf die keine segmentfremden Referenzen bestehen.

9.4.6.4 Phonetische Koartikulation von Äußerungen In dieser Funktion können analog zur phonemischen Koartikulation Regeln zur Manipulation von Matrizensequenzen spezifiziert werden, die auf die einzelnen Merkmalspezifikationen der Matrizen zugreifen.

9.4.6.5 Positionsabhängige Redundanzspezifikation von Lexikonformen Hier können Regeln implementiert werden, die auf die Silbenstrukturgesetze aus Abschnitt 9.3.3 zurückgreifen. Es soll Regeln geben können, die nur einzelne Segmente einer Lexikonform verändern, aber auch solche, die die Silbenstruktur ändern.

9.4.6.6 Fehlinterpretation von Segmenten Diese Funktion soll Funktionen gruppieren, die an einer oder mehreren geeigneten Stellen des Perzeptionsprozesses Fehlinterpretationen in die Perzeption einführen können. Ansätze hierzu wurden bereits in Abschnitten 9.4.3.4 und 9.4.4.4 thematisiert.

9.4.6.7 Ableiten der Silbenstruktur von Äußerungen Diese Funktion generiert eine Silbenstruktur für eine Matrizensequenz. Um die Silbenstruktur zu bestimmen, werden die Segmente hinsichtlich ihrer Konsonantenstärke verglichen. Die Komponente für das Phonemsystem stellt eine Funktion bereit, die für

jede Matrize einen Stärkegrad ausgibt, siehe Abschnitt 9.4.5.9. Die Bestimmung der Silbenstruktur erfolgt in zwei Durchgängen. Ein Algorithmus findet die Silbenkerne in der Segmentkette und ein zweiter die Silbengrenzen. Hierbei handelt es sich um sehr einfache Algorithmen, die je nach Umständen eventuell nicht hinreichend sind und verfeinert werden müssen.

Finden der Silbenkerne: Zum Setzen der Silbenkerne habe ich einen Algorithmus entwickelt, der die Matrizensequenz von links nach rechts durchquert und dabei Konsonantenstärkeminima setzt. Er kann drei Operationen ausführen, nämlich Minima setzen, löschen oder verschieben. Die Entscheidung, welche Operation ausgeführt wird, wird aufgrund der Konsonantenstärke des aktuellen Segments und des vorhergehenden und des nachfolgenden, wenn vorhanden, entschieden. Gesetzt werden können Minima bei Segmenten, die Vokale sind. Ist nur ein Segment in der Sequenz vorhanden und ist es ein Vokal, wird ein Minimum gesetzt, siehe Feld 1 in Abbildung 25. Enthält die Sequenz mehr als ein Segment, werden je nach der aktuellen Position des Segments in der Sequenz drei Fälle unterschieden, nämlich initiale Position, mittlere und finale. Die Abbildung zeigt schematisch, wie die Entscheidungen zur Setzung von Minima getroffen werden⁷². Wenn der Algorithmus die Sequenz durchgeht, kann er schon an der ersten Position einen Vokal finden, aber auch erst an einer späteren. Die Fälle an der ersten

⁷²Die Felder 2 — 10 zeigen jeweils drei Fälle von relativen Konsonantenstärkeverhältnissen. Schwarze Punkte zeigen die aktuelle Position an. Rote Punkte zeigen eventuelle, bereits gesetzte Minima an. Rot kann schwarz überlagern, wie in Feldern 3 und 5. In den Feldern 3 — 9 ist die aktuelle Position aber immer in der Mitte. Der gestrichene rote Punkt in Feld 5 zeigt eine Position, an der ein Minimum gelöscht werden soll. Quadrate zeigen Positionen, an denen Minima gesetzt werden, wenn dort ein Vokal ist. Die senkrechten schwarzen Linien in den Feldern 2 und 10 zeigen Sequenzränder an. Die Zahlen hinter den Fällen eines Feldes zeigen an, welches Feld bei der Manipulation der nächsten Position benutzt werden soll. Feld zwei legt z.B. fest, dass 1. wenn die der aktuellen Position folgende Position gleiche Konsonantenstärke hat, an der aktuellen Position nichts getan werden soll und dann der Kontext der nächsten Position nach den Regeln von Feld drei manipuliert werden soll. 2. Wenn die nachfolgende Position höhere Konsonantenstärke hat, soll an der aktuellen Position ein Minimum gesetzt werden und der Kontext der nachfolgenden Position nach Feld 4 manipuliert werden. 3. Wenn die nachfolgende Position geringere Konsonantenstärke hat, soll an der nachfolgenden Position ein Minimum gesetzt werden und der Kontext der nachfolgenden Position nach den Regeln von Feld 5 manipuliert werden.

Position werden von Feld 2 abgedeckt. Die Fälle an mittleren Positionen von Feld 9 und die Fälle an der finalen Position von Feld 10. Gehen wir beispielhaft die Form [Strak] durch. Es gibt mehr als ein Segment, also beginnen wir bei Feld 2. Da [t] eine höhere Konsonantenstärke (KS) hat als [S], liegt der mittlere Fall von Feld zwei vor. Ein Minimum wird aber nicht gesetzt, da [S] kein Vokal ist. Wir rücken zum [t] vor und gehen nach Feld 4. Der nachfolgende R-Laut hat eine geringere KS, daher liegt der untere Fall vor und wir setzen an seiner Position ein Minimum. Dann rücken wir zum [r] vor und gehen nach Feld 5. Nach dem R-Laut folgt ein Vokal, also liegt der untere Fall von Feld 5 vor. Wir streichen das Minimum an der aktuellen Position und setzen ein neues an der nachfolgenden Position. Wir rücken zum Vokal vor und gehen wieder nach Feld 5. Dann liegt der obere Fall vor, da dem Vokal an der aktuellen Position ein Konsonant folgt. Da die nächste Position, an die wir jetzt vorrücken, die letzte ist, gehen wir nach Feld 10. Dort liegt der untere Fall vor. Wir machen nichts und sind fertig. Das Minimum wurde auf den Vokal gelegt. Die Ergebnisse dieses Algorithmus werden weiter unten besprochen.

Finden der Silbengrenzen: Ein weiterer Algorithmus wird über die gefundenen Minima in der Sequenz der Matrizen informiert. Wenn er wenigstens zwei Minima vorfindet, macht er Folgendes. Für jedes Paar aufeinander folgender Minima wird eine Position gesucht, an der der nächste Silbenansatz positioniert wird. Sind die Minima direkt benachbart, ist das zweite Minimum der nächste Ansatz. Sind beide durch weitere Segmente getrennt, wird über die Position nach dem ersten Minimum bis zum zweiten Minimum einschließlich iteriert. Jede dieser Positionen wird als möglicher Silbenansatz bewertet. Die Position mit der besten Wertung wird als Silbenansatz genommen und der Algorithmus geht weiter zum nächsten verbleibenden Minima-Paar.

Die Bewertung der Positionen zwischen zwei Minima beruht auf den in Abschnitt 9.3.3 vorgestellten Präferenzgesetzen für Silbenstruktur aus Vennemann (1988), also auf dem Maß der Qualität sprachlicher Strukturen, das Vennemann

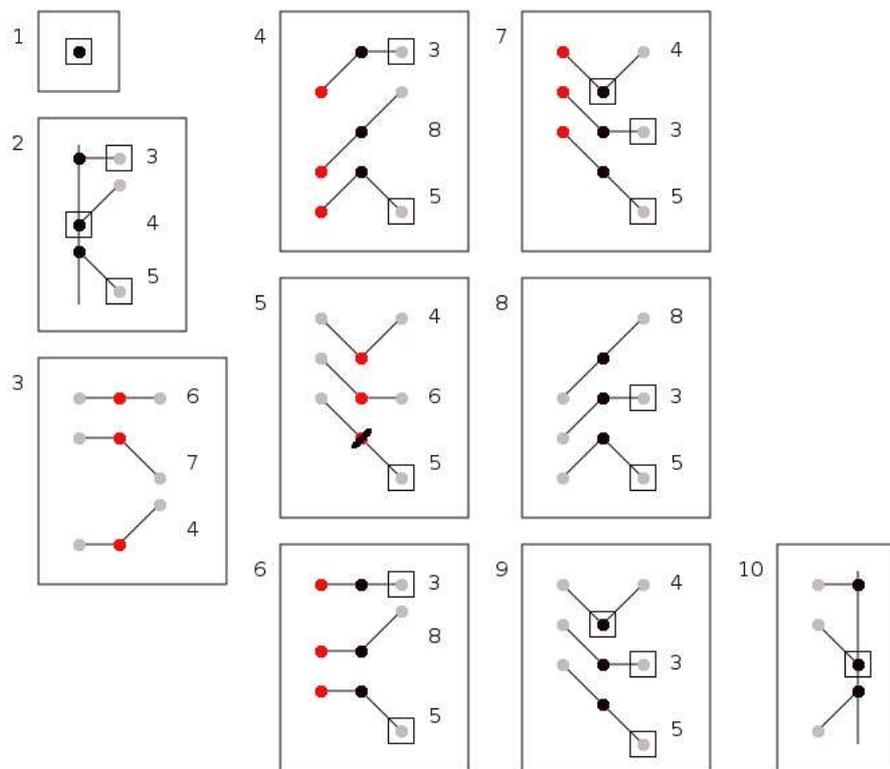


Abbildung 25: Algorithmus zur Setzung von Konsonantenstärkeminima

vorge stellt hat. In einer Version, in der der Algorithmus relativ zufriedenstellende Ergebnisse liefert, bewertet er die Qualität der durch die potentiellen Setzungen der Silbengrenze entstehenden Silbenteile. Bewertet werden die Größe der jeweils entstehenden Koda und Kopf sowie der Verlauf der jeweils entstehenden Konsonantenstärkegefälle vom ersten Minimum zur Silbengrenze und von der Silbengrenze zum zweiten Minimum. Gemessen wird nicht, wie gut die entstehenden Teile sind, sondern wie schlecht sie sind. Die Größe eines Silbenkopfes ist mit einem Segment Umfang perfekt. Jede Abweichung davon um ein Segment zählt einen Minuspunkt. Entsprechend wird im Konsonantenstärkeverlauf einer Koda jeder Schritt vom Silbenkern zur Silbengrenze hin, der nicht ein stetiger Anstieg der Konsonantenstärke ist, als Minuspunkt gezählt. Auf diese Art werden alle potenziell entstehenden Kodas und Köpfe in Größe und KS-Verlauf bewertet. Nach einer geeigneten Gewichtung der verschiedenen Faktoren an einer Position werden für diese Position alle Minuspunkte zusammengezählt. An der Position, wo die wenigsten Minuspunkte zusammenkommen, wird der Silbenansatz gesetzt.

Sowohl für die Setzung der Minima als auch für die Setzung der Silbengrenzen lassen sich für den Algorithmus in der aktuellen Form suboptimale Teilergebnisse finden. Insgesamt arbeitet er aber relativ befriedigend und robust, was für das aktuelle Stadium der Modellsimulation hinreichend ist.

9.4.6.8 Vergleich der Silbenstruktur von Lexikonformen Die Silbenstrukturen zweier Lexikonformen sollen verglichen werden, indem nicht in der Struktur übereinstimmende Silben der Formen gezählt werden. Sind die Formen unterschiedlich lang, werden sie zuerst in Silbenabständen gegeneinander verschoben. In der positionellen Konfiguration, wo die meisten Silben übereinstimmen, wird für jede nicht übereinstimmende Silbe der kürzeren Form ein Differenzpunkt gezählt. Die einzelnen Silben werden auf der Ebene der C-V-Sequenzen verglichen.

9.4.6.9 Vergleich der Segmentreihenfolge von Lexikonformen Folgender Algorithmus hat sich durch Ausprobieren als recht brauchbar erwiesen, um Differenzen in Segmentreihenfolgen zu messen. Bei zwei Zeichenketten können Unterschiede in der Anzahl der Segmente, der Art der Segmente und ihrer Reihenfolge auftreten. Diese Unterschiede sollen so erfasst werden: Zwei Zeichenketten werden so nebeneinander gelegt, dass die Positionen ihres ersten Segments übereinstimmt. An jedes erste Segment wird ein Zeiger gelegt. Die Zeiger sollen nun vorrücken, wobei folgende Fälle unterschieden werden.

1. Die Segmente, auf die beide zeigen, sind gleich. In diesem Fall rücken beide Zeiger um ein Segment vor.
2. Die Segmente, auf die sie zeigen, sind verschieden. Nun rücken beide Zeiger gemeinsam null bis n Schritte vor, nämlich solange bis mindestens einer oder beide auf ein Segment zeigen, das der andere Zeiger durch Vorrücken im Rest seiner Zeichenkette erreichen könnte, oder bis mindestens ein Zeiger das Ende seiner Zeichenkette erreicht. Dafür werden zweimal n Differenzpunkte für die Zeichenkette vermerkt. Erreicht ein Zeiger das Ende seiner Zeichenkette, geht es mit Punkt 3 weiter.

Hat aber ein Zeiger oder haben beide je ein Segment unter sich, dass der andere Zeiger durch Vorrücken im Rest seiner Zeichenkette erreichen kann, dann rückt derjenige Zeiger vor, der im Rest seiner Zeichenkette das Zeichen, auf das der andere Zeiger zeigt, überhaupt erreichen oder mit weniger Schritten als der andere erreichen kann. Die Schritte, die der vorrückende Zeiger macht, werden als Differenzpunkte gezählt und es geht wieder mit Punkt 1 weiter.

3. Hat ein Zeiger das Ende erreicht, rückt der andere ebenfalls bis zum Ende seiner Zeichenkette vor und vermerkt die dazu benötigten Schritte als Differenzpunkte. Damit endet der Vergleich.

9.4.7 Spezifikation der strukturbezogenen Lexikonschnittstelle

Die bisher erwähnten Funktionen der Strukturkomponente des Lexikons sollen zunächst in einer Schnittstellendefinition zusammengefasst werden.

- Gib eine im Lexikon vorhandene Silbe.
- Kombiniere neue Silbe aus vorhandenen Körpern und Reimen.
- Kombiniere neue Silbe aus möglichen Silbenstrukturen und aktuellen Phonemen.
- Interpretiere Lexikoninhalt phonematisch neu.
- Ist Phonem an Minimalpaaren beteiligt?

9.4.7.1 Aussuchen einer im Lexikon vorhandenen Silbe Die Auswahl einer Silbe aus dem Lexikon könnte zufällig erfolgen. Diese Funktion wird jedoch benutzt, um neue Lexikonformen herzustellen, und dabei sollte vorhandene Struktur sinnvoll rekombiniert werden, sodass keine neuen Strukturen erzeugt werden müssen. Hierzu können die substanziellen und strukturellen Inventare des Lexikons benutzt werden, siehe Abschnitt 9.4.2.2. Ein mögliches Vorgehen ist es, über das Silbenkörperinventar eine Menge von Silben auszuwählen, die einen bestimmten nieder- bis mittelfrequenten Silbenkörper enthalten. Optional kann diese Menge eingeschränkt werden, indem Silben mit höherfrequenten Silbenreimen aussortiert werden. Aus der verbleibenden Menge kann per Zufall eine Silbe ausgewählt und zurückgegeben werden.

9.4.7.2 Erzeugen neuer Silbe aus vorhandenen Silbenbestandteilen Anders als in der Funktion aus Abschnitt 9.4.7.1 geht es hier darum, eine Silbe zu erzeugen, die nicht existiert, die aber aus vorhandenen Silbenkörpern und -Reimen zusammengesetzt werden soll. Es bietet sich ebenfalls an, nieder- bis

mittelfrequente Bestandteile zu verwenden. Konkret wird ein Silbenkörper ausgewählt, der auch als vollständige Silbe zurückgegeben werden kann, wenn er als solche noch nicht im Lexikon vorhanden ist. Optional kann der Körper mit einem Reim kombiniert werden. Es werden solange neue Kombinationen versucht, bis eine noch nicht im Lexikon vorhandene Silbe dabei entsteht. Allerdings sollte es eine Obergrenze der Anzahl von Versuchen geben, die von der Gesamtgröße des Lexikons abhängt.

9.4.7.3 Erzeugen neuer Silbe aus elementaren Bestandteilen Eine neue Silbe soll aus aktuellen Phonemen und einer möglichen Silbenstruktur erstellt werden. Für die Auswahl der Phoneme ist es sinnvoll, nieder- bis mittelfrequente Phoneme zu bevorzugen. Um die Frequenzen der Phoneme festzustellen, wird allerdings nicht das gesamte Lexikon untersucht, sondern nur die Inventare der Silbenköpfe und -Reime, wobei bei den Reimen nur die Kodas berücksichtigt werden. Bei der Auswahl der Silbenstruktur sollte nicht nur die Frequenz, sondern auch die Komplexität eine Rolle spielen. Es sollte dabei versucht werden, komplexere Strukturen erst dann zu verwenden, wenn die Versuche mit einfacheren Strukturen erfolglos sind. Es wird solange versucht, bis eine noch nicht im Lexikon vorhandene Silbe dabei entsteht. Allerdings sollte es auch hier eine Obergrenze der Anzahl von Versuchen geben, die von der Gesamtgröße des Lexikons abhängt.

Dabei greift diese Funktion auf Funktionen der Komponenten für Phoneminventar und Phonemsequenzstruktur zu. Die Phoneminventarkomponente muss Funktionen anbieten, die nukleare und nichtnukleare Segmente liefern, siehe Abschnitt 9.4.5.1. Die Sequenzstrukturkomponente muss eine Funktion anbieten, die Silbenstrukturtypen liefert, siehe Abschnitt 9.4.6.1.

9.4.7.4 Phonematische Neuinterpretation des Lexikons Die phonematische Neuinterpretation des Lexikoninhaltes besteht aus einer Iteration über die Lexikonformen. Für jede Form wird die phonemische Koartikulationsfunktion

aufgerufen, siehe Abschnitt 9.4.6.3. Die Segmente der resultierenden Form werden jeweils durch die ihnen ähnlichsten aktuellen Phonemen ersetzt. Für diese Zuordnung stellt die Phoneminventarkomponente eine Funktion bereit, siehe 9.4.5.11. Die ursprüngliche Lexikonform wird durch das Resultat dieser Operation ersetzt.

9.4.7.5 Feststellen der Beteiligung von Phonemen an Minimalpaaren

Es kann eine aufwendige Operation sein, festzustellen, ob ein Phonem an Minimalpaaren beteiligt ist. Daher sollte ein gezielter Zugriff auf die Lexikoninhalte erfolgen, wie es mit den strukturellen und substanziellen Inventaren des Lexikons möglich ist, siehe 9.4.2.2. Hierzu habe ich folgenden Algorithmus entwickelt.

Zuerst wird die Menge $M1$ der Lexikonformen herausgesucht, in denen das Phonem P enthalten ist. Dies geht auf einfache Weise über die Silbenkörper- und Silbenreim-Inventare. Eventuelle mehrfache Vorkommen derselben Form werden aus $M1$ eliminiert. Jede der Formen aus $M1$ muss dann mit dem Rest des Lexikons verglichen werden. Bevor aufwendige substanzielle Vergleiche ganzer Lexikonformen stattfinden, kann die Lexikonrestmenge jedoch noch durch andere, weniger aufwendige Vergleiche reduziert werden.

Daher wird für jede Form F mit n Silben, die in $M1$ enthalten ist, wie folgt vorgegangen. Über die n Silben von F wird von der ersten über die k -te bis zur n -ten Silbe iteriert und bei jedem k -ten Schritt werden die Formen aus der Vergleichsmenge eliminiert, deren k -te Silbe in der Struktur nicht der k -ten Silbe von F entspricht. Formen mit mehr als n Silben scheiden auch aus. Das Resultat ist eine Menge $M2$ von Formen, die strukturell identisch mit F sind. Dies kann mithilfe des Silbenstrukturinventars bewerkstelligt werden.

F wird dann mit den Formen aus $M2$ verglichen. Zu beachtende Vorbedingungen sind dabei 1. dass sich Minimalpaare in nur einer Silbe unterscheiden, die übrigen aber gleich sein müssen. 2. Ebenso darf sich die Silbe, in der sich das Minimalpaar unterscheidet nur an einer Segmentposition unterscheiden. 3. Die Position, an der sich die Silbe unterscheidet, muss die Position von P sein.

4. Das Phonem P kann in einer Form aber in mehreren Silben vorkommen. 5. Das Phonem P kann auch in einer Silbe mehrmals vorkommen. Daher muss die Form F mit dem Phonem P mit den zu vergleichenden Formen aus $M2$ wie folgt verglichen werden.

Es wird über die n Silben von F iteriert, die P enthalten. In jedem Schritt, von eins über k bis n , werden die Formen aus $M2$ gesucht, die bis auf die gerade fokussierte Silbe k mit F identisch sind. Diese Formen bilden die Menge $M3$. $M3$ kann mithilfe der Inventare der Silbenköpfe und -Reime gebildet werden. Die Formen aus $M3$ werden, immer noch in Schritt k , wie folgt weiter mit F verglichen.

Es wird über die m Vorkommen von P in der fokussierten Silbe k von F iteriert. Und zwar wird die fokussierte Silbe k von F mit den positional entsprechenden Silben der Vergleichsformen aus $M3$ verglichen. Für jedes dieser m Vorkommen von P und für alle Vergleichsformen aus $M3$ wird überprüft, ob sich die fokussierte Silbe k von F nur in dieser Segmentposition von der Silbe einer anderen Form aus $M3$ unterscheidet. Wenn ja, dann wurde ein Minimalpaar gefunden.

Die Anzahl der insgesamt gefundenen Minimalpaare wird zurückgegeben.

9.5 Umsetzung und Test

Derzeit ist die wesentliche Infrastruktur, die in diesem Kapitel modelliert wurde, als Erweiterung der in Kapitel 8 getesteten Simulation implementiert. Folgende Aspekte, die in Abschnitt 9.2 als neue Eigenschaften des Modells vorgestellt wurden, sollen in diesem Abschnitt getestet werden.

Einfacher Emergenztest: Um zu zeigen, dass die implementierten Strukturen und Algorithmen tatsächlich ihre gedachte Funktion erfüllen, soll zunächst der einfache Emergenztest aus Kapitel 8 wiederholt werden. Dieselbe Menge von Sprechern soll also für dieselbe Menge von Gegenständen ein gemeinschaftsweit kohärentes Lexikon emergieren lassen. Hierbei werden vor allem die grundlegen-

den Funktionen der Produktion und Perzeption sowie Funktionen anderer Module getestet. Die essenziellen Aspekte sollen hier kurz genannt werden.

- Die Produktion muss neue Lexikonformen in Baumrepräsentation mit Silbenstruktur, Segmentstruktur und segmentinterner hierarchischer Merkmalsstruktur aufbauen können.
- Lexikonformen müssen untereinander verglichen werden können.
- Lexikonformen müssen mit dem strukturell analysierten Inhalt des gesamten Lexikons verglichen werden können.
- Aus der Baumrepräsentation der Formen muss eine Matrixsequenz erstellt werden, die als Äußerung dem Interaktionspartner übergeben wird.
- Die Perzeption muss aus der Matrixrepräsentation eine Silbenstruktur rekonstruieren und die Segmente phonematisch interpretieren bzw. eine entsprechende Baumrepräsentation herstellen, um die empfangene Äußerung in eine Lexikonform zurück zu übersetzen.

Wenn es den Sprechern gelingt, ein einheitliches Lexikon emergieren zu lassen, so ist das der Beleg, dass die genannten Funktionen ihren Zweck erfüllen. Siehe hierzu Abschnitt 9.5.1.

Verfahren der Koartikulation: Um Aspekte des in Abschnitt 9.4.3.3 beschriebenen Produktionsprozesses zu testen, sollen einige Verfahren der Koartikulation implementiert und getestet werden. Für ein vollständiges Produktionsverfahren sind folgende Punkte relevant:

1. Auswahl einer Lexikonform
2. Baumbasierte Koartikulation
3. Positionsbasierte Redundanzspezifikation

4. Umwandlung von Baum- in Matrixstruktur
5. Matrixbasierte Koartikulation
6. Kontextfreie Redundanzspezifikation

Für den Emergenztest in Abschnitt 9.5.1 sind die baumbasierte und matrixbasierte Koartikulation und die positionsbasierte Redundanzspezifikation nicht implementiert. Baumbasierte Koartikulation und positionsbasierte Redundanzspezifikation sind beide baumbasiert. In Abschnitt 9.5.2 wird je ein matrixbasiertes und ein baumbasiertes Modifikationsverfahren implementiert und getestet.

Dynamisches Verhalten des Phonemsystems: Das Phonemsystem der Sprecher soll in der Lage sein, sich an den Bedarf nach distinktiven Oppositionen anzupassen. Eine Erweiterung und Verkleinerung des Phonemsystems kann zwar jederzeit durch die in Abschnitt 9.4.5 vorgestellten Funktionen der Phonemsystemkomponente bewirkt werden. Damit aber eine annähernd realistische Situation simuliert wird, stellt Abschnitt 9.5.3 ein Experiment vor, in dem ein einziger Sprecher eine neue Aufgabe erhält, bei der er die ihm zur Verfügung stehenden Ressourcen zur Erstellung neuer Lexikonformen kontinuierlich ausnutzen soll und jedes Mal, wenn er an ihre Grenzen stößt, sein Phonemsystem erweitert, um neue Kombinationsmöglichkeiten zu erhalten.

9.5.1 Einfacher Emergenztest

Der Emergenztest nach dem Vorbild von Kapitel 8 wird mit 15 Sprechern und 50 Gegenständen durchgeführt. Die Sprecher können Wörter mit einer maximalen Länge von zwei Silben bilden. Die Interaktion verläuft in diesem Testdurchgang der Simulation genau so, wie der Durchgang, der in Kapitel 8 beschrieben wurde. Das heißt, die Graphen für den mittleren Erfolg der Lexikonformen und für die mittleren Anzahlen von Gegenständen und Lexikonformen haben dieselbe Gestalt. Hieraus kann erstens geschlossen werden, dass der Emergenztest erfolgreich ist. Zweitens zeigt die gleiche Gestalt der Graphen, dass die Implementierung der

neuen Sprecherinterna funktional äquivalent zu den Provisorien der vorhergehenden Version sind und somit keine merkliche Konsequenz für die Interaktion der Sprecher haben. Dies ist plausibel, da sich die eingeführten Änderungen hinter den funktionalen Schnittstellen verbergen, über die die Module des Sprechermodells kommunizieren, aber an den Schnittstellen dieselben Funktionen anbieten, wie in der vorhergehenden Version. Das heißt, der gesamte Prozess von Produktion und Perzeption funktioniert.

Illustriert werden soll der hier durchgeführte Emergenztest wie im vorhergehenden Kapitel anhand der Lexikonformen, die die Sprecher zu bestimmten Zeitpunkten während der Emergenz des globalen Lexikons in ihren individuellen Lexika haben. Hier wähle ich allerdings nur zwei Zeitpunkte aus, nämlich den der 3000. Interaktion, der in etwa das Maximum der mittleren Anzahl von Lexikonformen darstellt, siehe Tabelle 4. Ferner den Zeitpunkt der 30000. Interaktion, der in etwa den stabilen Endpunkt der Emergenz des Lexikons darstellt, wenn also der Großteil der zuvor entstandenen Synonyme eliminiert worden ist, siehe Tabelle 5. Zu den dargestellten Lexika sollte noch Folgendes bemerkt werden.

- Bei den Formen handelt es sich um Lexikonformen bzw. phonemische Formen, also nicht um Äußerungen. Die Syllabikation der Formen ist durch einen Punkt dargestellt.
- Die Sprecher nutzen ein minimales Phonemsystem, ähnlich demjenigen, das in Tabelle 2 dargestellt ist. Die verwendeten Symbole für Nasale und Liquide (/l, L, n, N/) stellen bei dieser Zusammensetzung des Systems Archiphoneme dar. Obwohl manche Sprecher das laterale Archiphonem durch /l/ repräsentieren und manche durch /L/, sind /l/ und /L/ in diesem Phonemsystem äquivalent, da kein Sprecher beide Varianten hat und auch kein Sprecher weiß, durch welches Symbol andere Sprecher ihr Archiphonem intern darstellen. Dasselbe gilt für das nasale Archiphonem. Die Formen ‘NiL.taN’, ‘niL.tan’, ‘nil.tan’ und ‘Nil.taN’ in der Zeile für Objekt 12 in

Tabelle 4 sind also phonologisch äquivalent. Die Varianten kommen dadurch zustande, dass verschiedene Agenten dieselbe Phonemsequenz graphematisch nach verschiedenen Konventionen repräsentieren können. Die graphematische Repräsentation ist jedoch eine Funktion, die außerhalb der Kommunikation zwischen den Sprechern stattfindet, und nur für Darstellungen wie in der Tabelle angewendet wird. Für die Kommunikation der Agenten spielt der Unterschied in der graphematischen Repräsentation keine Rolle, da sie dabei nicht die graphischen Symbole verwenden, sondern Merkmalsbäume, die für /l/ und /L/ und für /n/ und /N/ in dieser Zusammensetzung des Phonemsystems jeweils identisch sind. Es gibt in der genannten Zeile tatsächlich also nur vier phonologisch verschiedene Formen, nämlich /nil.tan/, /lut.tlink/, /tu/ und /tni.klalk/.

9.5.2 Verfahren der Koartikulation

In diesem Abschnitt soll die Flexibilität und Erweiterbarkeit des Produktionsprozesses an einfachen Beispielen illustriert werden. Baum- und matrixbasierte Koartikulation sowie die positionsbasierte Redundanzspezifikation sind Phasen der Produktion, in denen Regeln zur Modifikation verschiedener Produktionsstadien einer ursprünglichen Lexikonform spezifiziert werden können. Prinzipiell können in jeder Phase beliebig viele Regeln spezifiziert werden. Ferner stehen die Regeln in einer geordneten Folge. Der Produktionsprozess ist folglich dazu in der Lage, typische Derivationsprozesse von Formen wie sie z.B. in der generativen Grammatik mit extrinsisch geordneten Regelmengen modelliert werden, zu implementieren. Neben den hier und oben genannten Modifikationsphasen können vor und nach der Umwandlung von Baum- in Matrixrepräsentation beliebige weitere Phasen definiert werden, wenn sich der konzeptuelle Bedarf danach ergibt.

Hier habe ich zur Illustration eine baumbasierte und eine matrixbasierte Modifikations- bzw. Koartikulationsregel implementiert. Die beiden folgenden Re-

Obj.	Formen
0	/nan.nan/ /kuNt/ /kunt/ /ta.tlut/ /ta.tLut/ /NaN.NaN/
1	/Na.Nit/ /tu.tLiNk/ /Lin/ /na.nit/ /liN/ /klit/ /kLit/ /tNi.NiL/ /LiN/
2	/ua.kiL/ /ti.tnin/ /NiN/ /NiL/ /kNu/ /nin/ /knu/ /ua.kil/
3	/tLiN/ /tu.tNi/ /tlin/ /kNat/ /tliN/ /tu.tni/ /NaN.tNiN/ /tLin/ /knat/
4	/na.ua/ /kunt/ /tliNk/ /kuNt/ /tu.kNaN/ /tu.knan/ /tLink/ /tLiNk/ /Na.ua/
5	/tit.tuauL/ /NiL/ /niL/ /tni.knin/ /tNi.kNiN/ /tni.nLuk/ /NiL/ /tit.tuauL/
6	/tNiN.tu/ /uaiN/ /kiat/ /i.nin/ /i.NiN/ /tu.tnin/ /uaiN/ /tLiNk/ /tlink/ /tu.tNiN/
7	/LuLk/ /kLit.kauN/ /Na.tNiN/ /lulk/ /na.tnin/ /tuk/
8	/NaN.tu/ /nan.tu/ /knan/ /klu/ /kNiN/ /kLu/ /Na.Na/
9	/kLaLk.kunt/ /klalk.kunt/ /klalk.kuNt/ /ua.nan/ /uit/ /kLaLk.kuNt/ /ua.NaN/
10	/i/ /tu/ /NiN/ /nin/
11	/kiL.tLiNk/ /tNi.NiN/ /kuNt/ /kunt/ /tu.kNaN/ /tu.knan/ /kiL.tLink/ /tni.nin/ /kil.tliNk/
12	/NiL.taN/ /niL.tan/ /lut.tlink/ /tu/ /Lut.tLiNk/ /nil.tan/ /NiL.taN/ /lut.tliNk/ /tNi.klalk/ /tNi.kLaLk/
13	/nil.klank/ /NiL.kLaNk/ /in/ /iN/ /niL.kLank/ /tNiN.tuk/ /NiL.kLaNk/ /kLuL/
14	/kuN.tLuLk/ /ua.NiL/ /kuNt.tuk/ /kna.tnan/ /kuN.tlulk/ /ua/ /kNa.tNaN/ /tnit.tnin/ /tNit.tNiN/ /kun.tlulk/ /kun.tLuLk/ /kunt.tuk/
15	/kLat/ /klat/ /lit/ /kNiN/ /knin/ /Lit/
16	/kauN.tat/ /klaNk/ /kuNt/ /kunt/ /kLank/ /lul.kluk/ /kaun.tat/ /kLaNk/ /LuL.kLuk/
17	/tLiN.tu/ /kunt.kLit/ /tLin.tu/ /NaN/ /nan/ /kiaN/ /tliN.tu/ /tlin.tu/ /tiuN/ /kuNt.klit/ /kian/
18	/NaN/ /nan/ /ui.tuit/
19	/tit.kuNt/ /kNat.kuNt/ /knat.kunt/ /tni/ /tit.kunt/ /tu.tnin/ /tu.tNiN/ /tNi/
20	/tNiN.kLit/ /tnin.kLit/ /Na/ /tnin.klit/ /na/ /tNiN.klit/
21	/tuauL/ /tit/ /tu.kuNt/ /ua/ /tuauL/ /tu.kunt/
22	/tNi.kauN/ /NaN/ /tNit/ /nan/ /tnit/
23	/tu/ /kauN.kLaNk/ /kNu/ /tu.tu/ /kauN.kLaNk/ /kaun.kLank/
24	/uat/ /tuk.tNiN/ /tuk.tnin/
25	/it/ /tat/ /tni/ /knan.kunt/ /tu.kiat/ /tNi/
26	/naL/ /NaL/ /tni/ /nal/ /tu/ /tuk.tuk/ /kauN/ /NaL/ /kaun/ /tNi/
27	/kluk.tNiN/ /kLuk.tNiN/ /tni/ /NiN.Na/ /klat.klat/ /kluk.tnin/ /kLuk.tnin/ /kLat.kLat/ /tNi/
28	/tnin.tLink/ /tit/ /kNu.tit/ /tNiN.tLiNk/ /i.kiat/ /kNiN/ /knu.tit/ /tNiN.tliNk/
29	/kauN.tNiN/ /NiNk/ /kaun.tnin/ /tNiN/ /tnin/
30	/tit/ /tua.tnin/ /tuk/
31	/tLiN.kNiN/ /tliN.kNiN/ /iL/ /il/ /nin.tnin/ /tLin.knin/ /NiN.tNiN/
32	/kuNt.tit/ /kLaLk/ /il.lut/ /iL.Lut/ /klalk/ /kunt.tit/
33	/kiat/ /tit.tLiNk/ /tit.tLink/ /tNi.tNa/
34	/kLu.tLut/ /ua.tuat/ /NaN.tuk/ /knin.tu/ /nan.tuk/ /kNiN.tu/ /klu.tlut/
35	/tat/ /uat.tLiNk/ /i.tnin/ /uat.tLink/ /uat.tliNk/ /i.tNiN/
36	/NiL.kauN/ /tLiN/ /nil.kaun/ /tliNk/ /tLink/ /kuNt.kuNt/ /tliN/ /tLiNk/ /tlink/ /kunt.kunt/
37	/kunt.tLink/ /kuNt.tliNk/ /knan.tLink/ /knan.tlink/ /kNaN.tLiNk/ /kuNt.tLiNk/ /kunt.tlink/ /kNaN.tliNk/
38	/tu.kLut/ /kNaN/ /Na/ /knan/ /tu.klut/
39	/tLink.tuk/ /kaun.tni/ /luk/ /Luk/ /klank.klank/ /kLu.kLu/ /tLiNk.tuk/ /klu.klu/ /kLaNk.kLaNk/ /kauN.tNi/
40	/tuk.tLiNk/ /tuk.tLink/ /taN/ /tan/ /kauN/ /tuk.tliNk/ /tat.tu/
41	/tliNk.tliNk/ /lu/ /lut.tNi/ /Lut.tni/ /tLink.tLink/ /tlink.tlink/ /tNit.kuNt/ /tnit.kunt/ /Lut.tNi/ /Lu/ /tLiNk.tLiNk/
42	/tnin.tLink/ /tNit/ /tNiN.tLiNk/ /kNaN/ /tnin.tlink/ /knan/ /tNiN.tliNk/ /kiL/ /kil/
43	/tliNk/ /nan.niL/ /NaN.NiL/ /tLink/ /nan.niL/ /NaN.NiL/ /Lut/ /lut/
44	/tliN.tliNk/ /klit/ /ua/ /kLit/
45	/tNiN/ /kLaLk/ /klalk/ /tnin/ /tit.tNi/
46	/tuk.tuk/ /kauN/ /kLaLk.tnin/ /kLaLk.tNiN/ /klalk.tnin/ /klalk.tNiN/
47	/tu/ /ua.kunt/ /kNaN/ /knan/ /ua.kuNt/
48	/NiL/ /kNat/ /tNiN/ /tnin/ /knat/
49	/NaN.NiL/ /kuNt/ /kunt/ /tliNk/ /tLink/ /kLaLk/ /klalk/ /tLiNk/ /tlink/ /NaN.NiL/

Tabelle 4: Varianten der Lexikonformen nach 3000 Runden

Obj.	Formen
0	/kuNt/ /kunt/
1	/tu.tLiNk/ /klit/ /kLit/
2	/ua.kiL/ /ua.kil/
3	/kNat/ /knat/
4	/kuNt/ /kunt/ /tliNk/ /tLink/ /tLiNk/ /tlink/
5	/tni.knin/ /tNi.kNiN/ /tni.nLuk/
6	/uain/ /uaiN/
7	/LuLk/ /lulk/ /tuk/
8	/kNaN/ /kNiN/ /knin/
9	/uit/
10	/i/ /tu/
11	/tNi.NiN/ /tni.nin/
12	/tu/
13	/tnin.tuk/ /tNiN.tuk/
14	/kuNt.tuk/ /kunt.tuk/
15	/lit/ /Lit/
16	/klaNk/ /kLank/ /kLaNk/ /klank/
17	/tLiN.tu/ /tLin.tu/ /tliN.tu/ /tlin.tu/
18	/NaN/ /nan/
19	/tit.kuNt/ /tit.kunt/ /tu.tnin/ /tu.tNiN/
20	/tNiN.kLit/ /tnin.kLit/ /tnin.klit/ /tNiN.klit/
21	/tuauL/ /tuaul/
22	/NaN/ /nan/
23	/kauN.kLaNk/ /kaun.klank/ /kauN.klaNk/ /kaun.kLank/
24	/uat/
25	/tat/ /tu.kiat/
26	/naL/ /NaL/ /nal/ /Nal/
27	/kluk.tNiN/ /kLuk.tNiN/ /tni/ /kluk.tnin/ /kLuk.tnin/ /tNi/
28	/tnin.tLink/ /tNiN.tLiNk/ /kNu.tit/ /knu.tit/ /tNiN.tliNk/
29	/kauN.tNiN/ /kaun.tnin/ /tNiN/ /tnin/
30	/tit/
31	/iL/ /il/
32	/kLaLk/ /klalk/
33	/kiat/ /tit.tLiNk/ /tit.tLink/
34	/kLu.tLut/ /klu.tlut/
35	/tat/
36	/tLiN/ /tliNk/ /tLink/ /tliN/ /tLiNk/ /tlink/ /tLin/
37	/knan.tLink/ /knan.tlink/ /kNaN.tLiNk/ /kNaN.tliNk/
38	/kNaN/ /Na/ /knan/
39	/luk/ /Luk/ /kLu.kLu/ /klu.klu/
40	/tuk.tLiNk/ /tuk.tLink/ /taN/ /tan/ /tuk.tliNk/
41	/tliNk.tliNk/ /tLink.tLink/ /tlink.tlink/ /tLiNk.tLiNk/
42	/tnin.tLink/ /tNiN.tLiNk/ /tnin.tlink/ /tNiN.tliNk/
43	/nan.niL/ /NaN.Nil/ /nan.nil/ /NaN.NiL/
44	/tliN.tliNk/ /klit/ /kLit/
45	/tNiN/ /tnin/
46	/kLaLk.tnin/ /kLaLk.tNiN/ /klalk.tnin/ /klalk.tNiN/
47	/tu/ /ua.kunt/ /ua.kuNt/
48	/tNiN/ /tnin/
49	/kLaLk/ /klalk/

Tabelle 5: Varianten der Lexikonformen nach 30000 Runden

gelbeispiele wurden mit Sprechern simuliert, die ebenfalls ein minimales Phonemsystem wie /a, i, u, t, k, n, l/ haben.

Progressive Assimilation der Artikulation bei Nasalen: Diese Regel iteriert über die Segmentfolge einer Lexikonform und modifiziert in der Folge vorhandene Nasale. Ist für die Baumrepräsentation eines nasalen Segments kein oraler Knoten spezifiziert, so wie es im vorhergehenden Abschnitt für die nasalen Archiphoneme der Fall war und auch hier der Fall ist, und ist das nachfolgende Segment konsonantisch, mit einem spezifizierten Oralknoten, dann wird vom Wurzelknoten des Nasals eine Verbindung zu dem Oralknoten des folgenden Segments hergestellt. Dies ist im minimalen Phonemsystem für [t, k] möglich. Beide Segmente teilen sich fortan den betroffenen Oralknoten. Dies ist also eine Implementierung der in Abschnitt 9.3.1.3 beschriebenen teilweisen Assimilation. Mit dem oralen Kavitätsknoten übernimmt der Nasal ferner auch die eventuell darin enthaltene artikulatorische Spezifikation. Beispiele aus einem Simulationdurchlauf sind folgende.

- /kuN.ti/ : [kunti]
- /NiN.tit/ : [Nintit]

Diese beiden Beispiele sind Formen, die in der Interaktion der Sprecher vorkommen. Es sind ausgewählte Lexikonformen, die mit der Produktionsfunktion des jeweiligen Sprechers in eine Äußerungsrepräsentation transformiert wurden⁷³. Die Sprecher, von denen diese Beispiele ausgewählt wurden, benutzen /N/ zur

⁷³Eine Besonderheit der Realisierung der Baumrepräsentationen als Text ist im momentanen Zustand der Implementierung, dass sofern keine distinktiven Oppositionen zwischen mehreren Nasalen bestehen, also nur ein nasales Archiphonem vorhanden ist, die textuelle Standardrealisierung für Nasale [N] ist. Aus diesem Grund kann mit dem derzeitigen Material nur die Assimilation des nasalen Archiphonems an nachfolgende dentale Obstruenten illustriert werden, da Assimilationen an velare Obstruenten in der derzeitigen textuellen Oberflächenrepräsentation der Formen von der nasalen Standardrealisierung [N] maskiert werden. Die hier angeführten Beispiele demonstrieren jedoch schon hinreichend die Funktionsweise der implementierten Assimilationsregel. Die Assimilation an velare Obstruenten findet natürlich auch statt, unabhängig von der hier angeführten textuellen Repräsentation.

Repräsentation des Nasalarchiphonems und [N] für seine phonetische Realisierung. Kommt das nasale Segment vor /t/ vor, übernimmt es die Spezifikation des benachbarten Oralknotens und wird somit zum dentalen Nasal, der von den Sprechern folglich als [n] repräsentiert wird.

Intervokalische Sonorisierung von Obstruenten: Diese Regel iteriert über die Matrixsequenz, die aus einer Lexikonform erzeugt wurde und manipuliert die Werte der Matrizen. Für jedes Segment, das einen Obstruenten repräsentiert, wird festgestellt, ob es ein vorhergehendes und ein nachfolgendes Segment hat. Ist dies der Fall und sind beide benachbarten Segmente vokalisch, dann wird für den Obstruenten [+voiced] gesetzt, sofern [voiced] noch nicht spezifiziert ist. Beispiele aus einem Simulationdurchlauf sind folgende.

- /ni.kun/ : [NiguN]
- /ua.kuNt/ : [uagunt]
- /tit.uat/ : [tiduat]
- /kni.tuk/ : [kNiduk]

9.5.3 Dynamisches Verhalten des Phonemsystems

Vorab sollte bemerkt werden, dass es sehr hohen zeitlichen Rechenaufwand erfordert, das dynamische Verhalten des Phonemsystems unter realistischen Bedingungen zu illustrieren. Daher ist das hier vorgestellte Experiment eine Vereinfachung der bisher modellierten Interaktion in der Gemeinschaft der Sprecher. Der Aufbau demonstriert aber hinreichend deutlich das dynamische Verhalten des Phonemsystems.

Das Experiment besteht darin, dass ein einzelner Sprecher ein Lexikon für die Gegenstände aufbauen soll, die er findet. Er kommuniziert also nicht mit anderen Sprechern bzw. die Sprachgemeinschaft ist für dieses Experiment irrelevant. Daher können auch weitere Aspekte, die in den vorhergehenden Experimenten die

Interaktion betroffen haben, hier ausgeblendet werden. Der isolierte Sprecher geht folgendermaßen vor. In jeder Runde findet er einen neuen Gegenstand. Für diesen erzeugt er eine neue Lexikonform, das heißt, eine Form, die noch nicht in seinem Lexikon enthalten ist. Dazu wird der strukturelle Identitätstest für Lexikonformen verwendet. Mit dem Anwachsen des Lexikons schwinden die zur Verfügung stehenden kombinatorischen Ressourcen zur Erzeugung neuer Formen. Gerät der Sprecher an einen Punkt, an dem die Suche nach einer neuen Form mit den noch vorhandenen Ressourcen zu lange dauert, erweitert er sein Phonemsystem und fährt mit den neuen Ressourcen fort. Die Erweiterung des Phonemsystems soll hier hinreichen, um das dynamische Verhalten des Phonemsystems zu demonstrieren. Eine Verminderung wird daher nicht demonstriert. Dieses Experiment mit einer ganzen Sprachgemeinschaft durchzuführen ist prinzipiell ohne Weiteres möglich, würde aber mit der mir derzeit zur Verfügung stehenden Rechenleistung zu lange dauern.

Bei der Durchführung des hier beschriebenen Experiments ist der Aufbau derjenigen Funktion von zentraler Bedeutung, mit der der Sprecher neue Formen erzeugt. Wie in Abschnitt 9.4.3.1 beschrieben, versucht der Sprecher, eine neue Form zuerst durch Kombination zufällig ausgewählter, im Lexikon vorhandener Silben zu erzeugen. Ergibt dies keine neue Form, versucht er maximal n -mal⁷⁴, eine beliebige Silbe der erzeugten Form durch eine andere zufällig aus dem Lexikon ausgewählte Silbe zu ersetzen, solange bis dies eine neue Form ergibt. Hat dieses Verfahren keinen Erfolg, wird maximal n -mal versucht, eine beliebige Silbe in der Form durch eine Silbe zu ersetzen, die aus Bestandteilen vorhandener Silbenkörper und Silbenreime rekombiniert wurde. In diesem Schritt greift der Sprecher also auf die in Abschnitt 9.4.2.2 beschriebene strukturelle Inventarisierung des Lexikons zu. Ist auch dieses Verfahren erfolglos, versucht der Sprecher wiederum maximal n -mal, eine beliebige Silbe der Form durch eine Silbe zu er-

⁷⁴In diesem Aufbau ist n 10% der Anzahl der im Lexikon vorhandenen Formen. Nimmt das Lexikon an Umfang zu, steigt n also proportional dazu an.

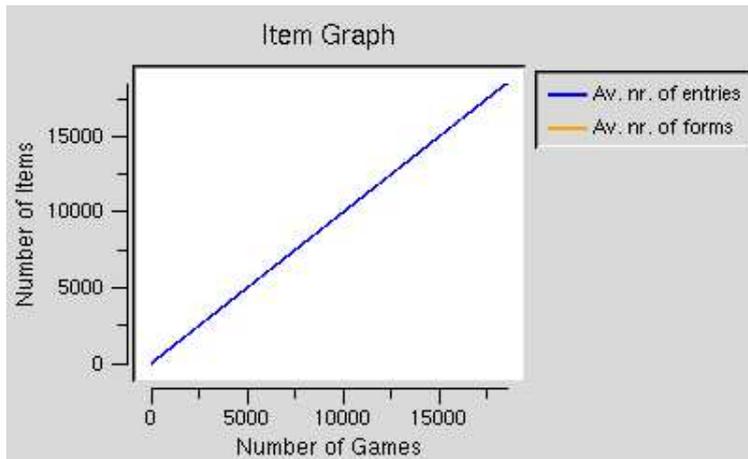


Abbildung 26: Anzahl erstellter neuer Lexikonformen

setzen, die aus einzelnen Segmenten, die im aktuellen Phonemsystem enthalten sind, neu erstellt wurde. Ist auch dieses Verfahren erfolglos, erweitert der Sprecher sein Phonemsystem, woraufhin ihm wieder neue Ressourcen zur Erzeugung neuer Formen zur Verfügung stehen.

In einem Experiment beginnt der Sprecher mit einem minimalen Phonemsystem wie /a, i, u, t, k, n, l/. Abbildung 26 zeigt, dass in jedem Schritt eine neue Form erstellt wird. Abbildung 27 zeigt, dass der Sprecher nach ca. 1800 Durchgängen bzw. neuen Lexikonformen zum ersten Mal in die Situation gerät, mit den vorhandenen Ressourcen und dem oben erklärten Vorgehen bei der Erzeugung neuer Formen, keine neue Form erzeugen zu können. Tatsächlich sind aber die Ressourcen dazu noch nicht erschöpft, jedoch sind sie offenbar soweit geschwunden, dass die beschriebene Heuristik neuer Formen unter den gegebenen Umständen zum ersten Mal erfolglos verläuft⁷⁵. Folgender Ausschnitt aus einem Protokoll des Experiments illustriert diese Situation. Es zeigt sich, dass das beschriebene Erzeugungsverfahren in diesem Durchgang erfolglos bleibt, woraufhin der Sprecher das Phonem /e/ in sein Segmentinventar aufnimmt.

⁷⁵Der Sprecher ist in diesem Versuchsaufbau nicht in der Lage, sämtliche möglichen Kombinationen systematisch auszunutzen, bevor er das Phonemsystem erweitert. Dies wäre auch ein vergleichsweise unrealistisches Verhalten.

EObject nr. 1829 created.
 Create new lForm.
 *Try to createNewLForm with 1 syllables.
 *Lexicon has 1829 forms.
 *Combination:
 *Produce lform combining rand. syll.s from lexicon.
 *Trying to get 0. syllable.
 -Combining syll.s NOT successful.
 *Replacing:
 *Produce lform replacing rand. syll.s.
 -Replacing rand syll.s NOT successful.
 -Tried 183 times.
 *Recombining:
 *Produce lform recombining syll.s.
 -Recombining syll.s NOT successful.
 -Tried 183 times.
 *Creating:
 *Produce lform creating new syll.s from avail. segments.
 !!!Max. nr. of tries in creation exceeded.
 !!!Expand phoneme system.
 +Taking in: /e/.
 +Creating new syll.s successful.
 +2 tries needed.
 /tiaik/ : [tiaik] : /tiaik/

Dieses Segment gehört bei den folgenden Durchgängen mit zu den verfügbaren Ressourcen⁷⁶. Abbildung 27 zeigt, dass der Sprecher in den mehr als 15000 folgenden Durchgängen keine Erweiterung des Segmentinventars vornimmt. Das Protokoll offenbart, dass der Sprecher mit fast 20000 Lexikonformen und den verfügbaren Ressourcen keine Schwierigkeiten hat, neue Formen zu erzeugen. In der Regel reichen wenige Versuche, um eine neue Form aus vorhandenen Silben zusammen zu setzen, ohne dass der Sprecher auf die Rekombination vorhandener

⁷⁶Ein weiterer Punkt, der aus dem Protokoll ershen werden kann und der die Arbeitsweise der hier beschriebenen Heuristik neuer Formen illustriert, ist die Tatsache, dass das neu hinzugenommene Segment in diesem Durchgang gar nicht benutzt wird, aber trotzdem eine neue Form erstellt wird. Nach der Erweiterung des Phonemsystems wiederholt der Sprecher nämlich noch einmal das Verfahren zur Neukombination von Silben aus verfügbaren Segmenten, mit der Absicht, die neue Ressource zu nutzen. Aus dem Protokoll geht aber hervor, dass der Sprecher nach zwei Versuchen nun das schafft, was er vorher in 183 Versuchen nicht geschafft hat, nämlich eine neue Silbe auch ohne das neue Segment zu erzeugen. Es sind also nicht notwendig alle Kombinationsmöglichkeiten erschöpft, wenn der Sprecher sich neue Ressourcen beschafft.

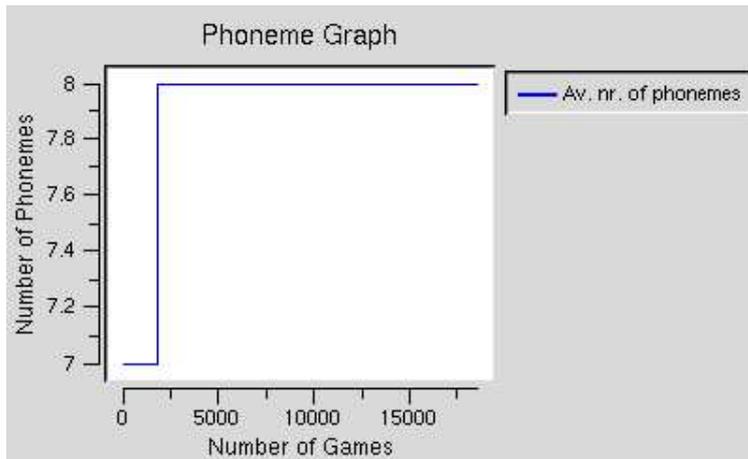


Abbildung 27: Umfang des Phonemsystems

Silbenkörper und Silbenreime oder auf die Neukombination vorhandener Segmente zurückgreifen muss.

Das dynamische Verhalten des Phonemsystems kann mit den mir derzeit zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht adäquat untersucht werden. In dem hier beschriebenen Experiment erstellte ein einzelner Sprecher 18530 Formen in annähernd zwei Tagen, bevor das Experiment abgebrochen wurde. Eine Untersuchung des dynamischen Verhaltens von Phonemsystemen in einer Gemeinschaft mit zahlreichen Sprechern und umfangreicheren Phonemsystemen würde Rechenleistung und Rechenzeit einer deutlich höheren Größenordnung erfordern. Dennoch wurde im minimalen Aufbau dieses Experiments das dynamische Verhalten des Phonemsystems des Sprechers den Möglichkeiten entsprechend in Ansätzen demonstriert.

9.6 Fazit

In der Einleitung zu diesem Kapitel wurde das Problem thematisiert, das Verhalten der Modelle von Sprecher und Sprachgemeinschaft derart einzuschränken, dass sich nur solches Verhalten ergibt, das auch natürlich beobachtet werden kann. Gemeint sind Zustände und Veränderungen sprachlicher Systeme, die als möglich

bzw. typologisch belegbar und nachvollziehbar angesehen werden. Als Ideal der Modellierung wurde der Ansatz von de Boer gesetzt, physiologische und kognitive Eigenschaften der Sprecher möglichst detailreich auszuarbeiten. Die Annahme dabei ist, dass sich das gewünschte Verhalten des Modells aus seiner Struktur ergibt bzw. davon beschränkt wird, sodass keine expliziten Regeln formuliert werden müssen, um das Verhalten in seinen Möglichkeiten einzuschränken. Aber es wurde darauf hingewiesen, dass ein solcher Ansatz bedingt durch die deutlich höhere Komplexität des hier entworfenen Modells⁷⁷ im Rahmen dieser Arbeit nicht durchführbar ist. Daher wurde hier darauf verzichtet, Artikulation und kognitive Repräsentation sprachlicher Einheiten in kontinuierlichen Größen zu modellieren. Stattdessen wurde auf eine Kombination von kategorischer Repräsentation sprachlicher Einheiten und ihre Manipulation durch explizite Regeln ausgewichen. Das vergleichsweise abstrakte Modell der Feature Geometry wurde für die Repräsentation sprachlicher Einheiten eingesetzt und plausible Regeln für die Veränderung sprachlicher Struktur wurden durch typologisch belegte implikationale Tendenzen sowie durch empirisch belegte Regeln für diachronisches Verhalten von Silbenstruktur inspiriert. Im Nachhinein erweist sich diese Vereinfachung auch insofern als sinnvoll, als dass an einem noch komplexeren Modell vermutlich nicht einmal die in Abschnitt 9.5.3 unter noch weitergehenden Vereinfachungen demonstrierten Aspekte des dynamischen Verhaltens von Phonemsystemen in erträglicher Zeit hätten simuliert werden können. Das heißt, ein noch komplexeres Modell wäre ohne die angemessene Rechenleistung als Simulation unhandlich, wenn nicht unbrauchbar.

In der Einleitung wurde ebenfalls erwähnt, dass die Aspekte des Sprechermodells, die in diesem Kapitel entwickelt wurden, generischen Charakter haben und somit eine Grundlage bilden, die zur Erstellung von Modellsimulationen ei-

⁷⁷Während die wesentlichen Aspekte von de Boers Modell in Kapitel 7.3 mit ca. 1500 Zeilen Code implementiert werden konnten, sind für die minimale Implementierung des Modells dieses Kapitels, mit dem die Tests des vorhergehenden Abschnittes durchgeführt wurden, trotz der konzeptuellen Vereinfachungen in etwa 8300 Zeilen nötig gewesen.

ner ganzen Klasse von Sprachwandelsprozessen dienen können. Modelliert werden können auf dieser Grundlage Prozesse, die auf der Veränderung segmentinterner Struktur und auf der Interaktion zwischen Segmenten basieren. Wichtige Einschränkungen sind jedoch die Beschränkung auf die Wortdomäne und das Fehlen einer separaten Modellierung der prosodischen Ebene⁷⁸. Die hier in einem Modell zusammengestellten Mittel, die solche Simulationen ermöglichen sollen, umfassen als zentrale Elemente Segmentketten mit veränderbarer Struktur, die eine baumbasierte bzw. mentale Repräsentation oder eine matrizenbasierte bzw. materielle Repräsentation haben können, Prozesse, die Baum- in Matrizenrepräsentationen überführen, ein Lexikon zur Speicherung baumbasierter Repräsentationen und ein dynamisches Phonemsystem, das sich, statistisch begründeten Verhaltensregeln folgend, an kommunikative Erfordernisse anpasst. Eine zentrale Rolle übernehmen die Prozesse, die Lexikonformen und Äußerungen ineinander überführen, denn im Verlauf dieser mehrschichtigen Prozesse können regelgeleitet Modifikationen an der Struktur sprachlicher Formen eingeführt werden. Diese Modifikationen können Veränderungen simulieren, die auch in der natürlichen Sprachproduktion und -Perzeption beobachtet werden können, und die in bestimmten Fällen auch als Ursachen von Innovation in sprachlichen Systemen angesehen werden.

⁷⁸Eine separate Ebene für prosodische Phänomene könnte als sinnvoll erachtet werden, wenn man die von Contreras formulierten Hypothesen modellieren und in einer Simulation testen will, siehe hier Kapitel 4.2.2. Man könnte aber auch behaupten, dass vor der Einführung einer solchen Ebene in das Modell erst gezeigt werden muss, dass sich die von Contreras beschriebenen Phänomene nicht auch mit den hier zusammengestellten Mitteln simulieren lassen. Dies wird im nächsten Kapitel versucht.

10 Anpassung des Modells an den ausgewählten Sprachwandelsprozess (Phase 3)

10.1 Einleitung

In der zweiten Phase der Modellbildung wurden eine Reihe von generischen Eigenschaften eingeführt. Sie sind insofern generisch, als sie es ermöglichen, die Struktur sprachlicher Formen bis auf die Ebene der phonetischen bzw. distinktiven Merkmale hinab zu manipulieren und auf diese Weise spezifische Veränderungen an der Struktur vorzunehmen. Die Manipulation der Formen geschieht regelgeleitet im Verlauf der Kommunikation der Sprecher der simulierten Sprachgemeinschaft, und zwar in den Prozessen der Produktion und Perzeption. Prinzipiell können damit Sprachwandelsprozesse modelliert werden, die auf einer Veränderung der internen Struktur von Segmenten und der Interaktion der Struktur mehrerer Segmente unter sich beruhen. Den Modellierungsmöglichkeiten sind aber vor allem durch die Repräsentation der Struktur sprachlicher Formen mittels diskreter Größen Grenzen gesetzt.

Hier soll dieses generische Modell so erweitert werden, dass damit Aspekte des Sprachwandelsprozesses nachmodelliert werden können, die im ersten Teil der Arbeit beschrieben worden sind. Die erste Phase der Modellbildung, siehe Kapitel 8, fokussierte die Interaktion der Sprecher auf der Ebene der Sprachgemeinschaft, während die Sprecherinterna dort nur in ihren Ansätzen ausgearbeitet wurden. Abschnitt 5.1.8 beschreibt das Lexikon der Sprecher auf abstrakte Weise als die Menge der sprachlichen Formen, die Menge der mentalen Konzepte und die Menge der Relationen zwischen Formen und Konzepten. Die zweite Phase der Modellbildung, siehe Kapitel 9, fokussierte zwar die Sprecherinterna und den Aufbau des Lexikons, aber dort lag der Schwerpunkt auf Aspekten der Modellierung, die mit sprachlichen Formen zusammenhängen. Das System der mentalen Konzepte und seine Relationen zum System der sprachlichen Formen wurden nur in Ansätzen ausgearbeitet.

In diesem Kapitel beschreibt Abschnitt 10.2 zunächst, welche wesentlichen Aspekte aus der Modellplanung in Kapitel 5 schon umgesetzt worden sind, und welche Aspekte in diesem Kapitel modelliert werden sollen. Kognitive Strukturen werden hier detaillierter als bisher modelliert. Als Leitfaden soll dabei das gebrauchsbasierte Lexikonmodell von Bybee (2001) dienen. Dieses Modell wird in Abschnitt 10.3 vorgestellt. Im Anschluss daran entwirft Abschnitt 10.4 eine Skizze der Erweiterung der Modellsimulation für Sprachwandel und zeigt, welche Elemente aus dem gebrauchsbasierten Lexikonmodell verwendet werden können, um die kognitiven Funktionen zu modellieren. Abschnitt 10.5 spezifiziert den Zusammenhang der wesentlichen Designelemente und Implementierungsdetails, die zur Umsetzung des Modells nötig sind. Abschnitt 10.6 illustriert einen konkreten Simulationsverlauf der erstellten Implementierung und Abschnitt 10.7 zieht das Fazit aus diesem Kapitel.

10.2 Gegenstand der Modellierung

10.2.1 Überblick zu bisher realisierten Aspekten des geplanten Modells

Wie eingangs erwähnt, wurde die Interaktion der Sprecher auf der Ebene der Sprachgemeinschaft, siehe auch Abschnitt 5.1.1, in Kapitel 8 modelliert und bedarf hinsichtlich der Modellierungsabsichten in dieser Phase keiner weiteren Ausarbeitung mehr.

Kapitel 8 und vor allem 9 haben allgemeine und Detailspekte der internen Sprechermodellierung umgesetzt, siehe auch Abschnitt 5.1.2. Hierzu gehören Modelle für Lexikon (Abschnitt 5.1.8), Phonemsystem (Abschnitt 5.1.7), für die Prozesse von Produktion und Perzeption (Abschnitt 5.1.6), Modelle für kognitive und materielle Repräsentationen sprachlicher Einheiten (Abschnitt 5.1.4). Wie schon erwähnt, fokussierte die Ausarbeitung detaillierterer Aspekte in Kapitel 9 vor allem die kognitive und physiologische Infrastruktur, die vom System sprachlicher Formen benötigt wird. Für sprachliche Formen wurden Repräsen-

tionen mit einer Strukturierung auf den Ebenen der Silben, der Segmente und der phonetischen bzw. distinktiven Merkmale entwickelt, sowie diverse Verfahren zur Verarbeitung dieser Strukturen. Ferner wurden sprachliche Formen bereits strukturell analysiert, sowohl hinsichtlich von Typen struktureller Silbenbestandteile als auch von Typen konkreter Segmentfolgen als Silbenbestandteile. Diese wurden beispielsweise bei der Erzeugung neuer sprachlicher Formen eingesetzt. Folglich ist das System der sprachlichen Formen als ein Bestandteil des Lexikonmodells vergleichsweise detailliert ausgearbeitet, während die Systeme der mentalen Konzepte und der Relationen zwischen Formen und Konzepten dies bisher nicht sind.

Für die Assoziation von mentalen Konzepten und sprachlichen Formen, siehe auch Abschnitt 5.1.8, wurde bisher das Modell verwendet, das in Abschnitt 8.2.1.2 definiert wurde. Demnach besteht das Lexikon aus einer Menge von gleich strukturierten Einträgen, die alle genau ein mentales Konzept enthalten sowie eine Menge von mindestens einer sprachlichen Form, die jeweils mit dem mentalen Konzept assoziiert ist. Das System mentaler Konzepte, siehe auch Abschnitt 5.1.5, besteht, bedingt durch die Anwendung dieses Konzepts, aus Elementen, die alle vom selben Typ sind. Es handelt sich dabei um Konzepte, deren Bedeutung durch die Referenz auf Objekte in der Umgebung der Sprecher gegeben ist, also durchweg um Eigennamen. Von konkreten Objekten unabhängige lexematische Konzepte oder grammatische Konzepte kommen im System nicht vor. In Abschnitt 5.1.5 wurde darauf hingewiesen, dass das System der mentalen Konzepte im Rahmen dieser Arbeit als konstant vorausgesetzt wird. Diese Voraussetzung wurde aber gerade nicht für die Untermenge der Eigennamen gemacht. Neue Eigennamen können je nach Bedarf in das Lexikon aufgenommen oder daraus entfernt werden. Gemeint war, dass das System der grammatischen Konzepte konstant sein soll. Wird für eine bestimmte Simulation ein System des nominalen Numerus vorausgesetzt, das die Konzepte “nominaler Singular” und “nominaler Plural” beinhaltet, so soll beispielsweise, durch welche Umstände auch immer, weder das zweite Konzept aus dem System eliminiert noch das Konzept “nominaler

Dual” hinzugenommen werden können.

Im Modell der Sprecherinterna fehlt auch eine Komponente für Grammatik, siehe Abschnitt 5.1.3. Da alle bisher simulierten Phänomene auf dem Austausch von Äußerungen aus nur einem Wort beruhen, wurde keine separate Grammatikkomponente entworfen. Man könnte dennoch das implizite Vorhandensein folgender Produktionsregel für Äußerungen voraussetzen:

$$\text{Äußerung} \rightarrow \text{Wort}$$

auf der die Prozesse für Produktion und Perzeption beruhen.

10.2.2 Modellierungsabsicht für die dritte Phase der Modellbildung

In diesem Kapitel soll der Schwerpunkt auf die Modellierung kognitiver Strukturen gelegt werden, die Relationen zwischen Formen und mentalen Konzepten manipulieren können. Solche Entitäten wurden bereits in den Abschnitten 5.1.8.1 und 5.1.8.2 in sehr allgemein gehaltener Begrifflichkeit beschrieben (Form-Konzept-Assoziator, Strukturanalyse). Exemplarische Grundlage für die Modellierung solcher Funktionalität soll der in Kapitel 2.4 beschriebene hypothetische Sprachwandelsprozess sein. Der zentrale Aspekt dieses Prozesses ist hier die Reorganisation des Markierungsverfahrens für nominalen Plural. Auf der materiellen Ebene des Prozesses geht das Formelement, durch das das grammatische Konzept im Ausgangszustand signalisiert wird, verloren. Der Elisionsprozess führt durch Koartikulation und Assimilation jedoch strukturelle Änderungen an den davon betroffenen Formen ein. Auf der kognitiven Ebene droht durch den Elisionsprozess das grammatische Konzept des nominalen Plurals ohne formale Ausdrucksseite zu verbleiben, sodass das Ausdrucksverfahren seine Funktion verlieren würde. Eine spezielle kognitive Funktion, deren Aufgabe es ist, die Ausdrückbarkeit von Konzepten durch sprachliche Form zu gewährleisten, wählt als alternativen formalen Ausdruck für den nominalen Plural die strukturellen Merkmale, die der Elisionsprozess der ursprünglichen Pluralmarke an den betroffenen Formen eingeführt

hat, nämlich den erhöhten Öffnungsgrad bestimmter Silbenkerne der betroffenen Formen. Um diese Modellierungsaufgabe umsetzen zu können, müssen insbesondere zwei Aspekte des bisherigen Sprechermodells erweitert werden.

Zunächst muss eine eigene Grammatikkomponente modelliert werden, damit Singular- und Pluralvarianten von Elementen des Lexikons auf der einen Seite produziert und auf der anderen erkannt werden können. Die simulierten Phänomene spielen sich zwar weiterhin auf der Wortebene ab, aber nun erhalten die Äußerungen eine morphologische Struktur, wozu entsprechende Produktionsregeln eingesetzt werden müssen.

Um die in den Abschnitten 5.1.8.1 und 5.1.8.2 beschriebenen kognitiven Funktionen modellieren zu können, wird die Organisation der Form- und Konzeptmen-gen sowie der Relationen zwischen beiden Arten von Einheiten deutlich komplexer werden. Zwar werden in diesem Kapitel wieder einige Vereinfachungen nötig werden, um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen. Dennoch soll sich die Modellierung der hier beabsichtigten Erweiterungen an einem vorhandenen Modell orientieren, dessen wesentliche Eigenschaften in Abschnitt 10.3 vorgestellt werden.

10.3 Sprachgebrauchsbasiertes Modell eines Lexikons

Bei Bybee (2001) handelt es sich um die kognitive Modellierung des Lexikons individueller Sprecher, die vor allem auf dem Konzept der Gebrauchsfrequenz der Lexikoneinträge basiert, auf Prototypensemantik und auf Konzepten, die aus dem Konnektionismus entlehnt wurden. In den folgenden Abschnitten wird das Modell vorgestellt und es wird plausibilisiert werden, dass es kompatibel mit der hier entwickelten Modellsimulation von Sprachwandel im Allgemeinen und mit der Modellierung der Sprecherinterna im Besonderen ist. Es ist ein Fernziel, das gebrauchsbasierte Lexikonmodell in die hier entwickelte Modellsimulation zu integrieren, was aber über diese Arbeit hinausgeht. Hier sollen jedoch einige grundlegende Prinzipien daraus entlehnt werden, die für die in diesem Kapitel

beabsichtigten Modellierungsprobleme relevant sind.

10.3.1 Allgemeines über das Modell

Bybees Modell ist in erster Linie ein Modell für die Phonologie, obwohl wichtige Funktions- und Erklärungsprinzipien auch auf andere Ebenen der Grammatikbeschreibung übertragen werden können. Das Modell ist performanzorientiert, denn der Sprachgebrauch hat darin Einfluss auf die Struktur und die Substanz des Sprachsystems, auf die Wortformen sowie auf ihre mentale Repräsentation und Verarbeitung. Zwar steht die Performanz im Vordergrund, doch prinzipiell soll die Trennung zwischen Performanz und Kompetenz überbrückt werden. Der Sprachgebrauch schließt alle sprachlichen und außersprachlichen Kontexte mit ein, bis zu den diversen Aspekten sozialer Interaktion. Die Komplexität der Repräsentation von Lexikoninhalten wird dadurch gesteigert, dass Sprachwissen nicht von der Anwendung der Sprache im weiteren Sinn getrennt werden kann, denn das Sprachwissen ist mit der Motorik zur Sprachproduktion, der Perzeption, der sozialen Bedeutung und weiteren Aspekten vernetzt. Insbesondere hinsichtlich der Verknüpfung mit der Motorik und der Sprachverarbeitung ist Sprachwissen zu einem großen Teil prozedurales Wissen, mit Ausnahme z.B. von rein lexikalischem Wissen, das propositional sein kann.

Die physiologischen Aspekte der Artikulation und der neuronalen Verarbeitung sowie der Sprachgebrauch sind bei allen Menschen und in allen Kulturen im Wesentlichen gleich. Durch diese Eigenschaften will das Modell universelle Eigenschaften der Sprache erklären. Dieses Modellierungsprinzip ist auch von de Boer beim Modell von der Emergenz von Vokalsystemen eingesetzt worden⁷⁹, siehe hier Abschnitt 7.3.

Ferner stellt das Modell einen Versuch dar, die Modularisierung der Gramma-

⁷⁹In Abschnitt 9.1 wurde bereits erklärt, dass dieser Ansatz in den Phasen meines Modells, die in dieser Arbeit entwickelt werden, nicht verwendet werden kann, und entsprechende Vereinfachungen eingeführt werden mussten. Dies gilt auch hier weiterhin für die Elemente, die aus Bybees performanzorientiertem Lexikonmodell entlehnt werden.

tik aufzuheben. Die grammatischen Ebenen, die normalerweise von unterschiedlichen Disziplinen der Linguistik getrennt untersucht werden, sollen darin im Zusammenhang abgebildet werden. Da diese Trennung ohnehin ein Artefakt der Forschung sei, nähere sich das Modell durch seine integrale Betrachtungsweise wieder an die natürliche Komplexität des realen Gegenstandes an. Durch die zusammenhängende Betrachtung von Phonologie, Morphologie und Syntax erlaube die Theorie plausible Erklärungen z.B. von Grammatikalisierungsprozessen. Wie gesagt jedoch mit den schon genannten Einschränkungen, dass es sich im Grunde um ein Modell der Phonologie handelt und nicht die sprachlichen Fähigkeiten des Sprechers in ihrer Gesamtheit behandelt.

Schließlich erlaubt das Modell eine synchronische und eine diachronische Perspektive auf das Sprachsystem. Seine Funktionsprinzipien sind also auch in der Lage, plausible Erklärungen für Sprachwandlungsprozesse abzugeben. Das wichtigste Erklärungsprinzip ist auch hierbei, wie im Modell allgemein, die Gebrauchsfrequenz von Wörtern und Phrasen.

10.3.2 Aufbau des performanzbasierten Lexikonmodells

Einige Eigenschaften des performanzbasierten Lexikonmodells sollen in diesem Abschnitt näher, und teilweise im Kontrast zu generativen Theorien, erläutert werden.

Das Lexikon ist das Kernstück der gebrauchsbasierten Sprachtheorie. Es wird angenommen, dass sein Aufbau demjenigen eines neuronalen Netzes entspricht. Ferner wird angenommen, dass die kognitiven Fähigkeiten, die zum Erlernen und Benutzen der Sprache eingesetzt werden, nicht sprachspezifisch sind, sondern allgemeinen kognitiven Fähigkeiten entsprechen, die auch für andere körperliche und geistige Funktionen eingesetzt werden. Daher gilt für den Sprachgebrauch, was auch für motorische Fähigkeiten gilt. Der Sprachgebrauch, oder genauer die Sprachproduktion, -Wahrnehmung und -Verarbeitung, ist ein Prozess, der erlernt werden muss und der durch Übung und Wiederholung optimiert wird. Dies bringt

es z.B. mit sich, dass häufig benutzte Lexikonelemente besser und schneller erkannt, verarbeitet und produziert werden können. Das heißt, sie sind kognitiv leichter zugänglich. In diesem Sinn ist Sprache ein konventionalisiertes, kulturelles Objekt, denn es wird, wie auch andere Arten von nützlichem Verhalten, durch Wiederholung konventionalisiert. Generell wird die Phonologie im gebrauchsbasierten Ansatz als prozedurales Wissen aufgefasst, da es sich beim Sprechen um eine raumzeitliche, neuromotorische Aktivität handelt.

Abstraktion und Regelmäßigkeit: Der Aufbau des Lexikons folgt nicht den Prinzipien der generativen Theorie, demzufolge alles regelmäßige oder vorher-sagbare Material aus der Lexikonrepräsentation herausgenommen und später im Verlauf der Derivation durch Regeln nachgeliefert wird, mit dem Ziel, dass die Lexikonelemente, von der Oberflächenform abstrahiert, nur unregelmäßiges Material enthalten. Das Lexikon der gebrauchsbasierten Theorie enthält Regelmäßigkeiten und die Lexikonelemente haben eine direkte Entsprechung zu den Oberflächenformen, sind im Vergleich zu generativen Lexikoneinträgen also nicht abstrakt. Das gebrauchsbasierte Modell bildet als konnektionistisches Modell alle Formen, ob regelmäßig oder unregelmäßig, als konkrete Formen ab. Das generative Modell als ein symbolisches Modell bildet die Unregelmäßigkeiten im Lexikon ab und generiert die generellen Struktureigenschaften mittels symbolischer Regeln. Zwischen diesen beiden Ansätzen bestehen also folgende Unterschiede.

- Die Struktureigenschaften der Lexikonelemente emergieren aus ihren formalen Eigenschaften und dem tatsächlichen Gebrauch des gesamten Inventars. Sie haben keine von den Lexikonelementen unabhängige Existenz. (Siehe hierzu weiter unten die Absätze über Vernetzung und Emergenz von Struktur.) Symbolische Regeln hingegen seien unabhängige Abstraktionen von Formen.
- Je mehr Lexikonelemente eine bestimmte Struktureigenschaft haben, desto aktiver und produktiver ist sie, das heißt, sie steht in Verbindung mit quan-

titativen Eigenschaften des Lexikons. Symbolische Regeln hingegen sind davon unabhängig und Aspekte wie Produktivität müssen durch ein zusätzliches Verfahren bestimmt werden.

- Lexikalische Struktureigenschaften bzw. Schemata können gleichzeitig Prototypen sein. Nonsense-Formen werden in linguistischen Experimenten z.B. so gebildet, wie dasjenige im Inventar vorhandene lexikalische Schema, dem sie am ähnlichsten sind. Symbolische Regeln hingegen gelten undifferenziert für ganze Wortklassen.
- Um zu entscheiden, ob eine Form zu einem von mehreren nahe beieinander liegenden bzw. strukturell ähnlichen Schemata gehört, wird im Netzmodell des Lexikons probabilistisch vorgegangen. Bei symbolischen Regeln ist das Vorgehen kategorisch.

Einige der hier genannten und andere Punkte werde ich im Folgenden weiter erläutern.

Redundanz und Perzeption: In generativen Theorien wird zwischen redundanten und nicht redundanten Merkmalen unterschieden. Redundante Merkmale werden nicht in die lexikalische Repräsentation aufgenommen, sondern mittels Redundanzregeln hergeleitet. Perzeptuell können aber beide Arten von Merkmalen gleichermaßen wichtig sein, um Wortformen zu identifizieren. Dies gilt z.B. für die Fälle, in denen eines der beiden Merkmale in einer Form schlecht erkennbar ist oder fehlt. Beide ergänzen sich also auf redundante Weise und daher werden im gebrauchsbasierten Modell beide Arten von Merkmalen in die mentale Repräsentation von Lexikoninhalten aufgenommen. Das heißt, Kontrastivität und Vorhersagbarkeit von Merkmalen schließen sich nicht gegenseitig aus. Im Lexikon sind redundante aber kontrastive Merkmale vor allem dann spezifiziert, wenn diese perzeptuell weit genug auseinander liegen.

Unterliegende Formen: Die beiden Modelle unterscheiden sich in einem weiteren Aspekt, der das Ökonomiekriterium betrifft. Im Gegensatz zur generativen

Grammatik kann es im gebrauchsbasierten Modell mehrere “unterliegende” Formen geben. Während in der generativen Theorie mit nur relativem Erfolg versucht werde, z.B. stark abweichende Oberflächenformen eines Morphems aus einer einzigen unterliegenden Form abzuleiten, bildet das gebrauchorientierte Modell solche Formen oberflächengetreu im Lexikon ab.

Komplexität von Repräsentation / Derivation: Schließlich können beide Modelle hinsichtlich der Komplexität der Repräsentation lexikalischer Elemente und des Zugriffs auf diese Elemente verglichen werden. Dabei zeigen sich die gegensätzlichen Eigenschaften der Modelle. In der strukturalistischen, insbesondere in der generativen Theorie ist die mentale Repräsentation der Formen einfach, da es sich um Abstraktionen handelt, aber der Zugriff darauf, also die Generierung der Oberflächenformen, ist kompliziert, da ein komplexer Prozess der Derivation durchlaufen werden muss. In der gebrauchsbasierten, konnektionistischen Theorie ist die Repräsentation der Formen vergleichsweise kompliziert, aber der Zugriff darauf einfach. Der komplizierteste Aspekt an den lexikalischen Repräsentationen in der gebrauchsbasierten Theorie ist daher die Kategorisierung der Lexikoninhalte. Es kann experimentell nachgewiesen werden, dass für die Kategorisierung der Formen eine hohe Detailliertheit der Repräsentation, also eine volle akustische und motorische Repräsentation der Formen, relevant ist.

Allgemeines Abstraktionsniveau des Modells: Der vorhergehende Vergleich des gebrauchsbasierten Lexikonmodells mit generativen Ansätzen mag nahegelegt haben, dass dieses Modell keine Abstraktion enthält oder sie zumindest stark reduziert. Einen grundlegenden Abstraktionsgrad hat das gebrauchsbasierte Lexikonmodell jedoch schon daher, dass es nicht die Abbildung der Sprachstruktur auf einzelne Neuronen oder Neuronenzusammenhänge erklären will. Vielmehr soll das Lexikon aus linguistischen Einheiten bestehen, deren konkrete physiologische Repräsentation gar nicht thematisiert wird. In diesem Sinn entfernt sich das Modell von der physiologischen, neuronalen Realität.

Lexikoneinheiten: Die Grundeinheit der Speicherung im Lexikon ist das Wort.

Das lexikalische Wort ist hier recht allgemein definiert als eine phonologisch und pragmatisch angemessene Gebrauchseinheit. Es sind Abschnitte der Lautkette, die häufig im Sprachgebrauch auftreten. Solche Abschnitte können durchaus aus mehreren Wörtern (im herkömmlichen Sinn) bestehen. Die Bestandteile von lexikalischen Wörtern können auch in anderen Kontexten in einer anderen Kombination und Einteilung vorkommen.

Vernetzung: Was aus der Theorie neuronaler Vernetzung übernommen wird, ist, dass Elemente des Lexikons und Teile dieser Elemente untereinander vernetzt sind. Durch die Stärke der Verbindungen erhalten sie eine mehr oder weniger starke lexikalische Repräsentation innerhalb des Inventars. Die lexikalische Stärke, die proportional zur kognitiven Zugänglichkeit der Elemente ist, ist auch proportional zur ihrer Gebrauchsfrequenz. Es wird vorausgesetzt, dass zwischen den Elementen Verbindungen zweierlei Typs bestehen können, nämlich Verbindungen mit phonologischer und semantischer Interpretation. Das heißt, die Elemente können über ihre Form- und Bedeutungseigenschaften assoziiert sein. Man kann es sich so vorstellen, dass alle Dinge, die sich in einer Weise ähnlich sind bzw. durch starke Verbindungen verknüpft sind, in einem akustisch-phonetischen Raum nahe beieinander liegen. Ähnliche und identische Strukturelemente benutzen offenbar gemeinsamen kognitiven Speicherplatz, während für neue Elemente erst eine neue Repräsentation eingerichtet werden muss. Ein Anzeichen dafür, dass lexikalische Wörter mit ähnlichen und identischen Struktureigenschaften Speicherplatz teilen, ist, dass der Gebrauch eines Wortes die mittels dieser Eigenschaften assoziierten Wörter mitaktiviert.

Emergenz von Struktur: Wie schon weiter oben angesprochen, soll Phonologie im gebrauchsbasierten Modell des Lexikons als Teil der prozeduralen Sprachproduktion aufgefasst werden. Es ist eine komplexe aber repetitive neuromotorische Aktivität. Sie muss durch viel Wiederholung gelernt werden. Je mehr Lautfolgen man lernt, desto einfacher ist es, neue Folgen zu lernen. Das liegt daran, dass gelernte Sequenzen und Teile von Sequenzen zu neuen rekombiniert werden können.

So lernt der Sprecher, dass das Lexikon aus rekombinierbaren Segmenten, Silben und Silbenfolgen sowie komplexeren Strukturen besteht. Auch syntaktische Strukturen emergieren bzw. verfestigen sich im Sprachgebrauch durch häufiges gemeinsames Auftreten von Formen. Die morphologische Struktur von Wörtern z.B. ergibt sich aus der tatsächlichen Verwendbarkeit und der tatsächlichen Verwendung ihrer Bestandteile zur Bildung anderer im Inventar enthaltener Wörter. Das heißt, die morphologische Struktur ist keine den einzelnen Wörtern inhärente Eigenschaft, sondern sie ist durch Relationen zu anderen im Lexikon vorhandenen Wörtern bedingt. Die innere Struktur von Lexikonelementen ergibt sich also holistisch erstens daraus, welche Formen im Lexikon vorhanden sind, und zweitens, auf welche Weise sie benutzt werden. In diesem Sinn ist die Struktur der Lexikonelemente also weder eine den einzelnen Formen inhärente Eigenschaft noch eine von den Formen getrennt existierende Eigenschaft oder Kategorie. Vielmehr ist es eine Information, die aus der Struktur des Inventars der Formen ableitbar ist. Die Segmentierung der Lautkette in phonologische Einheiten ergibt sich ebenfalls aus der Verwendung wiederkehrender Strukturelemente. Auf der phonologischen Ebene zerfällt die Lautkette in Einheiten der gesturalen Koordination der Artikulationswerkzeuge. Diese Einheiten sind in der Regel Silben.

Emergenz von Struktur auf mehreren Ebenen / Ebenen der Generalisierung: Dieses Modell erlaubt es, dieselben sprachlichen Daten, oder konkreter, die lexikalischen Inhalte, auf vielfache Weise zu analysieren bzw. Generalisierungen daraus zu ziehen. Es kann einerseits gleichzeitig an derselben Substanz mehrere Weisen der Generalisierung abbilden, indem sich verschiedene Generalisierungen jeweils auf unterschiedliche strukturelle Aspekte einer Menge von Formen beziehen. Andererseits kann es gleichzeitig Generalisierungen auf mehreren Abstraktionsebenen abbilden, indem sich unterschiedliche Generalisierungen zusammen auf einen bestimmten Aspekt der strukturellen Eigenschaften einer Menge von Formen beziehen, aber dabei jeweils etwas über abstraktere bzw. konkretere Eigenschaften aussagen. Da auf mehreren Ebenen Generalisierungen möglich sind,

ist auch eine Emergenz von Struktur auf mehreren Ebenen möglich.

Prototypen und linguistische Variablen: Wie gesagt wird angenommen, dass die kognitiven Fähigkeiten, die das Lexikon konstituieren, nicht sprachspezifisch sind, sondern dass es sich um allgemeine kognitive Fähigkeiten handelt. Alle linguistischen Objekte lassen sich daher, wie auch alle nicht linguistischen, z.B. in der visuellen Wahrnehmung, als mehr oder weniger konform zu Prototypen beschreiben. Die Konformität misst sich in der jeweiligen Konformität der einzelnen Eigenschaften, die ein Objekt hat, zu den Eigenschaften der Prototypen. Voraussetzung für die Konstituierung von Prototypen und den Vergleich von Lexikoninhalten mit Prototypen (die ja ebenfalls Lexikoninhalte sind) ist, dass Lexikonelemente eine variierende Form haben können. Es wird also vorausgesetzt, dass die Variation von Formen, sowie andere Arten von Variation, ebenfalls im Lexikon abgebildet wird. Da Lexikonelemente redundante Details enthalten, wird natürlich auch phonetische Variation abgebildet. Man kann sich einen Prototypen und alle Formen, die mit ihm relationiert sind, als eine linguistische Variable vorstellen. Eine Anzahl von Lexikonelementen sind dabei über die Ähnlichkeit mehrerer ihrer Aspekte zu einer Menge, einer Variablen, zusammengefasst und werden als Varianten einer Form aufgefasst. Eine dieser Varianten ist der Prototyp und der für seine Konstituierung relevante Faktor ist die Gebrauchsfrequenz der Varianten. Die am häufigsten gebrauchte Variante einer Variablen ist der Prototyp. Da sich im Sprachgebrauch die Gebrauchsfrequenzen der Varianten einer Form ändern können, verschiebt sich damit auch der Prototyp innerhalb der Menge der Varianten einer Variablen. Außerdem kann eine Form mehrere Prototypen haben. Dies ist in der Perzeption nützlich, um verschiedene etablierte Realisierungen eines Lexikonelements erkennen zu können.

Variation im Lexikon: Es wird deutlich, dass Variation als inhärenter Teil der Grammatik erklärt werden muss, und nicht als ein Zusatz, der durch Derivation hergeleitet wird. Daher ist dazu auch die Modellierung der Variation mit den variablen Regeln der Soziolinguistik ungeeignet. (Hier ist nicht das generische

Konzept der linguistischen Variablen gemeint, sondern die generative Adaption des Konzeptes als “variable rule”.) Die wichtigsten Aspekte der Variation bei lexikalischen Elementen sind ihre Form und ihre Frequenz. Phonetische Alternanzen entstehen beispielsweise zuerst in hochfrequenten Formen des Lexikons. Später breiten sie sich über das ganze Lexikon aus, das heißt, sie diffundieren und werden dann als automatisch bezeichnet. Der Begriff “automatisch” soll aber nicht suggerieren, dass die Muster nicht gelernt werden müssen. Sie werden genauso gelernt, wie andere Muster auch. In niederfrequenten Formen schreiten solche Diffusionen nur mit geringer Geschwindigkeit voran. Alternanzen von Formen unterscheiden sich im Variabilitätsgrad. Phonetische Alternanzen variieren auf einem Kontinuum, während morphologische Alternanzen eher kategorisch sind. Phonetische Varianz ist in der Regel gering und perzeptuell vergleichsweise nicht so leicht zu fassen. Morphologische Varianz ist hingegen deutlicher. Dennoch ist der Unterschied zwischen beiden Typen nicht kategorisch festlegbar, sondern eher graduell beschaffen.

Kategorisierung der Lexikoninhalte: Es wurde schon angemerkt, dass die Kategorisierung der Lexikoninhalte ein komplexer Aspekt des gebrauchsbasierten Modells ist. Sprecher können die phonetischen Varianten von Phonemen auseinander halten und sogar den Grad der Übereinstimmung mit dem jeweiligen Prototypen beurteilen. Ferner kann gezeigt werden, dass die Prototypen, gegen die die Sprecher solche Vergleiche anstellen, mit dem Kontext hinsichtlich der Parameter Sprecher, Sprechgeschwindigkeit oder phonetischer Kontext variieren. Es gibt also immer mehrere Prototypen. Damit ein Prototyp überhaupt entstehen kann, müssen viele konkrete Token gespeichert und verglichen werden. Offenbar kann das Gehirn eine sehr große Menge solcher Erfahrungswerte speichern. Man kann also davon ausgehen, dass Versionen eines Tokens mit verschiedener sozialer und pragmatischer Bedeutung sowie phonetischem und morphologischem Kontext gespeichert werden. Hierbei benutzen ähnliche Token wieder gemeinsamen Speicherplatz, frequente Token sind stärker repräsentiert und niederfrequenten

te verblassen schneller. Die Menge der Alloformen von Phonemen, Lexemen und anderen Einheiten wird aber wiederum eingeschränkt durch den Zwang, sehr viele Formen mit wenigen Grundbausteinen kompositional repräsentieren zu müssen. Auch Phoneme sind in diesem Sinn eine Menge von kontextuell bedingten Allophonen. Ändert sich der Kontext, so ändert sich auch die interne Struktur der Phoneme. Allophonische Untermengen von Phonemen können sich kontextbedingt verselbständigen, wodurch beispielsweise ein Phonemsplit entsteht. Das Hauptkriterium für die Kategorisierung von Lauten zu Phonemen ist die phonetische Ähnlichkeit⁸⁰.

Einfluss der Gebrauchsfrequenz: Gebrauch, also Produktion und Perzeption, formen die Repräsentation lexikalischer Einheiten. Hochfrequente Formen und Strukturen werden leichter bzw. schneller verarbeitet. Sie behalten daher auch eher Irregularitäten bei. Niederfrequente Formen werden hingegen leichter reguliert bzw. analogischem Wandel unterzogen. Hochfrequente Formen werden allerdings auch durch den Gebrauch verändert. Charakteristisch ist es für sie, verkürzt zu werden.

10.3.3 Erklärungspotential des Modells für den Sprachwandel

Eine fundamentale Hypothese der gebrauchsbasierten Sprachtheorie ist, dass sich die Struktur der Sprache durch ihren Gebrauch ändert. Die Erklärung des Sprachwandels ist also integraler Bestandteil der Theorie. Der Faktor, dem in Bybees Modell das größte Erklärungspotential zugesprochen wird, ist die Gebrauchsfrequenz von Lexikonelementen. Häufige Wiederholung bewirkt die Verkürzung von Formen und das Verblassen ihrer Bedeutung. Ferner bewirkt sie die Emanzipation der Formen von ursprünglicher instrumenteller Funktion. Die Resultate von Lautwandel und anderem Sprachwandel werden direkt im Lexikon abgebildet⁸¹.

⁸⁰Ein illustratives Beispiel für kontextfreie Kategorisierung bzw. Bildung von Prototypen ist die Simulation der Emergenz von Vokalsystemen von de Boer, siehe hier in Abschnitt 7.5.

⁸¹Bybee folgert daraus, dass Sprachwandel unumkehrbar ist, denn es bleiben, anders als es die generative Theorie darstellt, keine älteren Sprachstadien im Lexikon erhalten und können folglich auch nicht wieder an die Oberfläche gelangen. Dieser Behauptung stehen allerdings

Diese Theorie kann also unter anderem folgende Aspekte von Sprachwandel erklären.

Kontraktionen: Hochfrequente Formen werden verkürzt. Bei komplexen Formen wie z.B. “how are you” werden die vorkommenden Reduktionen zunächst als Varianten der einzelnen Wörter gespeichert. Da die komplexe, aus mehreren Wörtern bestehende Form aber hochfrequent ist, wird sie als ein Wort bzw. eine lexikalische Einheit gespeichert. Diese wird mit der Zeit immer weiter zusammengezogen, bis ihre Zusammensetzung nicht mehr transparent ist, wie z.B. in “hi”, was als Kontraktion von “how are you” gilt.

Morphematisierung: Die gebrauchsbasierte Sprachtheorie beinhaltet wiederum eine Theorie der Morphematisierung. Beim Übergang von phonetischer zu morphologischer Bedingtheit bei bestimmten Alternanzen von Formen finde eine Reinterpretation der betreffenden Formen statt. Die Kernthese ist dabei, dass die morphologische Interpretation vor dem Lautwandel stattfindet. Bybee illustriert das an einem Beispiel. Der deutsche Diminutiv ‘-chen’ hatte früher die Form ‘-ichiin’, wobei das palatale ‘-ch-’ phonetisch bedingt war. Damit nach dem Verlust des morpheminitialen ‘-i-’ der Frikativ immer noch als Palatal auch in Kontexten, die normalerweise einen velaren Frikativ auslösen, vorkommen kann, muss der Frikativ schon vor dem Verlust des ‘-i-’ lexikalisch als Palatal spezifiziert worden sein. Die morphologische Reanalyse muss also schon vor der Veränderung der Oberflächenform stattgefunden haben. Dieses Modell könnte im Zusammenhang mit der Morphologisierung der Vokalöffnungsgraddifferenzierung, siehe hier Abschnitt 2.4, überprüft werden.

Assimilation: Assimilation von Segmenten der Lautkette kann einfach durch eine zeitliche Kompression der Artikulationsbewegungen erklärt werden, also durch Überlappung oder allgemeiner durch zeitliche Reorganisation von Gesten.

einerseits Beobachtungen von McMahon (1994: 54) gegenüber, andererseits könnte dazu angemerkt werden, dass es prinzipiell keiner Archivierung älterer Sprachzustände in der Grammatik bedarf, damit sich ein Sprachsystem auf einen Zustand hin entwickeln kann, in dem es sich zuvor schon einmal befunden hat.

Um derartige Phänomene erklären zu können, greift Bybee auf die artikulatorische Phonologie bzw. die Theorie artikulatorischer Gesten von Browman und Goldstein zurück, siehe Browman & Goldstein (1992). Da es sich hierbei aber um einen Ansatz handelt, der Artikulation mit kontinuierlichen, und nicht kategorischen Größen repräsentiert, wird er für die weitere Ausarbeitung des Modells in dieser Arbeit nicht verwendet, wie schon weiter oben erklärt wurde.

Epenthese: Auch die Einfügung von Segmenten kann durch die zeitliche Reorganisation von Gesten erklärt werden. Es ist ein seltener Vorgang und die eingefügten Segmente sind immer an denselben artikulatorischen Stellen wie die umgebenden Laute. Beispiel: “venré” wird zu “vendré”, indem die velare Geste des [n] verkürzt wird, sodass ein nichtnasaler Verschluss, also [d] entsteht⁸².

Schwächung und Reduktion von Segmenten: Die Reduktion von Lauten, also die Schwächung von Konsonanten und Vokalen kann als ein Abbau der artikulatorischen Energie beschrieben werden. Konsonanten als Artikulationsmaxima werden reduziert, indem die beteiligten Gesten abgeschwächt werden. Erfolgt zudem noch eine zeitliche Kompression eines geschwächten Lautes, wird das Segment ganz reduziert. Im Silbenauslaut kann es vorkommen, dass ein Konsonant an Sonorität gewinnt, indem nämlich die konsonantischen Gesten nachlassen und sich der vorhergehende Vokal, oder Teilgesten davon, in die Position des Konsonanten hinein ausdehnen. Für Vokale gilt Ähnliches. Die Intensität der artikulatorischen Gesten lässt nach, wodurch in der Regel eine zentralere Artikulation entsteht. Durch eine zeitliche Kompression des Segmentes kann dieses dann ganz verschwinden.

10.3.4 Performanzorientiertes Modell im Rahmen der linguistischen Selektionstheorie

In diesem Abschnitt will ich plausibilisieren, dass das performanzbasierte Lexikonmodell in die Rahmentheorie des Sprachwandels eingebettet werden kann,

⁸²Browman & Goldstein (1991: 327) führen noch weitere Beispiele dieser Art an.

die von Croft beschrieben wurde, siehe Kapitel 6. Folgende Aspekte sind dabei relevant.

Funktionalismus vs. Formalismus: Es ist offensichtlich, dass das gebrauchsbasierte Lexikonmodell entweder dem extremen oder dem integrativen Funktionalismus zuzuordnen ist. Es werden individuelle kognitive Repräsentationen von sprachlichen Systemen modelliert, wobei semantische, pragmatische, soziale und weitere Faktoren mit einbezogen werden, die einen Einfluss auf die Struktur des individuellen kognitiven Systems haben. Das Modell ist, um auf Crofts Terminologie zurückzukommen, nicht vollständig arbiträr, da sich phonologische, morphologische und syntaktische Strukturen aus Faktoren des Sprachgebrauchs ergeben. Genauer gesagt emergieren sie aus dem Sprachgebrauch. Da Geschlossenheit Arbitrarität impliziert, aber das Modell nicht vollständig arbiträr ist, kann es auch nicht geschlossen sein. Die Frage ist also, zu welchem Grad das Modell arbiträr ist. Konkreter lautet die Frage, ob das Modell eher dem extremen oder dem integrativen Funktionalismus zuzuordnen ist. Zum externen Funktionalismus gehört das Modell nicht, da das Sprachsystem plastisch ist und permanent durch den Sprachgebrauch geformt wird. Möglicherweise ist es daher dem extremen Funktionalismus zuzurechnen, da es eventuell keine arbiträren Regeln im Sprachsystem gibt, und was Bybee beschreibt ist offenbar extrem funktionalistisch. Endgültig beurteilt werden kann der Status der Theorie jedoch erst an einem vollständigen Modell, das die von Bybee beschriebenen Prinzipien umsetzt.

Variation und Sprachwandel: Das Modell kann die Entstehung von Variation und Sprachwandel mittels der vorgestellten Prinzipien erklären. Beides entsteht in individuellen kognitiven Systemen. Das Modell überbrückt daher die Versäumnisse die Croft der Soziolinguistik attestiert hat, siehe hier S. 151. Prinzipiell kann das gebrauchsbasierte Modell kurzfristige Sprachwandelsprozesse innerhalb einer Generation umsetzen, aber auch langfristige Prozesse, die über viele Sprechergenerationen verlaufen.

Empirische Zugänglichkeit: Der Ansatz erfüllt auch Crofts Forderung nach

der empirischen Zugänglichkeit, denn modelliert werden keine abstrakten und idealisierten Beschreibungen von Sprachsystemen, sondern individuelle kognitive Systeme. Die Modellierung von Sprachwandel durch die Replikation konkreter sprachlicher Einheiten (Äußerungen) geht aber über das von Bybee vorgestellte Modell hinaus, da dieser Aspekt im größeren Zusammenhang mit dem Konzept der Interaktion in der Sprachgemeinschaft gesehen werden muss.

10.3.4.1 Terminologische Entsprechungen Ferner will ich einige Punkte kommentieren, die Entsprechungen zwischen Crofts Terminologie aus der Populationsbiologie bzw. aus der allgemeinen Selektionstheorie und Bybees Terminologie betreffen. Es ist offensichtlich, dass sich beide Theorien zwar in der benutzten Terminologie unterscheiden, aber das gebrauchsbasierte Lexikonmodell geeignet ist, einem Teil von Crofts Modell nicht nur zu entsprechen, sondern diesen Teil auch über die Spezifikationen von Croft (2000) hinausgehend zu explizieren. Denn Crofts Modell fokussiert eher die Aspekte der Sprachgemeinschaft und der diversen Dynamiken, die darin zu Sprachwandel führen können. Den Aspekt der daran beteiligten kognitiven Strukturen der individuellen Sprecher blendet seine Diskussion weitgehend aus. Insofern ist Bybees Modell ein geeignetes Komplement zu Crofts Modell. Dass dies so ist, kann zumindest oberflächlich daran gezeigt werden, dass es wesentliche Entsprechungen zwischen Komponenten der beiden Modelle gibt, die sich nur durch ihre Bezeichnung unterscheiden.

Interaktor, Replikator, Linguem: Die Interaktoren aus Crofts Modell sind die Sprecher in Bybees Modell. Replikatoren sind in der gebrauchsbasierten Theorie Lexikoninhalte, seien es konkrete Wörter oder Generalisierungen wie lexikalische Strukturelemente bzw. Schemata. In Crofts Adaption der Evolutionstheorie sind die Replikatoren Äußerungen, also keine kognitiven Entitäten, sondern raumzeitlich situierbare Produkte der Performanz. Äußerungen stehen aber direkt mit den Lexikoninhalten, also Wörtern und Schemata in Beziehung. Von daher ist der Unterschied zwischen beidem ein aspektueller. Crofts Konzept des Linguems als

struktureller Bestandteil der Äußerung entspricht im gebrauchsbasierten Modell Wörtern und Schemata, die in Wörtern enthalten sind.

Sprache, Grammatik, Konvention: Sprache ist in Crofts Modell der Pool aller vorkommenden Äußerungen. Das gebrauchsbasierte Lexikon ist jedoch nur ein Lexikon der Elemente, die in Äußerungen benutzt werden können. Ferner ist es ein Modell der Phonologie. Daher kann es in Bybees Modell keine direkte Entsprechung zu Crofts Konzept von Sprache geben. Dies ist aber eine Konsequenz dessen, dass Crofts Modell einen größeren Gegenstandsbereich umfasst als Bybees Modell. Grammatik ist in Crofts Modell die Summe aller individuellen kognitiven Fähigkeiten, die dazu befähigen, Äußerungen zu produzieren und zu verstehen. Das gebrauchsbasierte Lexikon ist in diesem Sinn, ebenso wie bei Crofts Begriff der Sprache, also ein Teil dieser Fähigkeiten. Der Konvention in Crofts Sinn kann im gebrauchsbasierten Lexikon die emergierende Struktur im Lexikon entsprechen sowie die darin enthaltenen Prototypen, die ihrerseits durch die jeweils höchste Gebrauchsfrequenz unter den Varianten einer linguistischen Variablen bestimmt sind.

Replikation, Selektion, Abstammungslinien: Die differenziale Replikation entspricht im gebrauchsbasierten Modell der Änderung von Gebrauchsfrequenzen. Differenziale Replikation ist jedoch nur ein Aspekt der Innovation. Ein anderer Aspekt wäre die Schaffung neuer Varianten eines Lexikoneintrages. Wie neue Varianten entstehen, kann durch das artikulatorische Gestenmodell von Browman und Goldstein erklärt werden, zumindest, wenn es sich um phonetische und phonologische Veränderungen handelt.

Selektion kann in der Populationsbiologie mehrere Bedeutungen haben, nämlich einmal die Selektion von Interaktoren. Das zählt jedoch als sozialer Prozess zur Propagation und betrifft das gebrauchsbasierte Lexikon nur indirekt. Die Selektion von Replikatoren betrifft das gebrauchsbasierte Lexikon auf direktere Weise, denn es handelt sich um die Setzung von Prototypen, zwar durch teilweise externe Faktoren, jedoch kann dieser Vorgang durch strukturelle Vorgänge im

Inneren des Lexikons modelliert werden.

Abstammungslinien haben ihre Entsprechung in der kontinuierlichen Fortexistenz von Lexikonelementen, auch wenn sich mit der Zeit ihre Form, ihre Bedeutung und andere ihrer Eigenschaften ändern.

Unschärfe der Äußerungsbedeutung, Zwang zur Kreativität, Reanalyse von Form und Funktion: Die Kreativität mit den sprachlichen Mitteln geschieht außerhalb des Lexikons auf höheren kognitiven Ebenen und kann daher in diesem Zusammenhang nicht kommentiert werden. Die Unschärfe der Bedeutung der sprachlichen Mittel ist jedoch im Lexikon angelegt, z.B. durch die Vielzahl von Assoziationen mit unterschiedlichen Kontexten und die Vielzahl von Konnotationen, die ein Lexikonelement haben kann. Die Resultate des innovativen Sprachgebrauchs können sich als Veränderung in der Struktur des Lexikons widerspiegeln. Die Reanalyse von Form und Funktion kann somit aber nicht allein aus der Beschaffenheit des Lexikons heraus erklärt werden. Dazu muss der Kommunikationskontext mit berücksichtigt werden. Dennoch kann die Beschaffenheit des Lexikons vielleicht die von Croft nicht näher bestimmte Weise verdeutlichen, wie die Reanalyse von Form und Funktion in komplexer Weise von der Struktur der Äußerungen abhängt.

10.4 Skizze des Modells der kognitiven Funktionen

In diesem Abschnitt soll ein Modell für die kognitiven Funktionen aus den Abschnitten 5.1.8.1 und 5.1.8.2 skizziert werden und es soll gezeigt werden, welche der in Abschnitt 10.3 beschriebenen Eigenschaften des gebrauchsbasierten Lexikonmodells dabei angewendet werden können.

Zentrales Interesse bei der Modellierung ist die Entität, die in Abschnitt 5.1.8.1 als Form-Konzept-Assoziator bezeichnet worden ist. Derselbe Abschnitt skizziert auch zwei Modellierungsansätze, die auf die Arbeiten von Contreras und Villena zurückgehen. Das Ziel der Modellierung und der Simulation wurde bereits hier in Abschnitt 10.2.2 umrissen. Ziel ist es, den Form-Konzept-Assoziator

in die Lage zu versetzen, die Ausdrückbarkeit eines mentalen Konzeptes aufrecht zu erhalten. Das mentale Konzept soll im Ausgangszustand der Simulation einen formalen Ausdruck haben, der dann in einem kontinuierlichen Prozess geschwächt und elidiert wird. Der Form-Konzept-Assoziator soll allgemein einen neuen formalen Ausdruck für das mentale Konzept finden, sodass es trotz der Veränderungen an den Formen kontinuierlich ausdrückbar ist. Insbesondere soll diese kognitive Funktion hier Strukturmerkmale an den betroffenen Wortformen finden, die sich für eine Funktionalisierung bzw. als Ausdrucksseite für das mentale Konzept eignen, und das oder die geeignetsten davon funktionalisieren.

Die konsequente Umsetzung der Prinzipien des gebrauchsbasierten Lexikonmodells würde umfassende Änderungen an der bisher entwickelten Infrastruktur der Modellsimulation erfordern, die wegen ihrer Komplexität über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Daher soll versucht werden, das formulierte Ziel von Modellierung und Simulation mit möglichst wenigen Änderungen an der bestehenden Modellinfrastruktur zu erreichen. Das bedeutet aber auch gleichzeitig, dass hier nur einige ausgewählte Elemente aus dem Modell des gebrauchsbasierten Lexikons in die noch ausstehende Modellierung Eingang finden können.

10.4.1 Situierung der kognitiven Funktion des Form-Konzept-Assoziators im Aufbau des Modells

In diesem Abschnitt soll der Kontext beschrieben werden, in dem der Form-Konzept-Assoziator seine Funktion ausübt. Es wird eine allgemeine Beschreibung des Modellaufbaus und des beabsichtigten Ablaufs der Simulation gegeben. Die Details des Modells werden weiter in Abschnitt 10.5 spezifiziert.

10.4.1.1 Ausgangssituation In der Ausgangssituation haben die Sprecher wie bisher eine Menge von Formen und eine Menge von Konzepten. Jede Form ist nun aber mit genau einem Konzept assoziiert und jedes Konzept mit genau einer Form. Die Konzepte sind Referenzen auf Gegenstände in der Umgebung der

Sprecher. Das heißt, die Sprecher haben ein Lexikon mit Eigennamen, das keine Synonyme enthält.

Zusätzlich haben die Sprecher eine Menge grammatischer bzw. morphologischer Konzepte, nämlich den nominalen Singular und den nominalen Plural. Auf konzeptueller Ebene können Eigennamen so mit einer Numerusinformation kombiniert werden.

Bei der Markierung des Numerus an den Formen soll gelten, dass die im Lexikon vorhandenen Formen den Singularformen entsprechen. Zur Bildung eines Plurals wird ein Markierungsverfahren angewendet. Im Ausgangszustand der Simulation sollen die Sprecher bereits ein etabliertes Markierungsverfahren für den Plural haben. Es besteht darin, dass an Formen, die auf Vokal enden, das Segment [s] angehängt wird und an Formen, die auf Konsonant enden, die Segmente [es]. Ebenfalls soll gelten, dass dieses Markierungsverfahren noch nicht Resultat der Aktivität des Form-Konzept-Assoziators ist, sondern eine voreingestellte Tatsache, mit der ein sinnvoller Ausgangszustand geschaffen wird. In diesem Ausgangszustand hat der Form-Konzept-Assoziator noch kein Wissen über Markierungsverfahren.

10.4.1.2 Anforderungen an den Simulationsverlauf Zwischen den Sprechern läuft eine Interaktion nach einem ähnlichen Schema ab, wie es in Abschnitt 8.2.1.3 beschrieben wurde. Der genaue Ablauf der Interaktion wird weiter unten in Abschnitt 10.5.2 beschrieben. Hier sollen einige allgemeinere Anforderungen an den Verlauf der Simulation formuliert werden.

Lernphase des Form-Konzept-Assoziators: Im Verlauf der Simulation sollen die Sprecher in ihren Interaktionsrunden mit ihren Form-Konzept-Assoziatoren die produzierten Äußerungen analysieren und Muster herausfinden, durch die sich Singular- und Pluralformen voneinander unterscheiden. Dazu benötigt ein Assoziator eine initiale Lernphase, um die morphologischen Gegebenheiten zu Beginn der Simulation zu analysieren und es wird erwartet, dass mit den beschriebenen

Voreinstellungen das regelmäßigste Muster die Alternanz von [∅] vs. [s] ist, da es prinzipiell an jeder Form beobachtet werden kann.

Abbau des etablierten Ausdruckverfahrens für Plural: Nach dieser Lernphase soll der Prozess phonetischer Veränderung beginnen. Dieser besteht aus mehreren Unterprozessen. Der erste Prozess ist, dass die Pluralmarke [s] zuerst zu [h] geschwächt und schließlich elidiert wird. Befindet sich dieser Prozess im Stadium von [h], welches das Merkmal [+low] hat, soll ein zweiter Prozess stattfinden können, der dieses Merkmal auf den vorhergehenden Silbenkern überträgt. Ferner kann ein dritter Prozess dasselbe Merkmal durch regressive Assimilation auf weitere vorhergehende Silbenkerne übertragen.

Analysetätigkeit des Form-Konzept-Assoziators: Der Form-Konzept-Assoziator soll diese Entwicklung verfolgen und die produzierten Formen kontinuierlich analysieren. Er soll zu jedem Zeitpunkt mindestens eine strukturelle Eigenschaft der gesamten Formenmenge nennen können, die die meisten Formen in ihrem Numerus disambiguiert. Es wird erwartet, dass es sich bei den beschriebenen phonetischen Veränderungen, die sich im Simulationsverlauf vollziehen, um die Öffnungsgraddifferenzierung im wortfinalen Silbenkern und optional in weiteren vorhergehenden Silbenkernen in den Numerusalternanzen handelt. Die vom Assoziator vorgenommene Analyse soll für die Ermittlung des Numerus bei der Perzeption von Äußerungen relevant sein.

Aktive Rolle des Form-Konzept-Assoziators: Bei der beschriebenen Analysetätigkeit des Assoziators handelt es sich um eine passive Rolle. Der Assoziator sollte aber auch in der Lage sein, eine aktive Rolle bei der Bildung von Formen zu spielen. Dies wäre beispielsweise sinnvoll, wenn die phonetische Veränderung in der Simulation so verläuft, dass mit der Elision von finalem [h] die Grundlage für die Öffnung vorhergehender Silbenkerne schwindet. Der Assoziator würde in diesem Fall merken, dass sich Singular- und Pluralformen strukturell nicht mehr unterscheiden, womit auch die Ausdrückbarkeit des Numeruskonzeptes nicht mehr gegeben ist. In diesem Fall könnte der Assoziator das zuletzt erfolgreichste Mar-

kierungsverfahren aktiv in die Formen einführen, die Plural ausdrücken sollen.

10.4.2 Anwendung von Modellierungsprinzipien aus dem gebrauchsbasierten Lexikonmodell

In diesen Abschnitt werden einige relevante Gestaltungsprinzipien des gebrauchsbasierten Lexikonmodells thematisiert und es wird gezeigt, welche dieser Prinzipien hier nicht verwendet werden, welche verwendet werden und welche schon im Ansatz in der Modellsimulation vorhanden sind.

10.4.2.1 Derzeit nicht umsetzbare Prinzipien *Aufhebung der Modularisierung der Grammatik:* Verglichen mit dem theoretischen Anspruch des Lexikonmodells aus Bybee (2001) ist der Komplexitätsgrad des hier entwickelten Modells gering. Das aktuelle Entwurfsstadium erfordert eine klare Trennung in grammatische Komponenten. Eine Aufhebung dieser Grenzen ist hier nicht möglich.

Konsequente Vernetzung: Das Lexikonmodell geht von einer konsequenten Vernetzung sprachlicher Struktur aus, die in hohem Maß plastisch ist. Das heißt, durch den Gebrauch und aus der aktuellen Zusammensetzung aller Forminventare emergiert prinzipiell ständig eine neue Struktur aller sprachlichen Formen. Ferner sollen komplexe Formen mit gleichen strukturellen Elementen in der kognitiven Repräsentation Speicherplatz teilen usw. Um solche Gestaltungsprinzipien umsetzen zu können, wäre ein extensiver Einsatz konnektionistischer Modellierungsmethoden nötig, der über den Rahmen dieser Arbeit hinausgeht, der jedoch als ein Fernziel anvisiert ist. In rudimentärer Form sind aber Ansätze zur Modellierung dieser Prinzipien bereits vorhanden, die weiter unten erklärt werden.

Abstraktionsgrad der kognitiven Repräsentation / Komplexität von kognitiver Repräsentation und Äußerungsderivation: Es wurden bereits einige Vereinfachungen erwähnt, die für die derzeitigen Erstellungsstadien der Modellsimulation eingeführt werden mussten. Um das allgemeine Problem der Kategorisierung jedweder kognitiver Inhalte zu umgehen, wurden Formalismen bevorzugt, die mit

diskreten Kategorien arbeiten, wie beispielsweise auf der phonetischen, der phonematischen und der segmentalen Ebene. Diese Maßnahmen bringen einerseits einen relativ hohen Abstraktionsgrad für kognitive Repräsentationen mit sich. Andererseits, da es auch auf der Ebene der produzierten Äußerungen z.B. keine Repräsentation der Artikulation in kontinuierlichen Größen gibt, besteht im Grunde kein Unterschied zwischen kognitiver und phonetischer Repräsentation, was das Abstraktionsmaß angeht. Daher kann im aktuellen Stadium der Modellsimulation die abstrakte kognitive Repräsentation nicht durch eine konkretere phonetische ersetzt werden. Dies bringt weiterhin mit sich, dass kognitive Repräsentationen auch nicht den Charakter von prozeduralem Sprachwissen haben. Elemente prozeduralen Sprachwissens konzentrieren sich im aktuellen Modell in den Prozessen für Produktion und Perzeption. Dies ordnet das Modell zunächst in die Klasse von Modellen mit vergleichsweise einfacher kognitiver Repräsentation und vergleichsweise komplexer Derivation von Äußerungen ein.

10.4.2.2 Bereits (ansatzweise) vorhandene Prinzipien *Sprache als konventionalisiertes kulturelles Objekt:* Das Prinzip, dass Sprache und sprachliche Strukturen durch den steten Gebrauch der Sprache in der Gemeinschaft gelernt und konventionalisiert werden, illustriert in der hier entwickelten Modellsimulation schon die Emergenz eines homogenen Lexikons, welche in Abschnitt 8.3 beschrieben wurde. Der Emergenzvorgang beruhte dort auf der kontinuierlichen Kommunikation über Gegenstände und die Fähigkeit der Sprecher, neue Bezeichnungen zu lernen, erfolgreiche Bezeichnungen beizubehalten und erfolglose Bezeichnungen zu vergessen.

Dasselbe Prinzip wird nun bei der Organisation der Form-Konzept-Assoziation in der Sprechergemeinschaft angewendet. Die Sprecher sollen bei der Lösung einer ähnlichen kommunikativen Aufgabe gleiche oder ähnliche kognitive Strukturen entwickeln und auch die Dynamik dieser Strukturen soll in der Gemeinschaft homogen sein.

Aktivation: Das für konnektionistische Modellierungstechniken charakteristische Konzept der Aktivation wurde bereits aus der Modellsimulation von de Boer übernommen und in der ersten und zweiten Phase der hier entwickelten Modellsimulation eingesetzt. Es basiert auf der Gebrauchsfrequenz kognitiver Inhalte und auf der Quote ihrer erfolgreichen Verwendung in der Kommunikation. Aber auch andere Arten von Aktivation sind denkbar.

Vernetzung: Mit der Modellierung der Strukturinventare, die in Abschnitt 9.4.2.2 für die zweite Phase des Modells beschrieben wird, sind bereits rudimentäre Ansätze einer Modellierung der Vernetzung kognitiver Inhalte vorhanden. Dort wurde gezeigt, wie sich über die Inventarisierung bestimmter Strukturelemente, in diesem Fall Silbenbestandteile, Relationen zwischen Lexikonformen herstellen lassen. Diese infrastrukturelle Modellkomponente lässt sich beispielsweise zur Realisierung von qualitativen Konzepten wie Assoziation, also die Mitaktivierung von Formen mit gleichen strukturellen Bestandteilen verwenden. Eine quantitative Anwendung wäre die Bestimmung kognitiver Zugänglichkeit für sprachliche Einheiten. Bei der Inventarisierung von Silbenstrukturelementen kann dazu deren jeweilige Anzahl ermittelt und als ein proportionales Maß für kognitive Zugänglichkeit verwendet werden. Diese beiden Anwendungsbeispiele sollen hier hinreichen.

10.4.2.3 Weitere verwendbare Prinzipien *Linguistische Variation:* Gerade bei der hier beabsichtigten Modellierung von phonetischem Wandel bietet es sich an, das Konzept der linguistischen Variation in das Modell aufzunehmen. Die Variable ist in diesem Fall die Menge der Formvarianten, mit denen nominaler Plural angezeigt wird.

Prototypen: Es wird erwartet, dass im Verlauf des Prozesses $[s] > [h] > [\emptyset]$ gleichzeitig mehrere Varianten in der Variablen enthalten sind und dass je nach dem Stadium des Prozesses manche dieser Varianten eine höhere Verwendungsfrequenz haben als andere. Die Kombination des Konzeptes der linguistischen

Variablen mit dem der Aktivierung ergibt also das Konzept des Prototypen. Der Prototyp ist die Variante mit der stärksten Aktivierung bzw. die kognitiv zugänglichste Variante.

Wie die Konzepte der Prototypen und linguistischen Variablen umgesetzt werden, beschreibt Abschnitt 10.5.5.5.

10.5 Details der Modellierung

In Abschnitt 10.4.1 wurde bereits eine Skizze einiger Voraussetzungen und des Ablaufs der Simulation gegeben. Hier sollen Details des Modells spezifiziert werden. Zunächst wird die Beschaffenheit des Lexikons beschrieben, das die Sprecher haben (10.5.1). Dann wird die Interaktion der Sprecher beschrieben (10.5.2). Von dort aus wird auf nachfolgende Abschnitte verwiesen, die detailliert den Aufbau der kognitiven Repräsentation der Pluralmarke und der Prozeduren von Produktion und Perzeption beschreiben.

10.5.1 Aufbau des Lexikons

Ziel der Simulation ist es dieses Mal nicht, ein Lexikon emergieren zu lassen. Stattdessen wird allen Sprechern derselbe Lexikoninhalt vorgegeben. Dazu müssen eine Menge von Objekten, auf die die Sprecher referieren können, und eine Menge von Lexikonformen als Zeichenkörper zur Bildung von Eigennamen für die Objekte bereitgestellt werden. Ferner muss ein Phonemsystem spezifiziert werden, das bei allen Sprechern gleich ist. Diese Form- und Segmentinventare werden in Abschnitt 10.6.1 beschrieben. Da eine Simulation von Sprachwandlungsprozessen in andalusischen Dialekten beabsichtigt ist, könnten bei der Definition des Phonemsystems und der Menge der Lexikonformen empirische Befunde berücksichtigt werden. So könnten Phonologie und Phonotaktik ausgewählter Dialekte imitiert werden. Dies ist aber nicht Ziel des Versuchsaufbaus, der im Folgenden beschrieben wird.

In Abschnitt 8.2.1.2 wurde ein Lexikoneintrag definiert als Assoziation einer Referenz auf einen Gegenstand mit einer Menge von mindestens einer Lexikon-



Abbildung 28: Struktur des Lexikoneintrages

form. Hier soll die Konvention eingeführt werden, dass die Menge der Lexikonformen immer genau eine Lexikonform enthält. Das Konzept des Lexikoneintrages wird ferner erweitert um eine Menge von Oberflächenformen bzw. Matrixrepräsentationen, die mit der Objektreferenz und der Lexikonform assoziiert sind, siehe Abbildung 28. Diese Erweiterung wird die Grundlage für die Realisierung der Konzepte der linguistischen Variablen und des Prototypen sein.

Der Lexikoninhalt ist auf diese Weise zwar vorgegeben und die Sprecher werden im Simulationsverlauf keine neuen Formen erfinden, aber die vorhandenen Lexikonformen können durch die phonetischen Prozesse ihre Gestalt ändern. Das Lexikon enthält ferner keine morphologische Information oder Struktur. Diese Informationen werden getrennt von den Lexikonformen gehalten.

10.5.2 Interaktion

Die Selbstorganisationsaufgabe der Sprecher ist es, die Kommunizierbarkeit der Numerusinformation zu erhalten, trotz der phonetischen Veränderungen, die das zuerst etablierte Pluralisierungsverfahren zerstören. Die folgenden Punkte beschreiben den Ablauf der Interaktion und welche Rolle Initiator und Imitator dabei haben.

Initiator: Wahl von Gegenstand und Partner: Zuerst wählt der Initiator einen Imitator und einen Gegenstand über den kommuniziert werden soll. Es wird zufällig festgelegt, ob der Gegenstand konzeptuell Singular oder Plural repräsen-

tiert bzw. ob eine Äußerung im Singular oder im Plural produziert wird, siehe Abschnitt 10.5.3. Der Initiator hat bereits eine Lexikonform für den Gegenstand, siehe Abschnitt 10.5.1. Die Numerusinformation wird dem Imitator vorenthalten. Da alle Sprecher das gleiche Lexikon haben und anfänglich auch dasselbe Pluralbildungsverfahren, sollte es möglich sein, dass der Imitator aus der Äußerung des Initiators sowohl die Lexikonform als auch die Numerusinformation ableiten kann.

Initiator: Eventuelle Anwendung der Pluralisierung: Der erste Schritt bei der Produktion der Äußerung des Initiators ist die Anwendung des Pluralisierungsverfahrens auf die Lexikonform, wenn der ausgewählte Kommunikationsgegenstand Plural repräsentiert. Repräsentiert er Singular, wird die Lexikonform so, wie sie ist, in den nachfolgenden Produktionsprozess gegeben. Die Pluralisierung ist eine Modifikation der Baumrepräsentation der Form. Sie findet also vor der Übersetzung in die Matrixrepräsentation statt, siehe auch Abschnitt 9.4.3.3. Sie besteht darin, dass an die Segmentkette der Lexikonform weitere Segmente angehängt werden. Endet die Lexikonform auf Konsonant, werden die Segmente /e/ und /s/ angehängt. Endet sie auf Vokal, wird das Segment /s/ angehängt. Die unmodifizierte Singularform oder die modifizierte Pluralform wird in den weiteren Produktionsprozess gegeben.

Initiator: Anwendung der phonetischen Prozesse: Die nächste Phase der Produktion ist die Anwendung der phonetischen Veränderungen auf die sprachliche Form. Abschnitt 10.5.4 beschreibt die Schwächungs- und Koartikulationsprozesse, die angewendet werden. Die Syllabikationsinformation der Form wird abgeleitet, um festzustellen, welche Segmente in Kodaposition stehen. Eine Aspiration kann auf konsonantische nicht nasale kontinuierliche koronale Segmente angewendet werden. Ist eine Aspiration erfolgt, kann der Öffnungsgrad des Silbenkerns erhöht werden. Erfolgt dies, können ebenfalls weitere vorhergehende Silbenkerne geöffnet werden.

Initiator: Aktualisierung der Morphologie: Da die phonetischen Veränderun-

gen erstens mit der Zeit variieren und zweitens auch eine Veränderung am Resultat des Verfahrens der Numerusmarkierung bewirken, muss die kognitive Repräsentation des Konzeptes des nominalen Plurals aktualisiert werden. Abschnitt 10.5.5 beschreibt diese kognitive Repräsentation und ihre Dynamik. Zu dieser Dynamik kann auch eine aktive Rolle des Mechanismus, der die Morphologie analysiert, in der Produktion gehören. Bemerkt der Mechanismus, dass weder das ursprüngliche Markierungsverfahren für den Numerus zu Beginn des Produktionsprozesses noch die nachgeschalteten phonetischen Prozesse eine Differenz zwischen Singular- und Pluralformen einführen, dann soll der Mechanismus aktiv in die Produktion eingreifen und an der Pluralform eine frequente und erfolgreiche Numerusmarkierung anbringen⁸³.

Initiator: Speicherung von Oberflächenformen und phonematische Rückinterpretation: Der Initiator hat für jede Lexikonform je eine linguistische Variable von Äußerungsvarianten der Singular- und der Pluralformen⁸⁴. Diese beiden Variablen werden bei der Produktion neuer Äußerungen aktualisiert. Die Varianten der Variablen besitzen ein Maß für Verwendungsfrequenz und Erfolg, dass dazu dient, aus den Varianten einen Prototypen zu bestimmen, siehe Abschnitt 10.5.5.5. Der Prototyp der Singularvarianten wird dazu verwendet, die phonematische Lexikonform durch phonematische Rückinterpretation zu aktualisieren, siehe Abschnitt 10.5.6.

Imitator: Ableitung von Numerusinformation und Lexikonform: Aus der vom Initiator produzierten Äußerung muss der Imitator die Numerusinformation ableiten und ermitteln, um welche Lexikonform es sich handelt. Zur Ableitung der Numerusinformation benutzt der Hörer mehrere Verfahren, die auf den linguis-

⁸³Diese Eigenschaft ist in der Simulation nicht mehr realisiert. Dennoch wird das, was durch die aktive Rolle der Form-Konzept-Analyse erreicht werden sollte, auf andere Weise erreicht: Mit Singularformen homonyme Pluralformen können sich nicht durchsetzen, da sie in der Kommunikation keinen Erfolg haben, siehe Abschnitt 10.6.2.4 für eine Beschreibung dieses Zusammenhangs.

⁸⁴Akustische Repräsentationen zu speichern ist eine von de Boer benutzte Technik, für die es empirische Evidenz beim Menschen gibt, siehe hier S. 182.

tischen Variablen der Pluralisierungsmuster und der Produktionsvarianten von Singular- und Pluralformen basieren. Die Verfahren sind in eine Reihenfolge gebracht. Ist das erste Verfahren erfolglos, wird das zweite verwendet. Ist das zweite erfolglos, wird das dritte verwendet usw.

- Im ersten Verfahren wird die vom Initiator erhaltene Äußerung als Singularform interpretiert. Sie wird in eine phonemische Form transformiert und mit den vorhandenen phonemischen Lexikonformen verglichen. Kann sie keiner Lexikonform zugeordnet werden, wird das zweite Verfahren benutzt.
- Im zweiten Verfahren wird die erhaltene Äußerung als Singularform interpretiert und mit allen vorhandenen Singular-Produktionsvarianten verglichen. Kann auch hier die Äußerung nicht über eine Produktionsvariante mit einer Lexikonform assoziiert werden, wird das dritte Verfahren verwendet.
- Im dritten Verfahren wird die Äußerung als Pluralform interpretiert. Der Hörer produziert eine Menge von Formen, indem er von der erhaltenen Äußerung alle ihm bekannten Pluralisierungsmuster jeweils subtrahiert. Die resultierenden potenziellen Singularformen werden wie im ersten Verfahren in eine phonemische Form transformiert und mit vorhandenen Lexikonformen verglichen. Kann auch mit diesem Verfahren keine passende Lexikonform gefunden werden, wird das vierte Verfahren eingesetzt.
- Im vierten Verfahren wird die Äußerung als Pluralform interpretiert und analog zum zweiten Verfahren mit allen vorhandenen Plural-Produktionsvarianten verglichen. Kann sie nicht über eine der Varianten mit einer Lexikonform assoziiert werden, wird das fünfte Verfahren verwendet.
- Das fünfte Verfahren ist so konzipiert, dass es in jedem Fall ein positives Ergebnis liefert. Es interpretiert die Äußerung ebenfalls als Pluralform, transformiert sie in eine phonemische Repräsentation und sucht mittels der

in den Abschnitten 9.4.3.2 (siehe “Unterschiede in der Segmentreihenfolge” auf S. 255) und 9.4.6.9 beschriebenen Vergleichsfunktion die ähnlichste vorhandene Lexikonform heraus. Beide Formen werden in Matrixrepräsentationen transformiert um ein Pluralisierungsmuster abzuleiten, das in das entsprechende Inventar aufgenommen wird, wenn es noch nicht vorhanden ist. Dieses Verfahren soll sicherstellen, dass der gesamte Perzeptionsprozess auf jeden Fall eine Lexikonform und einen Numeruswert als Interpretationsergebnis liefert.

Imitator: Reproduktion der Äußerung des Initiators: Auf der Grundlage der ermittelten Lexikonform und des Numerus produziert der Imitator eine Äußerung, auf demselben Weg wie zuvor der Initiator. Im Fall einer Pluralform wird ein Suffix an die Baumrepräsentation angehängt. Diese wird in eine Matrizenrepräsentation transformiert, phonetische Prozesse werden darauf angewendet und die Inventare für Singular- und Plural-Produktionsvarianten sowie für die Pluralisierungsmuster werden aktualisiert.

Initiator: Analyse der Reproduktion: Der Initiator analysiert diese Äußerung auf dieselbe Weise wie der Imitator die ursprüngliche Äußerung. Er erhält also in jedem Fall eine Numerusinformation und assoziiert eine seiner Lexikonformen.

Initiator: Evaluation: Zur Evaluation stellt der Initiator einen einfachen Vergleich an und sieht nach, ob die aus der Äußerung des Imitators abgeleiteten Informationen denen entsprechen, auf deren Grundlage er zu Beginn der Interaktion seine Äußerung produziert hat. Stellt der Initiator eine Übereinstimmung fest, evaluieren Initiator und Imitator jeweils die bei der Produktion involvierten bzw. neu erzeugten Pluralisierungsmuster und Singular- und Plural-Produktionsvarianten positiv. Stimmen die Informationen nicht überein, werden diese Elemente negativ evaluiert. Zur Evaluation siehe auch Abschnitt 10.5.5.5.

10.5.3 Beschaffenheit der Gegenstände

Die Eigenschaften der Gegenstände, die in Abschnitt 8.2.1.1 beschrieben wurden, werden um eine Eigenschaft erweitert. Wird ein Gegenstand ausgewählt, legt der Gegenstand zufallsbasiert fest, ob er das Konzept der Einzahl oder der Mehrzahl verkörpert. Dies ist eine Vereinfachung, die das Numeruskonzept in die Menge der Gegenstände einführt und die simulieren soll, dass Sprecher entweder einen oder mehrere Exemplare eines Gegenstandstyps in ihrer Umgebung vorfinden können. Davon hängt wiederum ab, ob ein Sprecher eine Singular- oder Pluralform als Äußerung produziert. Beide Optionen sollen gleich wahrscheinlich sein.

10.5.4 Phonetische Prozesse, die in der Produktion angewendet werden

Es sollen mehrere phonetische Prozesse modelliert werden, die während der Äußerungsproduktion angewendet werden. Hierzu gehört die Schwächung und Elision von [s], die Koartikulation zwischen [h] und vorhergehendem Vokal und die Koartikulation zwischen Vokalen.

In Kapitel 9 wurden die Voraussetzungen entwickelt, solche phonetischen bzw. materiellen Veränderungen simulieren zu können. Das Modell für Produktion und Perzeption, siehe Abschnitt 9.4.3, konzipiert die Produktion und Perzeption von Äußerungen als derivationale Prozedur. Für den Prozess der Produktion lassen sich analog zu den “rewrite rules” generativer Theorien Regeln spezifizieren, die strukturelle Änderungen an den sprachlichen Formen, sei es in Baum- oder Matrizenrepräsentation, auf der Ebene der phonetischen Merkmale vornehmen. Ebenso erlaubt der Prozess der Perzeption prinzipiell die Weise zu manipulieren, auf die Lexikonformen von Äußerungen abgeleitet werden⁸⁵.

⁸⁵Abschnitt 9.4.3.4 erwähnt, dass im Verlauf des Perzeptionsprozesses bei realen Hörern Effekte wie Assoziation und Dissoziation auftreten können.

10.5.4.1 Schwächung und Elision von [s] Für die Schwächung und Elision von [s] soll gelten, dass sie durch die Physiologie der Artikulation bedingt ist. Sie soll eine Vereinfachung des Artikulationsaufwandes darstellen, also eine Optimierung der Artikulation. Sie ergibt sich somit nicht durch funktionalen Druck, der vom Sprachsystem ausgeübt wird, sondern die Kausalität liegt außerhalb des Systems, führt aber strukturelle Veränderungen in das Sprachsystem ein. Beabsichtigt ist, dass die Optimierung der Artikulation nachteilige Konsequenzen für das Sprachsystem hat, indem die aktuelle Struktur des Morphemsystems in seiner Funktion beeinträchtigt wird. Sie erodiert die nominale Pluralmorphematik und das Sprachsystem muss in irgendeiner Form reagieren, um weiterhin die Ausdrückbarkeit des assoziierten Konzeptes “nominaler Plural” zu gewährleisten.

Der Prozess $[s] > [h]$ stellt eine Schwächung dar. Eine Grundlage für die Modellierung dieses Prozesses wäre eine Schwächungsfunktion, die beispielsweise Folgendes tut:

$$\text{schwächen } ([s]) \rightarrow [h]$$

Eine solche Funktion würde in das Inventar der generischen Elemente der Simulationsinfrastruktur gehören, die in Kapitel 9 entworfen worden sind, aber sie wurde dort nicht berücksichtigt. Eine generelle Schwächungsfunktion, die ein beliebiges Segment nimmt und eine geschwächte Variante davon ausgibt, würde zunächst eine robuste Definition des Begriffs der Schwächung erfordern, siehe Abschnitt 2.1. Bedingt durch die verwendeten Formalismen für die Repräsentation der Segmente wäre zudem für jeden Segmenttyp eine individuelle, schwer generalisierbare Manipulation von Baum- bzw. Matrizenrepräsentation nötig. Aus diesen Gründen wird für den aktuellen Versuchsaufbau keine solche Funktion nachgeliefert. Stattdessen werden die Transformationen $[s] > [h]$ und $[h] > [\emptyset]$ als spezifische Manipulationen der entsprechenden Segmentrepräsentationen umgesetzt.

In seiner derzeitigen Erstellungsphase hat das hier entwickelte Modell jedoch Nachteile für die Simulation solcher phonetischen Veränderungen. Die Artikula-

tion ist in diskreten Kategorien repräsentiert, was unerwünschte Komplikationen bei der Modellierung einfacher Prozesse wie $[s] > [h]$ mit sich bringt. In Ansätzen, die Artikulation nicht durch diskrete, sondern durch skalare Größen repräsentieren, wie z.B. Browman & Goldstein (1992), wäre dieser Prozess einfach durch die Verminderung des Wertes einer der Variablen modellierbar, die die Artikulation von $[s]$ dort repräsentieren, nämlich des Grades der Engebildung des entsprechenden Artikulators am entsprechenden Artikulationsort. Da der Grad der Engebildung eine skalare Größe ist, könnte in jenem Ansatz auch der Prozess $[s] > [h]$ in seiner Kontinuität modelliert werden⁸⁶. In der derzeitigen Phase meines Modells muss er hingegen auf der Basis eines diskreten Sprunges modelliert werden, was weniger realistisch ist. Da das Simulationsziel in diesem Kapitel jedoch nicht phonetische Veränderungen in ihrer Kontinuität sind, sondern die Interaktion zwischen Veränderungen der Lautsubstanz und der Organisation kognitiver Strukturen, kann diese Schwäche des Modells hier vernachlässigt werden.

Andererseits könnte man mit dem diskreten Modell Prozesse, die beispielsweise Grimms Gesetze des Lautwandels beschreiben, als mehrstufige Prozesse modellieren, wie der vom Proto-Indoeuropäischen ausgehende Prozess: $[bh] > [b] > [p] > [f]$, in den germanischen Sprachen. Der Prozess $[s] > [h]$ hat jedoch in dem hier entwickelten Modell keine Zwischenstufen. Somit stellt sich das Problem, wie man den Prozess gestaltet, sodass dennoch in irgendeiner Form ein kontinuierlicher Übergang zwischen beiden Stadien stattfindet.

Eine mögliche Lösung ist eine quantitative Modellierung, die auf der Manipulation der Gebrauchsfrequenzen von Varianten einer linguistischen Variablen basiert. In Abschnitt 2.1.1 wurde bereits erwähnt, dass es andalusische Dialekte gibt, in denen alle Varianten der Schwächung, von der vollen Realisierung von $[s]$ bis zu seiner vollständigen Elision, vorkommen. Stellt man nun eine linguistische Variable mit den Varianten $[s]$, $[h]$, und $[\emptyset]$ zusammen, so kann ein kontinuierlicher

⁸⁶Warum dieser Ansatz in dieser Arbeit nicht verwendet werden kann, wurde bereits zu Beginn von Kapitel 9 begründet.

Verlauf des Schwächungsprozesses modelliert werden, indem man die Gebrauchsfrequenzen der Varianten manipuliert. Man lässt, in geeigneter Weise konzertiert, die Realisierung von [s] stetig abnehmen, die Realisierung von [h] erst zu-, dann wieder abnehmen und die Realisierung von [∅] stetig zunehmen. Konkret wäre damit dieser Übergang eine Funktion der Zeit bzw. des Fortschritts der kollektiven Interaktion.

In Abschnitt 10.3.2, S. 329 wurde auf den Zusammenhang von Gebrauchsfrequenz von Formen und ihrer Veränderlichkeit hingewiesen. Hochfrequente Formen behalten Unregelmäßigkeiten bei und werden häufig verkürzt. Da die Elision von /s/ in der Silbenkoda eine Verkürzung ist, wäre es plausibel, dass sie in der Modellierung bei höherfrequenten Formen eher stattfindet als bei niederfrequenten. Das bedeutet, dass die Verwendungsfrequenz der Formen gezählt werden muss. Jede Form erhält also einen Zähler, der bei jeder Verwendung inkrementiert wird. Die Übergänge in der Verwendung der Varianten [s], [h] und [∅] muss also auf solchen Frequenzen basieren.

Die erwähnte Konzertierung der Übergänge kann mit folgenden einfachen Mitteln erreicht werden: Mit der Verwendungsfrequenz der Form, die modifiziert werden soll, mit einem Zufallsgenerator basierend auf einer Normaldistribution und zwei fiktiven Grenzwerten. Man nimmt zwei Grenzwerte m und n , wobei $n > m$ und beispielsweise $n = 2m$. Ferner erzeugt man einen Wert v aus der Summe der Verwendungsfrequenz f der Form und einer Zufallszahl r aus einer Normaldistribution mit dem Bereich $[0, m]$. Der Wert v steigt also im Verlauf der Simulation an, je häufiger die Formen verwendet werden, und schwankt im Bereich $[v, v + m]$. Nun sagt man: Wenn $v \leq m$, dann soll die Form nicht verändert werden. Wenn $m < v \leq n$, dann soll [s] zu [h] werden. Wenn $v > n$, dann soll das Segment elidiert werden.

Zwar ist finales [s] die zu Beginn etablierte Pluralmarke, aber das Segment kann auch am Ende von Singularformen vorkommen. Der Schwächungsprozess soll prinzipiell auf alle Formen angewendet werden, die auf [s] enden. Dies gilt

auch für die im Folgenden beschriebenen Koartikulationsprozesse.

10.5.4.2 Koartikulation zwischen [h] und vorhergehendem Silbenkern

Ebenso wie die Schwächung von [s] werden die Koartikulationsprozesse als spezifische Manipulationen an Segmenten umgesetzt. Das in Abschnitt 9.4.4.3 beschriebene Lautsystem, siehe auch Tabelle 3 auf S. 281, spezifiziert Matrixrepräsentationen für die Laute [a, E, e, i, O, o, u]. Die Öffnungsgradmodifikationen, die mit dieser Kategorisierung des Vokalraumes möglich sind, sind [i] > [e], [e] > [E], [E] > [a] sowie [u] > [o], [o] > [O], [O] > [a]. Diese Modifikationen sollen aus der Koartikulation mit [h], dem Schwächungsprodukt von [s], hervorgehen. Die Umsetzung dieser Koartikulationsprozesse wäre am einfachsten mit ad hoc Transformationsregeln zu realisieren wie z.B. “Wenn [e] vor [h], dann [e] zu [E].” usw. Allerdings wäre es wünschenswert, diese Prozesse so weit es geht auf die interne Struktur der beteiligten Segmente zurückzuführen. Plausibel wäre in diesem Zusammenhang die Übertragung des Merkmals [+low] von [h] auf das vorhergehende vokalische Segment.

Von der Seite der vokalischen Segmente müssten folgende Manipulationen an den Merkmalswerten vorgenommen werden, um die genannten Öffnungsgradmodifikationen umzusetzen:

$$[i] > [e], [u] > [o] \text{ — } [+high] > [-high]$$

$$[e] > [E], [o] > [O] \text{ — } [-low] > [+low]$$

$$[E] > [a] \text{ — } [-back] > [+back]$$

$$[O] > [a] \text{ — } [+lab] > [-lab]$$

Man sieht, dass die Öffnungen von [e] und [o] sich als regressive Assimilation des Merkmals [+low] realisieren lassen. Leider ist dies bei den übrigen vokalischen Segmenten nicht in dieser direkten Form möglich. Bei [i] und [u] führt

die Übertragung von [+low] zu einer nicht im Formalismus vorgesehenen Merkmalskombination, nämlich [+high, +low]. Die Segmente [E] und [O] sind bereits [+low], sodass damit keine Änderung bewirkt werden kann.

Eine Möglichkeit, diesen Problemen teilweise zu begegnen, wäre, eine Öffnung von [E] und [O] von vornherein auszuschließen. In Versuchsanordnungen, wo die Phoneme /E/ und /O/ nicht im festgelegten Phonemsystem vorkommen und daher auch bei einer unmittelbaren Transformation von Phonemen und Lauten nicht in den Matrixrepräsentationen vorkommen, wäre diese Einschränkung plausibel. Wenn aber im Versuchsaufbau eine phonemische Rückinterpretation von hochfrequenten Äußerungen zu Lexikonformen vorgesehen wird, siehe Abschnitt 10.5.6, dann sollten diese Öffnungsprozesse prinzipiell möglich sein. Eine Öffnung von [i] und [u] auszuschließen, wäre unplausibel. Daher sollten Transformationsregeln formuliert werden, die die spezifischen Segmente überführen und sie dabei mittels interner Eigenschaften identifizieren. Geeignete Transformationsregeln sind also:

$$[-\text{cons}, +\text{high}] > [-\text{high}] / -[+\text{low}]\#$$

$$[-\text{cons}, -\text{high}, -\text{low}] > [+low] / -[+\text{low}]\#$$

$$[-\text{cons}, -\text{high}, +\text{low}, -\text{lab}] > [+back] / -[+\text{low}]\#$$

$$[-\text{cons}, -\text{high}, +\text{low}, +\text{lab}] > [-\text{lab}] / -[+\text{low}]\#$$

Diese Regeln werden nicht kategorisch, sondern mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit angewendet, siehe Abschnitte 10.6.1 und 10.6.2.3.

10.5.4.3 Koartikulation zwischen benachbarten Silbenkernen Die Koartikulation zwischen zwei vokalischen Segmenten, die zu einer Öffnung des weiter vorn stehenden Segmentes führt, kann auf mehrere Weisen modelliert werden.

Die Koartikulation kann als regressive Assimilation des Merkmals [+low] zwischen Vokalen modelliert werden. Das Merkmal kommt in den Segmenten [a, E,

O] vor. Die Fälle, in denen unter diesen Voraussetzungen eine Koartikulation stattfinden kann, können wie folgt klassifiziert werden.

- Erstens, wenn im Verlauf des Produktionsprozesses in der finalen Silbe bereits eine Schwächung von finalem [s] zu [h] stattgefunden hat und in der Folge eine Koartikulation zwischen dem Produkt der Schwächung und dem Silbenkern stattgefunden hat und der resultierende Silbenkern [a], [E] oder [O] ist.
- Zweitens kann das Segment [a], und je nach Zusammensetzung des Phonemsystems eventuell zusätzlich auch die Segmente [E, O], in jeder beliebigen Silbe originaler Lexikonformen vorkommen und somit ebenfalls eine Koartikulation auslösen.
- Drittens können die Segmente [E] und [O] durch phonematische Rückinterpretation in Lexikonformen gelangen und ebenso wie [a] im zweiten Fall eine Koartikulation in beliebigen Silben auslösen, siehe Abschnitt 10.5.6. Wird die Koartikulation also als regressive Assimilation des Merkmals [+low] modelliert und werden die oben spezifizierten Regeln in nicht finalen Kontext (-[+low]) angewendet, dann ist das Stattfinden der Koartikulation nicht in jedem Fall an den Schwächungsprozess des finalen [s] gebunden.

Eine Alternative zu dieser Möglichkeit ist es, die Öffnung von Vokalen in nicht finalen Silben konzeptionell von der Schwächung des finalen [s] abhängig zu machen. Eine Modellierung, die konzeptionell unabhängig vom Merkmal [+low] ist, kann so aussehen, dass eine Assimilation zwischen Vokalen nur stattfindet, wenn im aktuellen Produktionsprozess schon eine Assimilation in der finalen Silbe derselben Form zwischen [h] und dem vorhergehenden Vokal stattgefunden hat. Die Koartikulation ist in diesem Fall auf Formen beschränkt, die erstens finales [s] haben und es zweitens zu [h] geschwächt haben. Der Koartikulation zwischen Vokalen muss somit eine Koartikulation zwischen dem Silbenkern und

dem finalen [h] vorausgegangen sein. Der wiederum muss die Schwächung von [s] vorausgegangen sein. Um eine größere Variationsbreite von Äußerungen bei der Produktion zu haben, kann die Fortpflanzung der Koartikulation in jedem Schritt mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit erfolgen. Die Wahrscheinlichkeit einer Vokalöffnung in einer bestimmten Silbe sinkt also mit dem Abstand der Silbe vom Wortende.

Auch eine Mischlösung ist denkbar, das heißt, die Koartikulation wird konzeptionell sowohl vom Merkmal [+low] als auch vom Auftreten einer Schwächung von finalem [s] abhängig gemacht. Das Merkmal [+low] wird übertragen, aber nur, wenn es eine Konsequenz der Schwächung von finalem [s] ist.

Eine weitere Alternative, die schließlich implementiert wurde, ist eine Rückpropagation von einem Segment zum vorhergehenden. Sie findet in jedem Fall statt, wenn es sich um Silbenkerne mit demselben Öffnungsgrad handelt. Bei ungleichem Öffnungsgrad findet eine Öffnung von geschlossenen Vokalen mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/3$ statt, bei mittleren Vokalen mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/2$ und bei offeneren gar nicht. Für zwei benachbarte Segmente setzt eine Modifikation links eine Modifikation recht voraus. Der links stehende Silbenkern wird im Fall einer Öffnung um einen Grad geöffnet.

10.5.5 Kognitive Repräsentation der Morphologie

In Abschnitt 10.4.1 wurde bereits festgelegt, dass das zu Beginn der Simulation etablierte Pluralisierungsverfahren (Lexikonform + /s/ bzw. /es/) nicht Resultat der Funktion des Form-Konzept-Assoziators, sondern unabhängig davon voreingestellt ist. Der Form-Konzept-Assoziator selbst benötigt keine Voreinstellung, da die Pluralisierungsmuster zu Beginn sehr regelmäßig sind und schnell gelernt werden können. Dies gilt sowohl für die Initiatoren bei der Produktion als auch für die Imitatoren bei der Perzeption. Der Form-Konzept-Assoziator soll die voreingestellte Morphologie also in der ersten Phase des Simulationsverlaufes lernen. Es ist gewährleistet, dass das voreingestellte Numerusmarkierungsverfahren effizient ist

und vom Form-Konzept-Assoziator erkannt werden kann. Die in Abschnitt 10.5.4 beschriebenen phonetischen Prozesse sollen die voreingestellte Numerusmarkierung im Verlauf der Simulation stören. Aufgabe der Form-Konzept-Assoziation der einzelnen Sprecher ist es, eine Numerusmarkierung aufrecht zu erhalten und dabei ein möglichst effizientes Ersatzverfahren einzurichten, wobei auf strukturelle Eigenschaften der sprachlichen Formen zurückgegriffen werden soll, durch die sich produzierte Singular- und Pluralformen unterscheiden. Auf der Ebene der gesamten Sprachgemeinschaft soll sich ferner ein einheitliches Verfahren der Numerusmarkierung etablieren, und zwar als Resultat der Interaktion, das heißt, durch den Versuch der Sprecher, sich erfolgreich über die Numerusinformation der Äußerungen zu verständigen⁸⁷.

10.5.5.1 Anforderung von der Seite der gebrauchsbasierten Lexikontheorie In Abschnitt 10.3.2, S. 326, wurde folgende Anforderung an eine kognitive Repräsentation von Morphemen formuliert. Es soll eine kognitive Repräsentation entwickelt werden, die weder eine strukturelle Eigenschaft ist, die den Lexikonformen inhärent ist, noch soll es sich um eine Entität handeln, die unabhängig von den Lexikonformen existiert.

Diese Anforderungen klingen widersprüchlich, denn wenn strukturelle Eigenschaften nicht zu den Formen selbst gehören aber auch keine eigene Existenz getrennt von den Formen haben, wie sind sie dann repräsentiert? Wenn sie nur an einzelnen Formen markiert werden, verliert man die Möglichkeit der Generalisierung, zu sagen, dass eine bestimmte strukturelle Eigenschaft die Eigenschaft einer ganzen Klasse von Formen ist. Wenn man ihr eine eigene Existenz einräumt, z.B. als separates Pluralmorphem, muss dafür gesorgt werden, dass sie in einer ständig aktualisierten Beziehung zu den Formen steht, die sie enthalten. Ansonsten kann

⁸⁷Die Sprecher sollen sich nicht durch Metakommunikation über den Numerus verständigen, sondern die Erkennung von Numerusinformation und Bedeutung (Referenz auf Gegenstand) jeweils durch Imitator und Initiator sind Voraussetzung für den Erfolg der Kommunikation. Erfolgreiche Kommunikation wird nonverbal, nicht durch Metakommunikation signalisiert.

es in einem kognitiven System zu Inkonsistenzen kommen, wenn beispielsweise einerseits ein Pluralmorphem $[-s]$ seine eigene Existenz hat, aber andererseits die Formen die es enthalten, die Veränderung $[-s] > [-h] > [\emptyset]$ vollziehen, ohne dass dies Konsequenzen für das autonome Morphem hat, sodass letztendlich im System ein Morphem existiert, das in gar keiner Form mehr vorkommt. Allgemein formuliert muss es sich bei der kognitiven Repräsentation zwar um eine Entität handeln, die getrennt von den Lexikonformen existiert, aber es darf sich nicht um eine statische Entität handeln, die in keiner Relation zu den Eigenschaften der Lexikonformen steht. Stattdessen muss sie dynamischen Charakter haben und ständig die strukturellen Eigenschaften der Lexikonformen reflektieren. Sie muss eine Generalisierung der jeweils aktuellen Morphologie sein.

Eine Lösung für dieses Problem wäre folgende einfache Modellierung für eine Pluralmarke. Getrennt von den Lexikonformen existiert nicht ein Pluralmorphem, sondern das Konzept des nominalen Plurals. Dessen getrennte Existenz bzw. kognitive Repräsentation anzunehmen, ist plausibel, da es ja im Sprachsystem verwendet wird. Die Aufgabe des Form-Konzept-Assoziators besteht darin, dieses Konzept mit erfolgreichen und frequenten strukturellen Differenzen in Numerusalternanzen bzw. mit Gemeinsamkeiten von pluralisierten Lexikonformen zu relationieren. Mit dieser Modellierung lässt sich prinzipiell die Verfahrenshierarchie von Villena, siehe Abschnitt 4.3.3 umsetzen und die Form-Konzept-Assoziation aus dem vorläufigen Modell, siehe Abschnitt 5.1.8.1. Vereinfacht gesagt also durch die Beschreibung von Relationen zwischen strukturellen Eigenschaften von Formen und mentalen Konzepten. Eine solche Lösung ermöglicht prinzipiell auch das im gebrauchsbasierten Lexikonmodell enthaltene Konzept der Generalisierung von Formeigenschaften auf mehreren Ebenen⁸⁸, siehe Abschnitt 10.3.2, S. 327.

⁸⁸Es wird sich vermutlich zeigen, dass sich ohne elaboriertere konnektionistische Modellierungstechniken solche Dinge nicht überzeugend realisieren lassen. Dennoch sollen die Ansätze illustriert werden und Richtungen für die Modellierung weiterer Aspekte aufgezeigt werden, die über diese Arbeit hinausgehen.

10.5.5.2 Geplante Arbeitsweisen der Form-Konzept-Assoziation Die Form-Konzept-Assoziation soll prinzipiell passive und aktive Rollen in der Produktion und Perzeption spielen können. Der aktuelle Stand der Simulation implementiert jedoch nicht die aktive Rolle in der Produktion und führt ferner einige Vereinfachungen ein. Trotzdem wird sich zeigen, dass die Simulation das erwartete Verhalten auch ohne die aktive Rolle der Form-Konzept-Assoziation erzeugen kann, siehe weiter unten, Abschnitt 10.6.2.4.

Passive Rolle in der Produktion: Die passive Rolle der Form-Konzept-Assoziation in der Produktion besteht in der strukturellen Analyse von produzierten Pluralformen und ihres Singular-Gegenstücks. Es sollen die strukturellen Eigenschaften ermittelt werden, durch die sich das Formenpaar unterscheidet. Benötigt wird also eine Funktion, die die strukturelle Differenz bzw. Distanz der Formen als ein Merkmalsmuster ableitet. Das Muster wird als Typ in einer Liste archiviert und erhält Zähler für seine Verwendungsfrequenz und für seine erfolgreichen Verwendungen. Diese Zähler dienen der Berechnung von Aktivations- und Erfolgsmaß. Während der Produktion wird also eine Rangordnung vorkommender Differenzmuster gebildet, die nach Verwendungsfrequenz oder Erfolg geordnet werden kann. Mit dem Fortschreiten der in der Produktion implementierten phonetischen Prozesse werden neue Muster in die Rangfolge aufgenommen und alte Muster daraus entfernt, wenn diese nicht mehr erfolgreich verwendet werden können⁸⁹.

Passive Rolle in der Perzeption: Während der Perzeption kann die aufgestellte Rangfolge der Differenzmuster als Grundlage zur Ableitung der Numerusinformation aus den wahrgenommenen Äußerungen dienen, für die Fälle, in

⁸⁹In der aktuellen Implementierung der Simulation sind Pluralisierungsmuster teilweise formenspezifisch, z.B. indem sie nur auf Formen einer bestimmten Länge oder Silbenstruktur angewendet werden können oder auf Formen, die bestimmte Kombinationen von Vokalen enthalten. Ferner werden alle Muster in einem generellen Inventar gespeichert. Aus diesen Gründen können in der aktuellen Simulation nicht auf sinnvolle Weise die Konzepte einer linguistischen Variablen und von Prototypen für Pluralisierungsmuster umgesetzt werden. Dies wäre nur mit Mustern möglich, die auf alle Formen angewendet werden können, oder durch die Einrichtung formenspezifischer Inventare für Pluralisierungsmuster.

denen der Hörer eine Äußerung als Pluralform interpretiert. Dabei versucht der Hörer, von der Äußerung Differenzmuster aus seiner Rangfolge zu subtrahieren, um hypothetische Singularformen zu produzieren. Begonnen wird mit dem erfolgreichsten bzw. frequentesten Muster. Ist das Resultat als Singularform bzw. als Lexikonform nicht erfolgreich, werden weniger frequente bzw. erfolgreiche Muster ausprobiert⁹⁰.

Aktive Rolle in der Perzeption: Kann der Hörer die Äußerung weder als Singularform noch als eine mögliche Pluralform identifizieren, fasst er die Äußerung als eine Pluralform auf, die nach einem ihm nicht bekannten Pluralisierungsverfahren gebildet wurde. Die Form-Konzept-Assoziation spielt dann auf folgende Weise eine aktive Rolle in der Perzeption. Der Hörer sucht die zur Äußerung ähnlichste Lexikonform als hypothetische korrespondierende Singularform heraus, leitet die Differenz zwischen beiden Formen ab und nimmt sie in seine Differenzenliste auf⁹¹.

Aktive Rolle in der Produktion: Die Form-Konzept-Assoziation sollte auch eine aktive Rolle in der Produktion haben können. Bemerkt die Einheit, dass die Differenz zwischen Singular- und Pluralformen perzeptuell zu gering wird, so soll sie aktiv bei der Produktion von Pluralformen mitwirken. Dabei addiert sie zu der korrespondierenden Singularform ein passendes erfolgreiches bzw. frequentes Differenzmuster, das das Kriterium der minimalen perzeptuellen Differenz zwischen Singular- und Pluralformen erfüllt⁹².

Anforderungen: Benötigt werden also:

⁹⁰Wie bereits in Abschnitt 10.5.2 beschrieben, wird in der aktuellen Simulation ein vereinfachtes Verfahren eingesetzt, bei dem aus einer Äußerung und allen vorhandenen Pluralisierungsmustern eine Menge hypothetischer Singularformen erzeugt werden, die mit vorhandenen Lexikonformen verglichen werden. Nicht assoziierbare hypothetische Formen werden einfach verworfen.

⁹¹Diese Funktion ist Teil der aktuellen Implementierung, siehe oben Abschnitt 10.5.2.

⁹²Diese Funktion ist nicht Teil der aktuellen Implementierung. Die Funktion wäre ein notwendiger Bestandteil der Simulation, wenn bei der Produktion von Äußerungen entstehende Homonyme reduziert werden müssten. Weiter unten wird erklärt, wie das System der Prototypen von Produktionsvarianten die Entstehung von Homonymie von vornherein verhindert.

- Eine Funktion zur Differenzbildung von Numerusalternanzen,
- eine Funktion zur Subtraktion von Differenzmustern von Formen,
- eine Funktion zur Addition von Differenzmustern zu Formen,
- eine Funktion zur Bestimmung perzeptueller Differenz und
- die Festlegung der minimalen perzeptuellen Differenz durch die sich zwei Formen unterscheiden müssen.

Die ersten drei Funktionen werden in den folgenden Abschnitten entworfen. Zur Bestimmung perzeptueller Differenzen können Funktionen zur Hilfe genommen werden, die schon in Abschnitt 9.4.3.2 ausgearbeitet wurden. Die minimale perzeptuelle Differenz sollte als variabler Parameter in der Simulation eingestellt werden können.

10.5.5.3 Differenzfunktion Man kann davon ausgehen, dass sich mit dem voreingestellten Pluralisierungsverfahren Längenunterschiede bei den Segmentketten der Singular- und Pluralformen ergeben. Daher muss die Differenzfunktion zuerst die zu vergleichenden Formen alignieren. Das Alignierungsverfahren legt die beiden Segmentketten so aneinander, dass die Menge der übereinstimmenden Segmente maximiert wird, siehe Tabelle 6, wo als fiktive Singular- und Pluralformen je “GAGAS” und “GAGASES” gegeneinander verschoben werden und die linke Spalte die Anzahl der übereinstimmenden Segmente zeigt⁹³.

Die Mustertextaktion muss dann erstens abbilden, durch wieviele und welche Segmente sich beide Formen in ihrer Segmentzahl unterscheiden. Zweitens müssen Unterschiede in vorhandenen Merkmalen und ihren Werten in den korrespondierenden Segmenten abgebildet werden. Eine einfache Methode ist es,

⁹³Verschiebt man beispielsweise “BABBAB” und “BABABA” gegeneinander, so kommt in mehreren Konfigurationen ein Maximum übereinstimmender Segmente vor. Da die voreingestellte Morphologie im aktuellen Modell nach dem Muster ‘Lexem+Morphem’ aufgebaut ist, sollte der Alignierungsalgorithmus im Fall mehrerer Maxima solche Positionierungen vorziehen, in denen die linken Enden der Segmentketten möglichst nahe beieinander sind.

Übereinstimmungen	Segmentpositionen										
5	G	A	G	A	S	E	S				
0	G	A	G	A	S						
3		G	A	G	A	S					
0			G	A	G	A	S				
0				G	A	G	A	S			
0					G	A	G	A	S		
0						G	A	G	A	S	
0							G	A	G	A	S

Tabelle 6: Alignierung von Segmentketten

	1	2	3	4	5
Sing.	a	b	a	t	
Plur.		b	E	d	a
Diff.	-[a]		[-back]	[+voiced]	+[a]

Tabelle 7: Bildung eines Differenzmusters

die Differenzbildung auf Matrixrepräsentationen von Segmentketten anzuwenden. Das Differenzmuster soll als Anweisung verstanden werden, eine Singularform in eine Pluralform zu überführen. Das Muster ist dabei selbst eine Segmentkette in Matrixrepräsentation. Die Segmente des Differenzmusters können drei Operationen bezeichnen, nämlich ein Segment zu entfernen, ein Segment hinzuzufügen und ein Segment zu modifizieren.

Tabelle 7 gibt ein Beispiel. Das Differenzmuster hat immer so viele Segmente, wie die beiden alignierten Formen horizontal einnehmen. In diesem Beispiel also fünf. In der ersten Position enthält das Muster eine Anweisung, das Segment [a] bei der Überführung von der Singular- in die Pluralform zu löschen. Die zweite Position ist leer, was bedeutet, dass das Segment so belassen werden soll, wie es ist. In der dritten und vierten Position werden Merkmale mit Werten angegeben, die geändert werden müssen und in der fünften Position wird ein vollständiges Segment eingefügt, wo vorher keines war. '[a]' soll hier, wie im Fall von Position 1, eine Abkürzung für alle Merkmale und Merkmalswerte der Matrixrepräsentation

von [a] sein⁹⁴.

10.5.5.4 Anwendung von Differenzmustern Hat der Sprecher bei der Perzeption die Hypothese, dass er eine Pluralform wahrnimmt, wendet er vorhandene Muster an, um entsprechende Singularformen herzustellen. Eine weitere Anwendung solcher Muster ist die Bildung von Pluralformen, wenn der Sprecher bei der Produktion merkt, dass die mit einem anderen Verfahren erstellte Pluralform sich von der Singularform nicht hinreichend unterscheidet.

Subtraktion eines Musters von einer Form: Differenzmuster können von der Matrixrepräsentation einer Äußerung subtrahiert werden. Dazu werden die Vorzeichen im Differenzmuster umgekehrt und das Muster als Anweisung verstanden, wie man z.B. aus einer Pluralform eine Singularform herstellt⁹⁵. In Tabelle 7 hieße dies, dass vor dem ersten Segment der Pluralform ein [a] eingefügt wird, dass das erste Segment nicht verändert wird, dass das zweite [+back] wird, dass das dritte [-voiced] wird und dass das vierte Segment entfernt wird.

Addition eines Musters zu einer Form: Auf dieselbe Weise kann ein Differenzmuster beispielsweise zu einer Singularform addiert werden. In Tabelle 7 hieße dies, dass das erste Segment der Singularform entfernt wird, dass das zweite nicht verändert wird usw.

10.5.5.5 Prototypen und linguistische Variablen Drei Typen linguistischer Variablen sind geplant. Einerseits soll jeder Sprecher eine generelle Variable mit Pluralisierungsmustern⁹⁶ haben. Andererseits soll jede Lexikonform, die ein Sprecher hat, mit einer eigenen Variablen für Singularvarianten und einer eigenen

⁹⁴Alignierungs- und Differenzfunktion haben eine Implementierung in der aktuellen Simulation.

⁹⁵Auch die zu verändernde Form und das Differenzmuster müssen zuerst aligniert werden. Es wird vorausgesetzt, dass Hinzufügen und Löschen ganzer Segmente nur an den Rändern vorkommt. So ist die Alignierung leicht operationalisierbar. (Eine Vereinfachung, die in der Implementierung vorgenommen wurde, ist, dass Muster und Form linksbündig aligniert werden und dass das Muster nicht kürzer als die Form sein darf.)

⁹⁶Mit der bereits genannten Einschränkung, dass im aktuellen Zustand des Modells die Pluralisierungsmuster nicht zur Herausbildung von Prototypen geeignet sind.

Variablen für Pluralvarianten assoziiert werden. Weiter oben in Abschnitt 10.4.2 wurde bereits erwähnt, dass Prototypen kognitiver Inhalte mit den Konzepten der linguistischen Variablen und der Aktivierung umgesetzt werden können. Ein Prototyp ist das am stärksten aktivierte Element einer linguistischen Variablen.

Während der Produktion und Perzeption inventarisieren die Sprecher in diesen drei Typen von Variablen Pluralisierungsmuster und Produktionsvarianten von Singular- und Pluralformen. Am Ende jeder Interaktion zweier Sprecher werden diejenigen Elemente dieser Inventare evaluiert, die an den Produktionsprozessen beteiligt gewesen sind. In jedem Fall werden die Frequenzzähler der Elemente erhöht, also sowohl bei positiver wie bei negativer Evaluation. Bei positiver Evaluation werden zusätzlich die Zähler für erfolgreiche Verwendung erhöht. Die kognitive Aktivierung der Elemente kann so aus dem Quotienten mit den erfolgreichen Verwendungen im Zähler und der Gesamtzahl der Verwendungen im Nenner bestimmt werden. Prinzipiell kann so jederzeit das prototypische Verfahren der Pluralisierung bestimmt werden und ferner zu jeder Lexikonform eine prototypische Realisierung ihrer Singular- und Pluralvariante.

10.5.6 Phonematische Rückinterpretation von Äußerungen

Mit den bisher eingeführten Mitteln kann ein weiteres Konzept aus der Theorie des gebrauchsbasierten Lexikons tendenziell realisiert werden, nämlich die Komplexität der kognitiven Repräsentation sprachlicher Einheiten bei vergleichsweise Einfachheit der Derivation von Äußerungen, siehe Abschnitt 10.3.2, S. 324. Das bisher beschriebene Produktionsverfahren wendet eine Reihe von Regeln auf eine Form an, um phonetische Veränderungen einzuführen. Je mehr Regeln angewendet werden, desto näher kommt das Produktionsverfahren dem Konzept einfacher kognitiver Repräsentation und komplexer Derivation. Eine Möglichkeit, diesen Trend zu verhindern, ist es, Äußerungen, die sich durch die vorgenommenen Änderungen deutlich von den Lexikonformen unterscheiden, phonematisch rückzuinterpretieren.

Umgesetzt werden kann dies ebenfalls mit dem Konzept der linguistischen Variablen, nämlich indem in bestimmten Abständen die prototypische Singular-Produktionsvariante einer Lexikonform phonemisch rückinterpretiert und mit der Lexikonform verglichen wird. Ist die prototypische Produktionsvariante hinreichend verschieden von der Lexikonform, wird diese durch die Rückinterpretation ersetzt⁹⁷.

Dieses Verfahren führt dazu, dass bei der Produktion eingeführte phonetische Veränderungen eine kognitive Persistenz erhalten. Außerdem wird die strukturelle Distanz zwischen Lexikonformen und produzierten Äußerungen gering gehalten. Das Modell nähert sich auf diese Weise an die Organisationsprinzipien des Modells des gebrauchsbasierten Lexikons an. Für den Produktionsprozess des aktuellen Modells bedeutet dies, dass nicht die gesamte Menge der Transformationsregeln auf die Lexikonform angewendet werden muss, um die Äußerung zu produzieren. Stattdessen werden auf die aktualisierte Lexikonform nur diejenigen Regeln angewendet, deren strukturelle Beschreibung auf die Lexikonform zutrifft.

10.6 Simulationsverlauf

Hier wird ein konkreter Versuchsaufbau vorgestellt, bei dem die bisher beschriebene Implementierung der Modellinfrastruktur zum Einsatz kommt. In der Ausgangssituation haben alle Sprecher ein identisches Lexikon. Während der Kommunikation laufen durch den Sprachgebrauch Sprachwandelsprozesse ab, die die Realisierung der Lexikoneinträge variieren lassen. Obwohl alle Sprecher ebenfalls eine identische Menge von Produktionsregeln haben, bleibt Spielraum für individuelle Variation in der Produktion von Äußerungen, da die Anwendung der Produktionsregeln zu individuell variierenden Zeitpunkten erfolgen und sich auf

⁹⁷Lexikonform und Produktionsform des Singulars werden hier gleich gesetzt, was eine valide Vereinfachung im Modell ist, wenn man den Ausgangszustand der Simulation voraussetzt, in dem der nominale Singular durch ein Nullmorphem repräsentiert ist. Werden im Simulationsverlauf jedoch deutliche Änderungen in das morphematische System eingeführt, kann die Plausibilität dieser Vereinfachung vermindert werden.

individuell variierende Domänen von Formen erstrecken kann.

Die Sprachwandelsprozesse bauen das voreingestellte Verfahren der Pluralmarkierung ab, sodass Homonymie von Singular- und Pluralformen zu entstehen droht. Trotz der möglichen individuellen Variation in der Produktion und der Reduktion des ursprünglichen Pluralisierungsverfahrens, sollen die Sprecher in der Lage sein, die Kommunizierbarkeit von lexikalischer Bedeutung und Numerusinformation aufrecht zu erhalten. Die bisher als Form-Konzept-Assoziation bezeichneten Instrumente, die den Sprechern bei der Lösung dieser kommunikativen Aufgabe zur Verfügung stehen, sind die linguistischen Variablen und Prototypen der Pluralisierungsmuster sowie der Produktionsvarianten von Singular- und Pluralformen. Mit ihrer Hilfe soll zu jedem Zeitpunkt der Interaktion die Einheitlichkeit des Lexikoninhaltes und des Verfahrens zur Numerusmarkierung gewährleistet werden können.

10.6.1 Voreinstellungen

In diesem Versuchsaufbau werden 10 Sprecher eingesetzt. Ferner müssen drei Dinge vorgegeben werden. Ein Phonemsystem, der Lexikoninhalt und eine Chronologie für den Ablauf der Sprachwandelsprozesse.

Lexikon: Um das Funktionieren der Simulation zu illustrieren ist schon ein Lexikon von geringem Umfang hinreichend. Aus dem Inhaltsverzeichnis von Teil 5 des ALEA wurde eine Liste von 20 Wörtern zusammengestellt. Dies sind “blusa, sostén, falda, pantalón, camisa, calcetín, zumbel, balancín, cometa, pereza, coqueta, cornudo, mentira, tragón, usurero, dote, zurdo, gemelo, talón, cadáver”. Strukturelle Eigenschaften daran, die für die Simulation interessant sind, sind, dass es sich um Wörter mit zwei bis drei Silben handelt, sodass die Assimilation zwischen Vokalen mehrerer benachbarter Silben gezeigt werden kann, und dass Wörter vorhanden sind, die mal auf Vokal mal auf Konsonant enden, sodass die zwei Varianten der Pluralsuffigierung angewendet werden können.

Phonemsystem: In XSAMPA-Darstellung handelt es sich um folgende Pho-

nemketten: /blusa, sosten, falda, pantalon, kamisa, kalTetin, Tumbel, balanTin, kometa, pe4eTa, koketa, ko4nudo, menti4a, t4agon, usu4e4o, dote, Tu4do, xemello, talon, kadabe4/. Aus diesem Lexemkorpus ergibt sich folgendes Phonemsystem für die Sprecher: /a e i o u p t k b d g f s T x l 4 n m h/⁹⁸.

Chronologie der phonetischen Prozesse: Abschnitt 10.5.4.1 hat bereits formal das Prinzip erklärt, nach dem die Chronologie der Sprachwandelsprozesse gestaltet werden soll. Für die dort beschriebenen Variablen werden in diesem Versuchsaufbau folgende Werte eingesetzt. Die Grenzwerte n und m sind $m = 50$ und $n = 100$. Konkret bedeutet das für die Anwendung der phonetischen Prozesse auf die Realisierung einer Lexikonform, dass es zu Beginn der Simulation am wahrscheinlichsten ist, dass kein Sprachwandelsprozess angewendet wird. Bei ca. 50 Verwendungen einer Lexikonform ist es am wahrscheinlichsten, dass die Aspirations- und Koartikulationsprozesse während der Produktion ausgelöst werden, und bei ca. 100 Verwendungen ist es am wahrscheinlichsten, dass zusätzlich finales [h] elidiert wird.

10.6.2 Beschreibung des Simulationsverlaufs nach Phasen

Bei der Beschreibung der Abläufe während der Simulation gibt es ein grundsätzliches Problem der Beobachtung. Zwar wurden Voreinstellungen ausgewählt, die den Eindruck erwecken, Übersichtlichkeit zu gewährleisten, denn immerhin gibt es nur 10 Sprecher und jeder hat nur 20 Lexikonformen. Dennoch ist es schon in diesem reduzierten Aufbau schwierig, den Simulationsverlauf in allen Details nachzuvollziehen und dabei die Übersicht zu behalten. Dies geht teilweise darauf zurück, dass die interne Architektur der Sprecher mittlerweile nicht mehr trivial ist und eine hohe Anzahl von Freiheitsgraden hat. Andererseits ergibt sich das

⁹⁸Desweiteren enthält das System /E, O, h/, obwohl diese Phoneme nicht in den Lexikonformen vertreten sind. Der Grund hierfür ist, dass so durch phonetische Prozesse geöffnete Varianten von /e, o/ unkompliziert als /E, O/ und aspiriertes /s/ als /h/ reinterpretiert werden können, ohne dass bei dem Versuchsaufbau die dynamische Erweiterung des Phonemsystems eine Rolle spielen muss. Diese wurde schon im vorhergehenden Kapitel in Ansätzen demonstriert und soll nicht mit dem hier fokussierten Aspekt der Simulation interagieren.

Problem der Zusammenfassung und vor allem der Visualisierung aller Daten, die während des Simulationsverlaufs gesammelt werden können. Die Sprecher sind in der Lage, Textprotokolle für alle Details ihrer inneren Funktionen auszugeben, während sie interagieren. Wählt man nur die wesentlichen Aspekte aus, um die einzelnen Interaktionsschritte nachvollziehen zu können, kommt für den einen Simulationsdurchgang, der im Folgenden beschrieben wird und der aus ca. 15000 Interaktionen besteht, eine Textmenge von mehreren hundert Megabyte zusammen. Die folgenden Abschnitte sind daher als Versuch zu verstehen, diese Informationsflut auf das Allerwesentlichste zu reduzieren und nachvollziehbar zu machen, was in den Sprechern während des Simulationsdurchlaufs vorgeht. Abschnitt 10.6.2.1 beschreibt einige Dinge, die die Initialisierung der Sprecher betreffen. Abschnitt 10.6.2.2 fasst die wichtigsten Daten des Simulationsverlaufs zusammen.

10.6.2.1 Initialisierung Vor Beginn der Interaktion lesen alle Sprecher die weiter oben angegebene Liste von Lexikonformen ein, sodass anfänglich alle Sprecher denselben Lexikoninhalt haben. Der in Abschnitt 9.4.6.7 beschriebene Syllabikationsalgorithmus segmentiert die Lexikonformen erwartungsgemäß wie folgt: /blu.sa/, /sos.ten/, /fal.da/, /pan.ta.lon/, /ka.mi.sa/, /kal.Te.tin/, /Tum.bel/, /ba.lan.Tin/, /ko.me.ta/, /pe.4e.Ta/, /ko.ke.ta/, /ko4.nu.do/, /men.ti.4a/, /t4a.gon/, /u.su.4e.4o/, /do.te/, /Tu4.do/, /xe.me.lo/, /ta.lon/, /ka.da.be4/.

Für die Interaktion, die weiter oben in Abschnitt 10.5.2 beschrieben wurde, wird Folgendes festgelegt. Für Lexikonformen werden nur die Verwendungen gezählt; bei Äußerungen zusätzlich die erfolgreichen Verwendungen. Im Ausgangszustand wird der Verwendungszähler auf eins und der Zähler für erfolgreiche Verwendungen auf null gesetzt⁹⁹. Daher liegt der Aktivationswert (Erfolgsratio) einer Äußerung bis zur ersten erfolgreichen Verwendung bei null und nach der

⁹⁹Um bei der Berechnung der Aktivierung bzw. der Erfolgsratio eine Division durch null zu vermeiden.

ersten erfolgreichen Verwendung bei 0.5.

10.6.2.2 Beschreibung der Simulationsphasen anhand numerischer Daten Während des Verlaufs der Simulation wurden diverse Daten erhoben und in Graphen dargestellt, wie auch in den Testreihen der vorhergehenden Kapitel. Hier wurden die Anzahl der sprachlichen Einheiten, die die Sprecher haben, erhoben, nämlich für die Lexikonformen sowie die Typen von Pluralisierungsmustern und die Singular- und Pluralvarianten der produzierten Äußerungen. Diese Daten sind in Abbildung 29 zu finden. Andererseits wurde die Erfolgsratio für Pluralisierungsmuster und Äußerungen erfasst. Diese Daten sind in Abbildung 30 zu finden.

Anhand dieser Graphen und dem Wissen über die innere Struktur der Sprecher sowie der Chronologie der phonetischen Prozesse, die ablaufen sollen, kann der Verlauf der Simulation in mehrere Phasen eingeteilt werden. Insgesamt wurden in dem hier beschriebenen Versuch ca. 15000 Interaktionen durchgeführt. Das ist offenbar hinreichend, um alle wichtigen Phasen der Simulation zu enthalten. Um sich ein Bild von dem Ausgangszustand machen zu können, beschreibe ich die Verhältnisse nach den ersten 100 Interaktionen.

Ausgangszustand Nach den ersten 100 Durchgängen ist im Schnitt jeder Sprecher zehnmal Initiator und zehnmal Imitator gewesen und hat somit insgesamt 20 Äußerungen produziert. Dies ist die Hälfte der 40 mindestens möglichen Singular- und Pluralvarianten der 20 Lexikonformen, die in Abbildung 29 durch die blaue Linie¹⁰⁰ repräsentiert sind. Die Sprecher haben also erst wenige der möglichen Formen produziert und die schon produzierten Formen sind im Schnitt erst einmal verwendet worden. In fast allen Fällen haben diese einen Erfolgsquotienten von 0.5, was darauf hindeutet, dass die Perzeption der Äußerungen keine Probleme bereitet und Lexem sowie Numerusinformation in dieser Phase immer

¹⁰⁰Durchschnittliche Anzahl der Lexikonformen pro Sprecher.

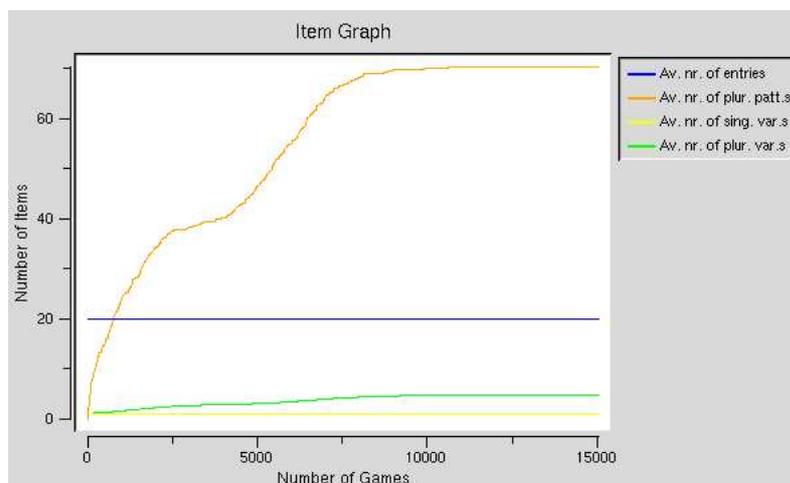


Abbildung 29: Anzahl sprachlicher Einheiten

erkannt werden. Entsprechend der geringen Wahrscheinlichkeit zu Beginn der Simulation gibt es unter den insgesamt ca. 200 von allen 10 Sprechern produzierten Formen nur vier, auf die schon phonetische Prozesse angewendet worden sind. Beispiele für das Funktionieren der Pluralmarkierung mit dem voreingestellten Suffigierungsverfahren sind folgende produzierte Äußerungen: [blusa] vs. [blusas], [sosten] vs. [sostenes], [kamisa] vs. [kamasas], [kalTetin] vs. [kalTetines].

Allgemeine Skizzierung der Phasen anhand der Graphen Der weitere Verlauf der Simulation und die Entwicklung der kognitiven Inhalte der Sprecher kann in den generellen Tendenzen mit den Graphen beschrieben werden. Wie schon gesagt ist die Anzahl der Lexikonformen konstant. Abbildung 29 zeigt, dass auch die Anzahl der Singularformen von Äußerungen konstant bleibt. Für jede Lexikonform haben die Sprecher genau eine Singularrealisierung, siehe die gelbe Linie¹⁰¹. Interessant an dieser Abbildung sind also die Anzahl der Pluralisierungsmuster (orange Linie¹⁰²) und der Plural-Äußerungsvarianten (grüne Linie¹⁰³) als einzige dynamische Größen.

¹⁰¹Durchschnittliche Anzahl der Singularvarianten pro Lexikonform.

¹⁰²Durchschnittliche Anzahl der Pluralisierungsmuster pro Sprecher.

¹⁰³Durchschnittliche Anzahl der Pluralvarianten pro Lexikonform.

Erste Phase: Die Abbildung zeigt, dass man eine erste Phase vom Beginn bis ca. zur 3500. Interaktion ansiedeln kann. In dieser Phase steigt die mittlere Anzahl der Plural-Äußerungsvarianten pro Lexikonform auf ca. drei an und bleibt dann konstant. Dasselbe gilt für die Anzahl der Pluralisierungsmuster, die auf ca. 40 ansteigt und dann ebenfalls konstant bleibt. Der Erfolgsgraph aus Abbildung 30 unterstützt diese Einteilung. Die Erfolgsratio der Singularrealisierungen (orange Linie¹⁰⁴) steigt im Verlauf der ersten Phase stark an. Zwar geht dieser Anstieg bis weit über die erste Phase hinaus weiter, aber die Steigung der Kurve nimmt schon gegen Ende der ersten Phase deutlich ab. Komplexer ist die Entwicklung bei den Pluralisierungsmustern und den Plural-Äußerungsvarianten.

Der Erfolg der Pluralisierungsmuster (blaue Linie¹⁰⁵ in Abb. 30) ist in der ersten Hälfte der ersten Phase deutlichen Schwankungen unterworfen, aber in der zweiten Hälfte steigt er stetig, zuerst stark, dann schwächer, an. Die Erklärung für dieses Verhalten ist, dass die Sprecher in der ersten Hälfte viele neue Pluralisierungsmuster lernen müssen. Da die Erfolgsratio neuer Muster mit 0.5 beginnt, während andere schon dabei sind, gegen einen höheren Wert zu gehen, wird der durchschnittliche Erfolg der Pluralmuster tendenziell gedrückt, solange massiv neue Formen hinzukommen. In der zweiten Hälfte der ersten Phase, kommen zwar immer noch neue Formen hinzu, aber ihre Proportion zu den bereits im Inventar vorhandenen wird immer geringer, sodass die allgemeine Tendenz des ansteigenden Erfolges immer klarer zutage tritt.

Der Verlauf der Erfolgskurve der Plural-Äußerungsvarianten (gelbe Linie¹⁰⁶ in Abb. 30) steigt ungefähr bis zur 1000. Interaktion an und fällt danach bis weit über die erste Phase hinaus ab. Jedoch zeigt er offenbar ein asymptotisches Verhalten gegen einen relativ geringen Erfolgswert. Dieses Verhalten erklärt sich aus der implementierten Prototypedynamik für Äußerungen. Wie gesagt bilden die

¹⁰⁴Mittlere Erfolgsratio der Singularformen pro Sprecher gemittelt für alle Sprecher.

¹⁰⁵Mittlere Erfolgsratio der Pluralisierungsmuster pro Sprecher gemittelt für alle Sprecher.

¹⁰⁶Mittlere Erfolgsratio der Pluralformen pro Sprecher gemittelt für alle Sprecher.

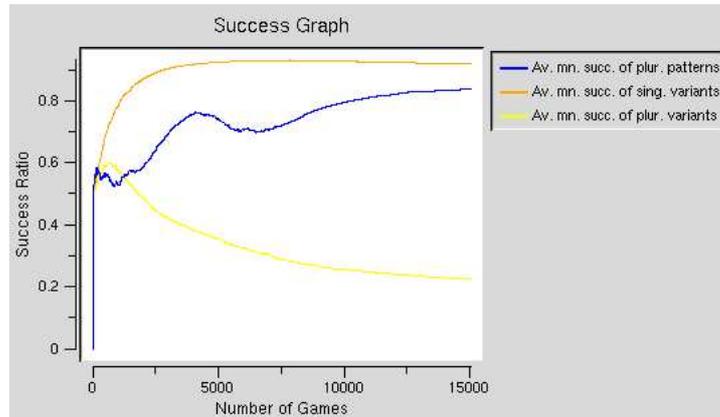


Abbildung 30: Erfolgsratio sprachlicher Einheiten

Produktionsvarianten einer Lexikonform eine linguistische Variable. Unter diesen Varianten bzw. Typen sollen Prototypen bestimmt werden. Um Prototypen deutlicher hervortreten zu lassen, werden erfolgreiche Formen nicht nur aktiviert, sondern auch die übrigen Formen inhibiert. Konkret heißt das, dass bei der Evaluation der Formen, die in einem Interaktionsdurchgang verwendet wurden, eine erfolgreiche Pluralvariante einen Punkt bekommt, während die übrigen Varianten derselben Variablen einen Punkt abgezogen bekommen. Hieraus ergibt sich, dass das allgemeine Erfolgsniveau der Pluralformen um so stärker absinkt, je mehr Varianten in eine Variable aufgenommen werden¹⁰⁷. Für die Dynamik der Inventare der Pluralvarianten bedeutet dies, dass ihr Umfang ungefähr bis zur 1000. Interaktion relativ konstant bei eins liegt, danach aber mehr Varianten aufgenommen werden, wodurch der mittlere Erfolg wie beschrieben absinkt. Der Abschnitt der größten negativen Steigung liegt innerhalb der ersten Phase.

Aus der Beschreibung der ersten Phase ergibt sich eine allgemeine Tendenz für den Zusammenhang der Dynamik von Anzahl und Erfolg sprachlicher Formen in Formeninventaren. Ist der Umfang eines Inventars von Formen konstant, neigt

¹⁰⁷Die Methode der Inhibition vs. Aktivierung sollte derart überarbeitet werden, dass der Verlauf der betroffenen Kurve erstens ein ähnliches Verhalten zeigt, wie die Kurve des Erfolges der Singularvarianten und zweitens der Kurvenverlauf unabhängig von der wechselnden Anzahl der Pluralvarianten ist.

der mittlere Erfolg der Formen dazu anzusteigen. Je massiver sich der Umfang eines Formeninventars verändert (hier wurden nur Fälle von Zuwachs beobachtet), desto eher neigt der mittlere Erfolg der Formen zur Schwankung und tendenziell zum Absinken.

Zweite Phase: Vor dem Hintergrund dieser Beobachtungen lässt sich eine zweite Phase der Simulation ausmachen, die ungefähr bis zur 10000. Interaktion geht. Abbildung 29 zeigt, dass in dieser Phase die Anzahl der Pluralrealisierungen pro Lexikonform erneut ansteigt, und zwar von ca. zwei auf ca. vier Formen. Dasselbe ist für die Anzahl der Pluralisierungsmuster zu beobachten. Sie steigt von ca. 40 auf ca. 70 Muster an. Der Abschnitt mit dem intensivsten Zuwachs an Formen liegt zwischen der 6000. und 8000. Interaktion. In Abbildung 30 schlagen sich die Veränderungen, die in der zweiten Phase ablaufen deutlich nur im Erfolgsgraph der Pluralisierungsmuster nieder. Für die Inventare der Singularrealisierungen haben diese Veränderungen offenbar keine Relevanz. Für die Inventare der Pluralrealisierungen haben sie offensichtliche Relevanz, aber ihr Erfolgsgraph liefert keine sichtbaren Indizien für die Behauptung einer zweiten Phase. Am Erfolgsgraph der Pluralisierungsmuster manifestiert sich jedoch um so deutlicher der schon in der ersten Phase beobachtete Zusammenhang zwischen Dynamik von Anzahl und Erfolgsmaß in den Forminventaren. Der Zuwachs an Pluralrealisierungen zwischen der 6000. und 8000. Interaktion sorgt offensichtlich für die Einführung einer Reihe neuer Pluralisierungsmuster. Diese Dynamik im Inventar der Muster sorgt wiederum für ein vorübergehendes Absinken des mittleren Erfolges der Muster.

10.6.2.3 Chronologie der phonetischen Prozesse Der vorhergehende Abschnitt war ein Versuch, sich anhand numerischer Daten ein vages Bild von der Struktur des Simulationsverlaufs zu machen. Der Eindruck soll nun anhand des Wissens über die Chronologie der ablaufenden phonetischen Prozesse verfeinert werden.

Anwendungswahrscheinlichkeiten der phonetischen Prozesse: Die Anwendung der Schwächung und Koartikulation ist um die 5000. Interaktion am wahrscheinlichsten. Zu diesem Zeitpunkt liegt die mittlere Verwendungsfrequenz der Lexikonformen bei 50. Die Anwendung der Elision ist um die 10000. Interaktion am wahrscheinlichsten, da die mittlere Verwendungsfrequenz der Lexikonformen dort bei 100 liegt. Aufgrund der Organisation der Chronologie der phonetischen Prozesse, die in Abschnitt 10.5.4.1 beschrieben wurde, beginnen Schwächung und Koartikulation also mit Wahrscheinlichkeit null bei der ersten Interaktion und erreichen bei der 5000. Interaktion eine Anwendungswahrscheinlichkeit von eins. Genauso beginnt die Elision bei der 5000. Interaktion mit Wahrscheinlichkeit null und erreicht bei der 10000. Interaktion Wahrscheinlichkeit eins. Das bedeutet, dass die neuen Produktionsvarianten von Äußerungen, die durch einen phonetischen Prozess entstehen, schon lange vor dem Erreichen der maximalen Anwendungswahrscheinlichkeit des Prozesses von den Sprechern produziert, gelernt und verstanden werden.

Präzisierung der Phaseneinteilung: Vor diesem Hintergrund kann die bisherige Beschreibung der Phaseneinteilung präzisiert werden. Die erste Phase besteht aus den ersten 5000 Interaktionen und die zweite aus den zweiten 5000. Die Zeitpunkte der 1., der 5000. und der 10000. Interaktion markieren Stabilitätsmaxima, in denen der Umfang der Inventare der Plural-Produktionsvarianten und der Pluralisierungsmuster konstant sind. Zwischen diesen drei Marken liegen zwei dynamische Abschnitte, in denen sich der Umfang dieser Inventare vergrößert. Die generelle Tendenz ist, dass die Vergrößerung der Inventare in der ersten Hälfte jeder der beiden Phasen erfolgt. In der zweiten Hälfte der Phasen, wenn die Dynamik der Inventare abnimmt, steigt die Erfolgsratio der enthaltenen Formen. Dies illustriert deutlich der Erfolgsgraph der Pluralisierungsmuster¹⁰⁸.

¹⁰⁸Es wurde bereits erklärt, dass die Erfolgsratio im Fall der Pluralvarianten ein relatives Maß ist, das vom Umfang des Inventars abhängig ist, zu dem eine bestimmte Pluralvariante gehört. Daher eignet sich der Verlauf des Erfolgsgraphs der Pluralvarianten nicht zur Illustration dieser Tendenzen.

Für die Dynamik der phonetischen Prozesse und die Inventare der Pluralformen der Äußerungen und der Pluralisierungsmuster bedeutet dies also, dass in der ersten Hälfte der ersten Phase einerseits neue Produktionsvarianten der Äußerungen im Plural hinzukommen, bedingt durch die Aspiration von silbenfinale[m] [s] und durch die Koartikulation zwischen geschwächten Konsonanten und vorhergehenden Vokalen. Andererseits bilden die Sprecher neue Pluralisierungsmuster, die die strukturellen Unterschiede zwischen den neuen Plural-Produktionsvarianten und den Singularformen abbilden und die in Produktion und Perzeption eingesetzt werden. Für die zweite Phase gilt dasselbe. In der ersten Hälfte kommen neue Plural-Produktionsvarianten durch die einsetzende Elision von silbenfinale[m] [h] hinzu. Für diese Pluralformen erzeugen die Sprecher die zugehörigen Pluralisierungsmuster. In den jeweils zweiten Hälften der beiden Phasen nimmt die Dynamik des Umfangs der Inventare ab, sodass die Aktivierung der vorhandenen Formen und Muster in der Interaktion gesteigert werden kann.

10.6.2.4 Beispiele für die Dynamik der kognitiven Inhalte Nun soll geschaut werden, wie die Inventare der Form- und Mustertypen an charakteristischen Stellen in den beiden Phasen der phonetischen Prozesse aussehen. Ein beispielhafter Überblick der Zustände zu Beginn der Simulation wurde bereits weiter oben gegeben. Dort haben die Sprecher schon einige Numerusoppositionen produziert, die allein auf der voreingestellten Suffigierung von /s/ bei den Pluralformen beruhen. Im Folgenden soll einer der zehn Sprecher ausgesucht und seine kognitiven Inhalte den Simulationsverlauf hindurch beobachtet werden.

Am Ende der ersten Phase, also auf dem Höhepunkt der Aspirations- und Koartikulationsprozesse, hat der ausgesuchte Sprecher beispielsweise folgende Numerusalternanzen:

[blusa] vs. [blusas], [blusah], [blosah]

[sosten], [sohten] vs. [sostenes], [sOstEnEh], [sOhtEnEh]

[kamisa] vs. [kamisas], [kamisah], [kamesah]

[kalTetin] vs. [kalTetines], [kalTEtinEh], [kalTEtenEh], [kalTetinEh], [kal-TetenEh]

Am Ende der zweiten Phase, also auf dem Höhepunkt des Elisionsprozesses, hat derselbe Sprecher zusätzlich¹⁰⁹ zu den bereits genannten Formen die folgenden Pluralformen:

[blusa], [blosa]

[sOhtEnE]

[kamisa], [kamesa]

[kalTEtinE], [kalTetenE]

Bis zur 15000. Interaktion kommen noch folgende Formen hinzu:

[kalTEtenE], [kalTetinE]

An den Pluralvarianten von “camisa” und “calcetín” soll ferner die Entwicklung der kognitiven Aktivierung bzw. der Erfolgsratio der Formen illustriert werden. Tabelle 8 listet die Erfolgsratio der bisher genannten Formen des gleichen Sprechers zum Zeitpunkt der 1., 2500., 5000., 7500., 10000. und 15000. Interaktion auf. Im Gegensatz zu den Informationen über mittlere Aktivationswerte, die der Graph in Abbildung 30 zeigt, liefert die Tabelle Informationen über die Entwicklung der Aktivationswerte einzelner Formen. Ein allgemeiner Sachverhalt, den die Tabelle illustriert, ist, dass es sich bei dem simulierten Sprachwandlungsprozess um einen kontinuierlichen Prozess handelt. In Abschnitt 10.5.4.1 war problematisiert worden, dass die Modellierung des Prozesses hier auf diskreten artikulatorischen

¹⁰⁹In diesem Versuchsaufbau eliminieren die Sprecher erfolglose Formtypen nicht aus den Inventaren, was hier praktisch für Illustrationszwecke ist. Für den Simulationsverlauf und die Dynamik der kognitiven Inhalte der Sprecher hat das keine bedeutenden Konsequenzen.

Kategorien beruht und so eventuell keinen kontinuierlichen Prozess wie denjenigen, der in realen Dialekten stattfindet, nachempfinden kann. Daher wurde das Fehlen einer kontinuierlichen Modellierung der Artikulation in Kauf genommen und stattdessen der Fokus auf die Interaktion zwischen Veränderungen an der Lautsubstanz und der Organisation kognitiver Inhalte gelegt. Hierzu gehört die Entstehung von Variation und die Herausbildung von Prototypen. Tabelle 8 zeigt diese beiden Aspekte anschaulich.

Variation: Mit dem Fortschreiten der Simulation und dem Einsetzen der phonetischen Prozesse in der Artikulation der Sprecher entstehen Äußerungsvarianten der produzierten Lexikonformen. Die in der Artikulation auftretende Variation hat eine Rückwirkung auf die kognitiven Inhalte der Sprecher und ihre Organisation, da sich die Perzeption durch einen Lernmechanismus in die Lage versetzen muss, phonetisch variierte Formen wiederzuerkennen. In dem hier entworfenen Modell erlangt Variation auf mehreren Wegen kognitive Persistenz, nämlich indem die Sprecher wahrgenommene ungewohnte Formen mit bekannten Formen relationieren und die ungewohnten Formen als phonetische Varianten speichern. Dies gilt sowohl für Plural- als auch für Singularvarianten, siehe unten. Ferner lernen die Sprecher die Differenz zwischen ungewohnten Pluralformen und bekannten Singularformen als Muster. Die gespeicherten phonetischen Varianten und Pluralisierungsmuster sind relevant in der Perzeption, siehe unten. Das Modell setzt also die Anforderung des gebrauchsbasierten Lexikonmodells um, dass Variation ein Bestandteil der individuellen Grammatiken der Sprecher sein muss.

Prototypen: Tabelle 8 zeigt ferner, dass die phonetischen Varianten der Lexikonformen, die somit als linguistische Variablen aufgefasst werden können, in zweierlei Hinsicht ein dynamisches Verhalten haben. Zum einen kann sich der Umfang der Variablen ändern. Denn mit der Anwendung der phonetischen Prozesse entstehen phonetische Varianten der Lexikonformen, die in die Variablen Eingang finden. Zum anderen hat jede Variante einen Aktivationswert, der sich nach dem Prinzip der Selbstorganisation in der Interaktion verändert. Interessant hieran ist,

dass in der allgemeinen Interaktion erfolgreiche Varianten einer Variablen, die eine höhere Aktivierung als die übrigen Mitglieder der Variablen erhalten, die Prototypen der Variablen repräsentieren. Die Daten der Tabelle illustrieren die Dynamik der Prototypen für einige Pluralformen bei dem beobachteten Sprecher. Abgesehen vom implementierungsbedingtem allgemeinen Absinken der Aktivierungswerte bei Pluralformen lässt sich ferner folgende allgemeine Tendenz beobachten. Neu eingeführte Formen starten mit einem Aktivierungswert von 0.5 und haben daher einen Vorteil gegenüber älteren Formen, deren Aktivierung im Verlauf der Simulation bereits abgefallen ist. Daher übernehmen neue Varianten einer Variablen in der Mehrzahl der dargestellten Fälle die Rolle des Prototypen. Dies ist ein progressives Verhalten und könnte realen Verhältnissen in Sprachgemeinschaften entsprechen, die keine schriftliche Norm der Sprache oder andere Mittel haben, die üblicherweise Sprachwandel verzögern. Dies passiert jedoch nicht in allen Fällen. Die Varianten von “blusa” illustrieren z.B., dass sich die Form [blusah], die der Sprecher in einer frühen Phase in die Variable aufgenommen hat, bis zum Ende der Simulation gegen die konkurrierenden Varianten durchsetzen kann. Auch gegen die spät hinzukommende Form [blosa], welche zunächst eine Zeit lang stark im Vorteil ist. Diese eher oberflächlichen Betrachtungen zeigen, dass die Modellierung neben der Variation auch das Konzept der Prototypen kognitiver Inhalte und ihrer Dynamik hinreichend erfolgreich und plausibel umsetzt.

Phonemische Reinterpretation: Eine weitere Möglichkeit für Variation kognitive Persistenz zu erlangen ist phonemische Reinterpretation. Im aktuellen Versuchsaufbau ist dies bei Singularformen möglich. Eine Vereinfachung, die darin gemacht wurde, ist, eine konzeptuelle Entsprechung von Lexikonformen und Singular-Äußerungsformen vorauszusetzen. Mit zu diesem Vorgehen gehört es, die Prototypen der Singularvarianten einer Variablen regelmäßig phonemisch zu reinterpretieren, siehe Abschnitt 10.5.6. Der hier untersuchte Sprecher führt beispielsweise zwischen der 700. und 800. Interaktion die Singular-Äußerungsvariante [sohten] ein. Diese ist die folgenden 1000 Interaktionen hindurch zunächst

Form	1	2500	5000	7500	10000	15000
[blusas]	0.5	0.67	0.52	0.4	0.37	0.35
[blusah]	—	0.22	0.33	0.46	0.43	0.41
[blosah]	—	0.33	0.27	0.25	0.22	0.21
[blusa]	—	—	—	0	0	0
[blosa]	—	—	—	—	0.67	0.31
[sostenes]	0.5	0.47	0.3	0.2	0.14	0.09
[sOstEnEh]	—	0.24	0.24	0.16	0.12	0.07
[sOhtEnEh]	—	0.5	0.45	0.4	0.32	0.21
[sOhtEnE]	—	—	—	0.56	0.5	0.5
[kamisas]	0.5	0.67	0.43	0.27	0.25	0.23
[kamisah]	—	0.4	0.29	0.38	0.34	0.31
[kamesah]	—	—	0.35	0.39	0.34	0.32
[kamisa]	—	—	—	0	0	0
[kamesa]	—	—	—	—	0.67	0.42
[kalTetines]	0.5	0.53	0.38	0.31	0.23	0.15
[kalTETinEh]	—	0.22	0.26	0.24	0.24	0.19
[kalTEtenEh]	—	0.08	0.17	0.16	0.14	0.09
[kalTetinEh]	—	0.2	0.16	0.16	0.22	0.17
[kalTetenEh]	—	—	0.14	0.19	0.14	0.08
[kalTETinE]	—	—	—	0.33	0.12	0.1
[kalTetenE]	—	—	—	—	0.07	0.13
[kalTEtenE]	—	—	—	—	—	0.17
[kalTetinE]	—	—	—	—	—	0.5

Tabelle 8: Entwicklung der Aktivierung einzelner Formen

erfolglos (Aktivation 0), vermutlich weil sie bei den übrigen Sprechern erst später vorkommt und sie daher nicht verstanden wird. Während weiterer 2000 Interaktionen sinkt die Aktivierung der ursprünglichen Singularform [sosten] ab und die Variante [sohten] gewinnt an Aktivierung hinzu, bis schließlich die zweite Form die erste überholt. Zu diesem Zeitpunkt wird der neue Prototyp [sohten] phonemisch als /soh.ten/ reinterpretiert und ersetzt so die Lexikonform /sos.ten/.

Homonymien: Ein weiteres interessantes Phänomen, das in Tabelle 8 illustriert wird, ist die Bildung von Plural-Äußerungsvarianten, die homonym zu Singularvarianten sind. Beispiele sind die Pluralformen [blusa] und [kamisa]. Diese Formen entstehen bei der Anwendung von Aspiration und Elision von finalem [s], ohne dass das geschwächte Zwischenstadium des Konsonanten mit vorhergehenden Segmenten interagiert. Auffällig ist, dass die Formen zwar entstehen, aber durchweg eine Aktivierung von null haben. Dies ist allgemein dadurch bedingt, dass sie in der Interaktion keinen Erfolg haben. Produziert ein Initiator die Form [blusa] als Pluralform, wird diese vom Imitator als Singularform interpretiert und reproduziert. Die Reproduktion wird vom Initiator wiederum als Singularform interpretiert. So stellt der Initiator also fest, dass die Interaktion erfolglos war und evaluiert die Pluralform [blusa] negativ. Dieser Vorgang ist durch die Strukturierung des Perzeptionsprozesses bestimmt, wie er in Abschnitt 10.5.2 beschrieben wurde¹¹⁰. Eine Entstehung von homonymen Numerusalternanzen ist in diesem Versuchsaufbau daher ausgeschlossen.

10.6.2.5 Verhalten des Perzeptionsverfahrens Interessant ist ferner die quantitative Verwendung der Numerus-Erkennungsverfahren, die im Perzepti-

¹¹⁰Die Perzeption enthält eine Heuristik zur Ableitung der Numerusinformation aus Äußerungen, bei der mehrere Verfahren zur Anwendung kommen. Das erste Verfahren ist darin in diesem Versuchsaufbau immer der Versuch, die Äußerung als Singularform zu erkennen. Das Verfahren interpretiert also Pluralformen, die mit Singularformen homonym sind, erfolgreich als Singularform und beendet mit diesem Ergebnis den Perzeptionsprozess. Bei dieser Beschaffenheit des Perzeptionsprozesses wäre der Initiator daher nicht in der Lage, eine eigene Pluralform, die mit einer seiner Singularformen homonym ist, als Pluralform zu interpretieren.

onsprozess der Sprecher zum Einsatz kommen. Diese wurden in Abschnitt 10.5.2 beschrieben und sollen hier noch einmal in ihrer Anwendungsreihenfolge aufgelistet werden, mit der sie auf die zu interpretierenden Äußerungen angewendet werden:

1. Interpretation als Singular, Vergleich mit Lexikonformen.
2. Interpretation als Singular, Vergleich mit Äußerungsvarianten.
3. Interpretation als Plural, Vergleich mit Lexikonformen.
4. Interpretation als Plural, Vergleich mit Äußerungsvarianten.
5. Interpretation als Plural, Assoziation mit ähnlichster Lexikonform.

Die Histogramme in den Abbildungen 31 und 32 zeigen die Proportionen der Verwendungsfrequenzen dieser Verfahren zu zwei Zeitpunkten, nämlich zur 5000. und zur 15000. Interaktion. Allgemein zeigt sich, dass die Anwendung des letzten Verfahrens nur sehr selten vorkommt. Bis zum Ende der Simulation steigt die Frequenz dieses Verfahrens konstant auf ca. 400 Verwendungen an. Das ist ein Anzeichen dafür, dass die Interaktionen der Sprecher in der Regel erfolgreich sind.

Bei den Verfahren, die Äußerungen als Singular interpretieren fällt auf, dass das erste der beiden, welches einen direkten Vergleich mit Lexikonformen anstellt, so gut wie immer erfolgreich ist, sodass das zweite Verfahren fast nie zur Anwendung kommt. Dies ist so, da in den Singular-Äußerungsvarianten bis auf die Form “blusa” keine Angriffsfläche für die phonetischen Prozesse vorhanden ist, sodass auch keine nennenswerte Variation von Formen entstehen kann, die Differenzen zu den Lexikonformen einführt.

Anders verhält es sich mit den Verfahren, die Äußerungen als Pluralformen interpretieren. Tabelle 9 zeigt, wieviele Verwendungen der Verfahren 1, 3 und 4 in bestimmten Abschnitten der Simulation jeweils hinzukommen. Die deutlich sichtbare Tendenz ist, dass die Verwendung von Verfahren 1 gleichmäßig ansteigt,

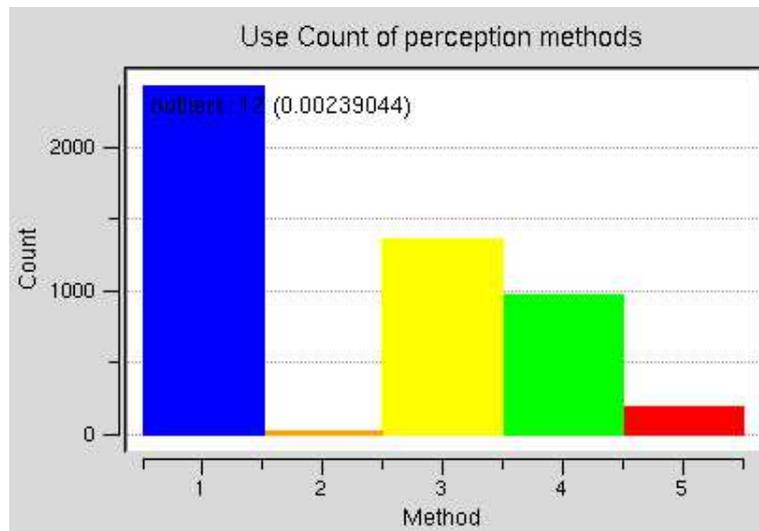


Abbildung 31: Frequenzen der Perzeptionsverfahren nach 5000 Interaktionen

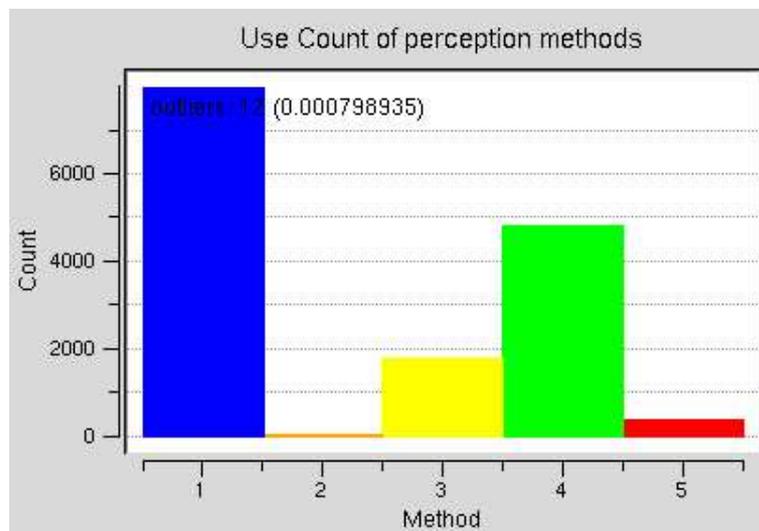


Abbildung 32: Anwendung der Perzeptionsverfahren nach 15000 Interaktionen

Nr. Int.	1	3	4
2500	+1250	+900	+200
5000	+1250	+500	+800
7500	+1100	+100	+900
10000	+1400	+200	+1000
15000	+3000	+100	+1900

Tabelle 9: Verwendungsfrequenz der Perzeptionsverfahren

während die Verwendung von den Verfahren 3 und 4 vom Zuwachs an Variation abhängt. Im Verlauf der Simulation sinkt die Proportion, mit der Verfahren 3 verwendet wird kontinuierlich, während die Proportion, mit der Verfahren 4 verwendet wird, kontinuierlich ansteigt.

10.7 Fazit

Im Zentrum der dritten und in dieser Arbeit letzten Phase der Modellbildung stand die Modellierung kognitiver Konzepte und die Relationen zwischen Konzepten und sprachlichen Formen. Hierzu wurden diverse Grundlagen eingeführt.

Semantik: Zusätzlich zur Referenz auf Gegenstände in der Umgebung der Sprecher, die die Bildung von Eigennamen erlaubte, wurde ein System grammatischer Konzepte eingeführt, das es erlaubt, Singular- und Pluralformen von Eigennamen zu bilden.

Lexikon: Variation sprachlicher Formen und linguistische Variablen wurden zu einem inhärenten Bestandteil der Grammatik gemacht, wie es in den theoretischen Arbeiten von Croft und Bybee vorgeschlagen wird, siehe hier Abschnitte 10.3.2 und 6.1.3.2. Zusätzlich machte die Kombination von linguistischen Variablen mit verschiedenen Konzepten von Aktivierung die Modellierung von Prototypen sprachlicher Formen möglich. Auf der Ebene des Lexikons wurden Lexeme mit linguistischen Variablen / Prototypen von morphologisch verschiedenen Gebrauchsvarianten assoziiert.

Produktion und Perzeption: Die Module der Perzeption und Produktion wur-

den erweitert. Einerseits wurde eine Chronologie phonetischer Prozesse in der Produktion implementiert. Andererseits wurde die Perzeption um eine Heuristik zur Ableitung der Numerusinformation erweitert. Ferner wurde eine kognitive Entität, welche eine grammatische Konzeptopposition repräsentiert, mit einer linguistischen Variablen von morphologischen Differenzschemata assoziiert.

Form-Konzept-Assoziation: Mit diesen Elementen wurden grundlegende Aspekte der Form-Konzept-Assoziation realisiert, wie sie in Abschnitt 5.1.8.1 skizziert worden sind. Es konnten jedoch nicht alle dort beschriebenen Aspekte umgesetzt werden, denn es fehlt die aktive Rolle der Form-Konzept-Assoziation in der Produktion.

Simulationsverhalten: Der Ablauf der Simulation ist im Großen und Ganzen realistisch. Es wird eine Chronologie regelgeleiteter phonetischer Prozesse implementiert. Dies führt zu einer Verkettung von Schwächungs- und Koartikulationsprozessen in sprachlichen Formen als Resultat des Sprachgebrauchs. Durch die Interaktion, ein auf Selbstorganisation basierter Prozess, entstehen linguistische Variablen sprachlicher Formen, in denen sich Prototypen herausbilden. Die konkrete Dynamik dieser Variablen und Prototypen im Simulationsverlauf war deutlich von Implementierungsdetails bestimmt. Obwohl ihre genaue Dynamik weder geplant noch vorhersehbar war, kann sie ohne weiteres plausibilisiert werden. Sie könnte offensichtlich durch eine vorsätzliche Modellierung stärker determiniert werden.

Es entsteht ferner eine linguistische Variable mit morphematischen Differenzmustern. Die Modellierung dieser Entität ist allerdings sehr rudimentär ausgefallen, sodass sich keine Prototypen morphologischer Markierungsverfahren herausbilden können. Dies ist durch die starke Abhängigkeit der einzelnen Differenzmuster von konkreten sprachlichen Formen bedingt. Eine Funktion zur Generalisierung der Eigenschaften solcher Muster wurde weder modelliert noch implementiert.

Die phonetischen Prozesse führen Veränderungen an den sprachlichen For-

men ein und stören die Effizienz der morphologischen Verfahren bis hin zu deren Zerstörung. Im Gegenzug baut die Form-Konzept-Assoziation, trotz ihrer konzeptuell einfachen Modellierung, neue morphologische Markierungsverfahren auf und schafft es, in Interaktion mit der Heuristik der morphologischen Perzeption, die Neutralisierung morphologischer Markierungsverfahren zu verhindern und ihre Kontinuität zu gewährleisten. Insgesamt ergibt sich so die Reorganisation eines Pluralmarkierungsverfahrens.

11 Schlussbemerkungen

11.1 Zusammenfassung

Gesetztes Ziel der Arbeit war es, eine computationale Grundlage für die Simulation von Sprachwandelsprozessen zu entwerfen, mit der solche Prozesse als Emergenzprodukte der sprachlichen Interaktion in Sprachgemeinschaften interpretiert und nachvollzogen werden können.

Im ersten Teil der Arbeit wurden dialektale Feldforschungsdaten sowie deren theoretische Analyse in einschlägiger Literatur angeführt und diskutiert. Ergebnis war einerseits die Beschreibung eines hypothetischen Zusammenhanges von Sprachwandelsprozessen bzw. einzelner Teilprozesse. Sie haben dazu gedient, die Domäne dessen, was simuliert werden sollte, einzuschränken und auf diese Weise ebenfalls einen Maßstab vorzugeben, an dem das Verhalten der Simulation hinsichtlich ihres Realismus beurteilt werden konnte. Andererseits lieferte die Diskussion der Literatur, die die dialektalen Sprachdaten analysierte, Anregungen und brauchbare Elemente für die formale Modellierung sprachlicher Strukturen sowie für die Modellierung kognitiver Strukturen, die für die Simulation der ausgewählten Sprachwandelsprozesse relevant sind. Diese Ressourcen des ersten Teils der Arbeit wurden verwendet, um ein erstes, skizzenhaftes Modell zu entwerfen, in dessen Mittelpunkt kognitive Eigenschaften von Sprechern standen, die in eine Sprachgemeinschaft eingebettet sind, in der sie auf eine bestimmte Weise sprachlich interagieren.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde dieses skizzenhafte Modell zunächst theoretisch fundiert. Arbeiten von William Croft wurden zugrundegelegt, um für die Modellbildung ein Grammatikmodell vorauszusetzen, in dem die Menge der sprachlichen Entitäten und der zwischen ihnen bestehenden Relationen zwar einen arbiträren Kern haben kann, aber prinzipiell mit externen Faktoren interagieren kann, wie es für nicht geschlossene Systeme charakteristisch ist. Letztere Voraussetzung ist notwendig, um Sprachwandel als einen Effekt des Sprachge-

brauchs selbst bzw. als Effekt von Interaktion erklären zu können. Ebenfalls von Croft wurde eine Rahmentheorie für die Erklärung von Sprachwandel übernommen, die die Adaption einer allgemeinen Selektionstheorie ist. Der Rahmentheorie zufolge ist Sprachwandel auf die Interaktion zweier Aspekte der Sprachgemeinschaft zurückzuführen, nämlich auf die Entstehung von Innovation im individuellen Sprecher und auf die Propagation innovativer Elemente in der Sprachgemeinschaft durch soziale Prozesse. Da diese Rahmentheorie in allgemeiner Form gehalten ist, wurden jeweils konkretere Modelle zur Erklärung von Innovation und Propagation darin eingebettet. De Boers Beschreibung einer Simulation der Emergenz und Optimierung von Vokalsystemen wurde zur Konkretisierung des Aspekts der Propagation herangezogen, da sie diesen plausibel durch das Konzept selbstorganisierter Systeme erklärt. Für die hier entwickelte Modellsimulation wurde das von de Boer beschriebene Interaktionsmodell für Sprecher übernommen. Das von ihm modellierte grammatische Modul und seine sprachlichen Einheiten bzw. die kognitiven Strukturen der Sprecher und die von ihnen ausgetauschten sprachlichen Formen sind bedingt durch die Modellierungsabsicht jedoch zu stark restringiert, um sich als Grundlage für eine Modellierung von Sprachwandlungsprozessen zu eignen. Hieraus ergab sich für den Rest der Arbeit die Aufgabe, ein Modell für relevante kognitive Eigenschaften der Sprecher zu entwickeln, das einem solchen Simulationsvorhaben angemessen ist.

In drei Phasen der Modellbildung wurden entsprechende Grundlagen ausgearbeitet. In der ersten Phase wurden sprachliche Einheiten aus mehreren Segmenten eingeführt, welche die Sprecher mit einer Referenz auf einen Umweltgegenstand assoziieren können. Zur Speicherung der Formen wurde ein Lexikon eingeführt. Das Produktions- und Perzeptionsmodell sowie das Interaktionsmodell bzw. die kommunikative Aufgabe der Sprecher wurden entsprechend angepasst und erweitert.

Die zweite Phase der Modellbildung konzentrierte sich auf die interne Struktur der sprachlichen Einheiten. Um Sprachwandlungsprozesse modellieren zu können,

die auf Schwächung, Koartikulation und anderen Assimilationsphänomenen beruhen, war das Modell von sprachlichen Formen aus der ersten Phase, bestehend aus mehreren aber nicht weiter analysierbaren Segmenten, nicht hinreichend. Daher erhielten die Formen eine Strukturierung auf Silben-, Silbenteil, Segment- und Merkmalsebene. Das Produktions- und Perzeptionsmodell der Sprecher wurde derart erweitert, dass es eine regelgeleitete Manipulation der Gestalt sprachlicher Formen mit Bezug auf Elemente und Eigenschaften dieser Strukturebenen erlaubte. Für diese neuen strukturellen Elemente wurden analog zum Lexikon aus der ersten Phase entsprechende Inventare eingeführt. Das Produktions- und Perzeptionsmodell erhielt eine Phonemsystemkomponente. Damit diese auf plausible Weise, als Reaktion auf funktionalen Druck, ihren Umfang verändern kann, wurden für sie Verhaltensregeln aus statistischen typologischen Daten abgeleitet. Das Lexikon erhielt ein Inventar mit Silbenstrukturelementen, das es dem Sprecher erlaubt, seinen Lexikoninhalt strukturell in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu analysieren und gezielt auf Untermengen des Lexikoninhaltes zuzugreifen.

In der dritten Phase der Modellbildung standen Systeme kognitiver Konzepte der Sprecher im Mittelpunkt sowie der Zusammenhang von Konzepten und sprachlichen Formen. Bybees Modell des gebrauchsbasierten Lexikons wurde als Konkretisierung des Aspekts der Entstehung von Innovation im individuellen Sprecher in Crofts Rahmentheorie zur Erklärung von Sprachwandel eingebettet. Durch die Anwendung der Konzepte der Gebrauchsfrequenz und der kognitiven Aktivierung sprachlicher Formen sowie des Konzeptes der linguistischen Variablen wurden Lexikoneinträge um variable und prototypische Realisierungen der Lexikonformen erweitert. Diese Voraussetzungen erlaubten es, einige interessante Aspekte des im ersten Teil der Arbeit beschriebenen Zusammenhanges von Sprachwandlungsprozessen zu simulieren. Den Sprechern wurde ein Numerus- bzw. Pluralmarkierungsverfahren für ihre sprachlichen Formen vorgegeben und gleichzeitig wurden in ihren Modellen für Produktion und Perzeption regelgeleitete

Prozesse implementiert, die die sprachlichen Formen in der Produktion in einem komplexen zeitlichen Ablauf phonetisch modifizierten. Die phonetische Modifikation führte zu einer materiellen Schwächung und Reduktion des Markierungsverfahrens. Andererseits waren die Sprecher aber auch in der Lage, die produzierten Formen strukturell zu analysieren und neue strukturelle Eigenschaften an den Formen zu finden, die als Markierungen für das grammatische Konzept dienen können. Auf dieser Grundlage können die Sprecher Relationen zwischen sprachlichen Formen und grammatischen Konzepten reanalysieren und die Kontinuität der Ausdrückbarkeit grammatischer Konzepte sichern. Dies ist ein grundlegender Aspekt zur Erklärung der im ersten Teil der Arbeit beschriebenen Sprachwandelsprozesse.

11.2 Ausblick

Das Ziel der Arbeit, nämlich eine computationale Grundlage für die Simulation von Sprachwandelsprozessen zu modellieren und zu implementieren, ist prinzipiell erreicht. Weil dieses Ziel aber sehr allgemein formuliert ist, definiert eigentlich die Erwartung des Lesers, ob die Arbeit das Ziel erreicht hat. Hinter der Erwartung des Autors ist die Arbeit leider, aber auch verständlicherweise, zurückgeblieben. Das ursprüngliche und sehr ehrgeizige Ziel des Projektes war es, die Emergenz von Vokalharmonie modellieren und simulieren zu können. Das heißt, eine komplette Modellsimulation der in Abschnitt 2.4 beschriebenen Sprachwandelsprozesse war geplant. Die Ansprüche mussten aber in mehreren Schritten reduziert und diverse Aspekte des Vorhabens als Fernziele aus der Arbeit ausgelagert werden. Die folgenden Punkte stellen solche und weitere Fernziele dar.

Kombination bereits entwickelter Elemente und komplexere Versuchsaufbauten: Hier wurde eine Grundlage zur Modellierung und Simulation von Sprachwandel erstellt. Allerdings handelt es sich nicht um ein fertiges Produkt, das zur Modellierung beliebiger Sprachwandelsprozesse eingesetzt werden kann. Vielmehr wurden anhand eines konkreten Beispiels grundlegende Komponenten entwor-

fen, die verändert und erweitert werden können. Die entwickelten Komponenten können vermutlich zur Modellierung einer größeren Menge von Phänomenen eingesetzt werden, die nicht Gegenstand dieser Arbeit waren.

Aber selbst innerhalb dieser Arbeit konnte das Potential der entworfenen Komponenten nicht voll ausgenutzt werden. Es ist beispielsweise kein Versuchsaufbau vorhanden, der alle in den drei Phasen entwickelten Komponenten kombiniert. Der Grund hierfür ist, dass es unter den Rahmenbedingungen der Arbeit schon schwierig war, das Verhalten weniger Komponenten in Versuchsaufbauten mit geringer Komplexität vollständig nachzuvollziehen. Man denke an das, was in den Abschnitten über das nichtlineare Verhalten komplexer dynamischer Systeme gesagt wurde. Ein wichtiger Faktor dabei war die verfügbare Zeit. Mit der derzeit verfügbaren Rechenleistung war beispielsweise das Testen des dynamischen Verhaltens der Phonemsystemkomponente schon unter reduzierten Voraussetzungen nicht adäquat möglich. Wenn dieser Test mit einem einzigen Sprecher und mit dem Resultat einer nur geringen Veränderung in der Phonemsystemkomponente mehrere Tage dauert, würde derselbe reduzierte Versuchsaufbau mit einer umfangreicheren Sprachgemeinschaft und deutlicheren sowie interessanteren Veränderungen in der Phonemsystemkomponente vermutlich Wochen dauern. Ausgiebigere Tests der einzelnen Komponenten und komplexere Versuchsaufbauten erfordern, neben einer vorsichtigen Planung, in erster Linie sehr viel mehr Zeit und deutlich höhere Rechenleistung.

Weitere Ausarbeitung der Sprecherinterna: Es wurden nur Teilaspekte des hypothetischen Zusammenhanges von Sprachwandlungsprozessen modelliert, der im ersten Teil der Arbeit umrissen wurde. Die Daten des ersten Teils bieten jedoch Material für komplexere Modellierungen sprachlicher Phänomene und interner Strukturen der Sprecher. Beispielsweise ist die konkrete Umsetzung der Form-Konzept-Assoziation nur rudimentär ausgefallen. Zwar ist bereits eine minimale Grundlage gelegt, aber interessant wird eine Implementierung erst, wenn sie nicht nur ein einziges grammatisches Konzept mit strukturellen Eigenschaften sprach-

licher Formen assoziieren kann, sondern konsistent Markierungsverfahren für eine größere Menge solcher Konzepte zuordnen kann. Entsprechende Modellierungen wurden noch nicht entwickelt.

Propagation: Crofts Rahmentheorie von Sprachwandel identifiziert als zwei wesentliche Mechanismen für den Fortschritt von Sprachwandelsprozessen die Entstehung von Innovation im individuellen Sprecher und die Propagation innovativer Elemente durch soziale Prozesse in der Sprachgemeinschaft. Hier wurde der Schwerpunkt auf die Entstehung von Innovation gelegt, da die Modellierung sozialer Propagationsprozesse eine plausible Modellierung der Sprecherinterna voraussetzt. Sobald eine solche vorhanden ist, können auch komplexere gemeinschaftsbezogene Phänomene wie Dialektbildung innerhalb größerer und räumlich situierter Sprachgemeinschaften, Sprachkontakt, Tradierung von Sprachwissen zwischen Generationen von Sprechern mit endlicher Lebensdauer und Ähnliches untersucht werden.

Informationsverdichtung: Das wichtigste Problem bei der Implementierung und der Anwendung von Modellsimulationen, das sich im Verlauf der Modellbildung ergeben hat, ist die Erhebung, die Verdichtung und besonders die Visualisierung von Daten, die die Simulation und ihre Komponenten produzieren. Die in der dritten Phase durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass schon Aufbauten mit geringer Komplexität eine nur schwer überschaubare Menge von Daten produzieren können. Eine dringende Aufgabe für weitere Phasen der Modellbildung ist die Ausarbeitung effizienterer Methoden der Datenverdichtung zur besseren Nachvollziehbarkeit des Simulationsverhaltens.

Nichtdiskrete Modellierung der Repräsentation sprachlicher Formen: Eine in der zweiten Phase der Modellbildung eingeführte Vereinfachung betraf die Modellierung von Artikulation und kognitiver Repräsentation sprachlicher Formen. Ursprünglich beabsichtigt war die kontinuierliche Modellierung dieser Aspekte des Modells nach dem artikulatorischen Gestenmodell von Browman und Goldstein, siehe Browman & Goldstein (1992). Es wurde aber argumentiert, dass bei

einer schrittweise ins Detail gehenden Verfeinerung des Modells eine kontinuierliche Modellierung dieser Art zumindest für die drei Phasen, die in dieser Arbeit realisiert wurden, verfrüht ist. Dennoch ist es eine sinnvolle Option für die weitere Entwicklung der Modellsimulation. Allerdings würde die Einführung einer kontinuierlichen Modellierung nicht triviale Änderungen an der gesamten bisherigen Architektur erfordern.

Weitergehende Trennung generischer und spezifischer Aspekte der Infrastruktur: Das Verhältnis der Modellierungen der ersten beiden Phasen gegenüber der dritten wurde als generisch vs. spezifisch beschrieben. Es wäre sinnvoll, die bisher vorhandenen Modelle und Implementierungen weiter in dieser Hinsicht auseinander zu präparieren, sodass daraus vor allem eine auch im allgemeineren Sinn generische Infrastruktur hervorgeht, die für eine größere Anzahl von Anwendungen dienen kann, mit anderen Worten, ein Multi-Agenten-Toolkit für Simulationen von Sprachwandelsprozessen. Die Modularisierung sollte ferner soweit vorangetrieben werden, dass beispielsweise die im vorhergehenden Absatz erwähnte kontinuierliche vs. diskrete Modellierung physischer und kognitiver sprachlicher Einheiten keine Änderungen an der Simulationsinfrastruktur erfordern würden, sondern durch das Austauschen von Modulen an stabilen Schnittstellen realisiert werden könnte. Dies hätte allgemein den Vorteil, realistische und somit rechenintensive Modellierungen selektiv auf Teile des Modells beschränken zu können. Teile die nicht im Fokus des Interesses stehen, können so durch vereinfachte aber funktional äquivalente Komponenten ersetzt werden, die weniger rechenintensiv sind. Als weitere denkbare Standardinstrumente eines Simulations-Toolkits für Sprachwandel wären auch die weiter oben erwähnten fehlenden Methoden zur Datenreduktion und -Darstellung wünschenswert.

Konkretere Modellierung physischer sowie kognitiver Entitäten und Eigenschaften: Ein weiteres Teilvorhaben, das als Fernziel aufgeschoben werden musste, ist die konkretere Modellierung physischer und kognitiver Entitäten und Eigenschaften der Sprecher. Dies konnte beispielsweise de Boer in seiner Simulation

in einem größeren Ausmaß realisieren, da der von ihm simulierte Gegenstand eine relativ geringe Komplexität besitzt. Der Vorteil einer möglichst detailreichen Modellierung eines Gegenstandes ist ein realistischeres Verhalten. In dieser Arbeit, die frühe Phasen der Modellbildung realisiert, konnte nur ein geringer Grad an Detailliertheit erreicht werden. Aus diesem Grund mussten prothetische Verhaltensregeln für die modellierten Entitäten formuliert werden, etwa wie diejenigen aus der zweiten Phase, die auf statistischen typologischen Daten und Silbenstrukturgesetzen basierten. Die bereits erwähnte kontinuierliche Modellierung der Repräsentationen sprachlicher Einheiten wäre ein Schritt in diese Richtung. Insbesondere für die Modellierung kognitiver Entitäten wie der Form-Konzept-Assoziation bieten sich konnektionistische Modelle an, die aber wiederum inhärent rechenintensiv sind.

Literaturverzeichnis

- Alarcos Llorach, Emilio (1949): “El sistema fonológico español.” In: *Revista de Filología Española*, Band 33: Seiten 265–296.
- Alarcos Llorach, Emilio (1950): *Fonología española*. Madrid: Gredos.
- Alarcos Llorach, Emilio (1958): “Fonología y fonética (a propósito de las vocales andaluzas).” In: *Archivum (Oviedo)*, Band 8: Seiten 191–203.
- Alarcos Llorach, Emilio (1983): “Más sobre vocales andaluzas.” In: Julio Fernández-Sevilla & alii (Herausgeber), *Philologica Hispaniensia in honorem Manuel Alvar, I: Dialectología*, Seiten 49–55, Madrid: Gredos.
- Alonso, Amado (1967): “Una ley fonológica del Español. Variabilidad de las consonantes en la tensión y distensión de la sílaba.” In: Amado Alonso (Herausgeber), *Estudios lingüísticos. Temas españoles*, Seiten 237–258, Madrid: Gredos.
- Alonso, Dámaso; Zamora Vicente, Alonso & Canellada, María Josefa (1950): “Vocales andaluzas. Contribución al estudio de la fonología peninsular.” In: *Nueva Revista de Filología Hispánica*, Band 4: Seiten 209–230.
- Alvar, Manuel (1953): “Proyecto de un Atlas Lingüístico de Andalucía.” In: *Orbis*, Band 2(1): Seiten 49–60.
- Alvar, Manuel (1955a): “Las encuestas del ‘Atlas lingüístico de Andalucía’.” In: *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, Band 11(3): Seiten 231–274.
- Alvar, Manuel (1955b): “Las encuestas del ‘Atlas lingüístico de Andalucía’.” In: *PALA (?)*, Band 1(1): Seiten 6–14.
- Alvar, Manuel (1955c): “Las hablas meridionales y su interés para la lingüística comparada.” In: *Revista de Filología Española*, Band 39: Seiten 284–313.

- Alvar, Manuel (1969): *Estructuralismo, geografía lingüística y dialectología actual*, Kapitel Fonética y fonología, Seiten 35–53. Madrid: Gredos.
- Alvar, Manuel (Herausgeber) (1996): *Manual de dialectología hispánica. El español de España*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Alvar, Manuel & García Mouton, Pilar (Herausgeber) (1995): *Textos andaluces en transcripción fonética*. Biblioteca románica hispánica, Madrid: Editorial Gredos.
- Alvar, Manuel; Llorente Maldonado de Guevara, Antonio; Salvador, Gregorio & Mondéjar, José (Herausgeber) (1961-73): *Atlas lingüístico y etnográfico de Andalucía*. Granada: CISC.
- Anderson, Stephen R. (1980): “Problems and perspectives in the description of vowel harmony.” In: Robert M. Vago (Herausgeber), *Issues in vowel harmony*, Seiten 1–48, Amsterdam: John Benjamins.
- Barbón Rodríguez, J.A. (1978): “El rehilamiento: Descripción.” In: *Phonetica*, Band 35: Seiten 185–215.
- Bauer, Laurie (1988): “What is lenition?” In: *Journal of Linguistics*, Band 24: Seiten 381–392.
- Blaylock, Curtis (1964): “Hispanic Metaphony.” In: *Romance Philology*, Band 18(2): Seiten 253–271.
- Boer, Bart de (1999): *Self-organisation in vowel systems*. Dissertation, Vrije Universiteit Brussel, Brüssel. [Http://www.ai.rug.nl/~bart/deBoerThesis.pdf](http://www.ai.rug.nl/~bart/deBoerThesis.pdf).
- Boer, Bart de (2001): *The origins of vowel systems*. Oxford: Oxford University Press.

- Browman, Catherine P. & Goldstein, Louis (1991): “Gestural structures: Distinctiveness, phonological processes, and historical change.” In: Ignatius G. Mattingly & Michael Studdert-Kennedy (Herausgeber), *Modularity and the motor theory of speech perception*, Kapitel 13, Seiten 313–338, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Browman, Catherine P. & Goldstein, Louis (1992): “Articulatory phonology: An overview.” In: *Phonetica*, Band 49: Seiten 155–180.
- Bybee, Joan L. (1985): *Morphology: a study of the relation between meaning and form*. Amsterdam: John Benjamins.
- Bybee, Joan L. (2001): *Phonology and Language Use*, Band 94 von *Cambridge Studies in Linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cangelosi, Angelo & Parisi, Domenico (Herausgeber) (2002): *Simulating the evolution of language*. London: Springer.
- Castro, Américo (1924): *Lengua, enseñanza y literatura*, Kapitel El habla andaluza, Seiten 52–81. Madrid: Victoriano Suárez.
- Cerdà Massó, Ramon (1984): “¿Fonemas o prosodias, en el andaluz oriental?” In: A. Bernabé; L. A. de Cuenca; E. Gangutia & J. López Facal (Herausgeber), *Athlon. Satvra grammatica in honorem Francisci R. Adrados*, Band 1, Seiten 111–124, Madrid: Gredos.
- Cerdà Massó, Ramon (1992): “Nuevas precisiones sobre el vocalismo del andaluz oriental.” In: *Lingüística Española Actual*, Band 14: Seiten 165–182.
- Chomsky, Noam (1957): *Syntactic structures*. The Hague: Mouton & Co, Printers.
- Chomsky, Noam (1965): *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- Chomsky, Noam (1981): *Lectures on government and binding*. Dordrecht: Foris.
- Chomsky, Noam & Halle, Morris (Herausgeber) (1968): *The sound pattern of English*. New York: Harper & Row.
- Christiansen, Morten H. & Kirby, Simon (Herausgeber) (2003): *Studies in the Evolution of Language*. Oxford: Oxford University Press.
- Clements, George N. (1985): "The geometry of phonological features." In: *Phonology Yearbook*, Band 2: Seiten 225–252.
- Contreras Jurado, Antonio (1977): "Vocales abiertas del plural en andaluz oriental. ¿Fonemas o prosodemas?" In: *Yelmo*, Band 26: Seiten 23–25.
- Croft, William (1995): "Autonomy and functional linguistics." In: *Language*, Band 71: Seiten 490–532.
- Croft, William (1996): *Typology and universals*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Croft, William (2000): *Explaining language change*. Harlow: Longman.
- Croft, William (2001): *Radical construction grammar. Syntactic theory in typological perspective*. Oxford Linguistics, Oxford: Oxford University Press, 1. Auflage.
- Crothers, John (1978): "Typology and universals of vowel systems." In: Joseph H. Greenberg (Herausgeber), *Universals of human language*, Band 2, Seiten 93–152, Stanford, California: Stanford University Press.
- Dieth, Eugen (1950): *Vademekum der Phonetik*. Bern: Francke Verlag, 2. Auflage.
- D'Introno, Francesco; del Teso, Enrique & Weston, Rosemary (1995): *Fonética y fonología actual del Español*. Madrid: Cátedra.

- Du Bois, John W. (1985): "Competing motivations." In: John Haiman (Herausgeber), *Iconicity in syntax*, Seiten 343–365, Amsterdam: John Benjamins.
- Durand, Jacques (1990): *Generative and non-linear phonology*. London: Longman.
- Frank Chen, Ursula (1973): *Essai sur la phonologie française. L'évolution structurale du vocalisme*. Paris: A.G. Nizet.
- Gerfen, Chip (2002): "Andalusian codas." In: *Probus*, Band 14(2): Seiten 247–277.
- Gili y Gaya, Samuel (1953): *Elementos de Fonética general*. Madrid: Gredos.
- Goldsmith, John A. (1976): *Autosegmental phonology*. Bloomington, Ind.: Indiana Univ. Linguistics Club.
- Halle, Morris & Vergnaud, Jean-Roger (1978): "Metrical structure in phonology: A fragment." Unpublished paper, MIT.
- Hammond, Robert M. (1978): "An experimental verification of the phonemic status of open and closed vowels in caribbean Spanish." In: Humberto López Morales (Herausgeber), *Corrientes actuales en la dialectología del Caribe hispánico. Actas de un simposio*, Seiten 93–143, Puerto Rico: Editorial Universitaria: Universidad de Puerto Rico.
- Harris, James W. (1969): *Spanish phonology*. Cambridge: M.I.T. Press.
- Hockett, C.F. (1955): *A manual in phonology*. Indiana: Indiana University Press.
- Hooper, Joan B. (1976): *An introduction to natural generative phonology*. New York: Academic Press.
- Hualde, José Ignacio & Sanders, Benjamin P. (1995): "A New Hypothesis of the Origin of the Eastern Andalusian Vowel System." In: *Proceedings of the*

Twenty-First Annual Meeting of the Berkeley Linguistics Society, February, 17-20, Seiten 426–437, California: Berkeley Linguistic Society.

Hulst, Harry van der & Wejter, Jeroen van der (1995): “Vowel Harmony.” In: John A. Goldsmith (Herausgeber), *The handbook of phonological theory*, Kapitel 14, Seiten 495–534, Cambridge, Mass.: Blackwell.

Hyman, L.M. (1975): *Phonology: Theory and analysis*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Jakobson, Roman & Halle, Morris (1956): *Fundamentals of language*. The Hague: Mouton.

Jungemann, Fredrick H. (1955): *La teoría del sustrato y los dialectos hispanoromances y gascones*. Madrid: Gredos.

Kager, René (1999): *Optimality Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.

Kenstowicz, Michael (1994): *Phonology in Generative Grammar*. Cambridge: Blackwell.

King, Robert D. (1967): “Functional load and sound change.” In: *Language*, Band 43: Seiten 831–852.

King, Robert D. (1969): *Historical linguistics and generative grammar*. New Jersey: Prentice Hall.

Kiparsky, Paul (1999): “From cyclic phonology to lexical phonology.” In: John A. Goldsmith (Herausgeber), *Phonological Theory. The essential readings*, Kapitel 3, Seiten 35–62, Cambridge, Mass.: Blackwell.

Koch, Peter & Oesterreicher, Wulf (1990): *Gesprochene Sprache in der Romania: Französisch, Italienisch, Spanisch*, Band 31 von *Romanisch Arbeitshefte*. Tübingen: Niemeyer.

- Labov, William (1981): "Resolving the neogrammarian controversy." In: *Language*, Band 57: Seiten 267–309.
- Labov, William (1994): *Principles of linguistic change. Internal Factors*, Band 1. Oxford: Blackwell.
- Labov, William (2001): *Principles of linguistic change. Social Factors*, Band 2. Malden, Massachusetts: Blackwell.
- Lass, R. (1984): *Phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lavoie, Lisa M. (2001): *Consonant Strength : Phonological Patterns and Phonetic Manifestations*. New York: Garland Publishing.
- Lightfoot, David (1993): *How to set parameters: arguments from language change*. Massachusetts: M.I.T. Press.
- Linke, Angelika; Nussbaumer, Markus & Portmann, Paul R. (1996): *Studienbuch Linguistik*. Reihe germanische Linguistik, Tübingen: Niemeyer, 3. Auflage.
- Llorente Maldonado, Antonio (1962): "Fonética y fonología andaluzas." In: *RFE*, Band 45: Seiten 227–240.
- Lloyd, Paul M. (1989): *From Latin to Spanish. Historical phonology and morphology of the Spanish language*, Band 1. Philadelphia: American Philosophical Society.
- López Morales, Humberto (1984): "Desdoblamiento fonológico de las vocales en el andaluz oriental: reexamen de la cuestión." In: *Revista Española de Lingüística*, Band 14: Seiten 85–97.
- Maddieson, Ian (1984): *Patterns of sound*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Maddieson, Ian & Precoda, Kristin (1990): “Updating UPSID.” In: *UCLA Working Papers in Phonetics*, Band 74: Seiten 104–111.
- Martínez Melgar, Antonia (1986): “Estudio experimental sobre un muestro de vocalismo andaluz.” In: E. Martínez Celdran (Herausgeber), *Estudios de fonética experimental, vol. II*, Seiten 195–248, Barcelona: Laboratorio de Fonética, Universitat de Barcelona.
- Martínez Melgar, Antonia (1994): “El vocalismo del andaluz oriental.” In: *Estudios de fonética experimental*, Band 6: Seiten 11–64.
- McMahon, April (1994): *Understanding language change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Milroy, Lesley (1980): *Language and social networks*. Oxford: Blackwell.
- Mitchell, Melanie & Taylor, Charles E. (1999): “Evolutionary computation: An Overview.” In: *Annual Review of Ecology and Systematics*, Band 20: Seiten 593–616.
- Mondéjar, José (1979): “Diacronía y sincronía en las hablas andaluzas.” In: *Lingüística Española Actual*, Band 1: Seiten 375–402.
- Mondéjar, José (1991): *Dialectología andaluza. Estudios. Historia, fonética, fonología, lexicología, metodología, onomasiología, comentario filológico*. Granada: Don Quijote.
- Mondéjar, José (1992): “Andalusisch.” In: Günter Holtus; Michael Metzeltin & Christian Schmitt (Herausgeber), *Lexikon der Romanistischen Linguistik*, Band 4,1, Seiten 504–521, Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Morillo Velarde-Pérez, Ramón (1985): “Sistemas y estructuras en las hablas andaluzas.” In: *Alfinge (Serv. de Publ. de la Univ. de Córdoba)*, Band 3: Seiten 29–60.

- Moya Corral, Juan Antonio (1979): *La pronunciación del español en Jaén*. Granada: Universidad.
- Narbona Jiménez, Antonio; Cano Aguilar, Rafael & Morillo Velarde-Pérez, Ramón (1998): *El español hablado en Andalucía*. Barcelona: Editorial Ariel, S.A., 1. Auflage.
- Narbona Jiménez, Antonio & Ropero Núñez, Miguel (Herausgeber) (1997): *El habla andaluza. Actas del Congreso del Habla Andaluza. Sevilla, 4-7 marzo 1997*, Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Navarro Tomás, Tomás (1916): “Siete vocales españolas.” In: *Revista de Filología Española*, Band 3: Seiten 51–62.
- Navarro Tomás, Tomás (1934): “Rehilamiento.” In: *Revista de Filología Española*, Band 21: Seiten 274–279.
- Navarro Tomás, Tomás (1939a): “Desdoblamiento de fonemas vocálicos.” In: *Revista de Filología Hispánica*, Band 1(2): Seiten 165–167.
- Navarro Tomás, Tomás (1939b): “Dédoublement de phonèmes dans le dialecte andalou.” In: *Études phonologiques dédiées à la mémoire M. le N.S. Trubetzkoy*, Band 8 von *Travaux du Cercle linguistique de Prague*, Seiten 184–186, Prague: Cercle linguistique de Prague.
- Neira Martínez, Jesús (1955): *El habla de Lena*. Oviedo: Instituto de Estudios Asturianos.
- Niyogi, Partha & Berwick, Robert C. (1995): “The logical problem of language change.” PS-Dokument von ftp.publications.ai.mit.edu.
- Ohala, John J. (1994): “Towards a universal, phonetically-based theory of vowel harmony.” In: *International Conference on Spoken Language Processing, Yokohama*, Seiten 491–494.

- Penny, Ralph J. (1969): “Vowel-harmony in the speech of the Montes de Pas (Santander).” In: *Orbis*, Band 18(1): Seiten 148–166.
- Penny, Ralph J. (1970): *El habla pasiega: Ensayo de dialectología montañesa*. London: Tamesis.
- Penny, Ralph J. (1994): “Continuity and innovation in romance: metaphony and mass-noun reference in Spain and Italy.” In: *The modern language review*, Band 89: Seiten 273–281.
- Poch Olivé, Dolores & Llisterri Boix, Joaquim (1987): “Análisis acústico del timbre vocálico en las realizaciones normativas del plural en andaluz oriental (Zusammenfassung eines Vortrages auf dem XVI Simposio de la Sociedad Española de Lingüística, Fundación Juan March, Madrid, 16-19 December 1986).” In: *Revista Española de Lingüística*, Band 17(1): Seite 185.
- Poch Olivé, Dolores & Llisterri Boix, Joaquim (1988): “Análisis acústico de los fenómenos de armonía vocálica en las realizaciones del plural en andaluz oriental (Zusammenfassung eines Vortrages auf dem XVII Simposio de la Sociedad Española de Lingüística, Universidad de Murcia, Murcia, 14-17 December 1987).” In: *Revista Española de Lingüística*, Band 18(1): Seiten 222–223.
- Prince, Alan & Smolensky, Paul (2004): *Optimality Theory. Constraint Interaction in Generative Grammar*. Blackwell Publishing.
- Quilis, Antonio (1968): “Morfología del número en el sintagma nominal español.” In: *Travaux de Linguistique et de Littérature (Université de Strasbourg)*, Band 6: Seiten 131–140.
- Reiser, Martin & Wirth, Niklaus (1994): *Programmieren in Oberon*. Bonn: Addison-Wesley.
- RFE (1915): “Alfabeto Fonético.” In: *Revista de filología española*, Band 2: Seiten 374–376.

- Rodríguez Castellano, L. & Palacio, A. (1948): “Contribución al estudio del dialecto andaluz: El habla de Cabra.” In: *RDTP*, Band 4: Seiten 387–418, 570–599.
- Sableski, J. A. (1965): *A generative phonology of a spanish dialect*. Seattle: University of Washington Press.
- Salvador, Gregorio (1957): “El habla de Cúllar-Baza. Contribución al estudio de la frontera del Andaluz.” In: *Revista de Filología Española*, Band 41: Seiten 161–252.
- Salvador, Gregorio (1977): “Unidades fonológicas vocálicas en andaluz oriental.” In: *Revista Española de Lingüística*, Band 7(1): Seiten 1–23.
- Salvador, Gregorio (1987a): “El juego fonológico y la articulación de las llamadas vocales andaluzas (1985).” In: Paraninfo (Herausgeber), *Estudios dialectológicos*, Seiten 97–117, Madrid: Paraninfo.
- Salvador, Gregorio (1987b): *Lengua española y lenguas de España*. Barcelona: Ariel Lingüística, 1. Auflage.
- Sanchis Guarner, Manuel (Herausgeber) (1962): *ALPI. Atlas lingüístico de la Península Ibérica*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Sanders, Benjamin Patric (1995): *Andalusian Vocalism and Related Processes*. Dissertation, (DA 9512539, Univ. of Illinois, Urbana 1994), Ann Arbor, MI.
- Sanders, Benjamin Patric (1998): “The eastern andalusian vowel system: Form and structure.” In: *Rivista di Linguistica*, Band 10(1): Seiten 109–135.
- Saporta, Sol (1965): “Ordered rules, dialect differences, and historical processes.” In: *Language*, Band 41: Seiten 218–224.
- Sawoff, Adolf (1980): “Hugo Schuchardt: Un siglo de estudios de lingüística andaluza.” In: Klaus Lichem & Hans-Joachim Simon (Herausgeber), *Schuchardt-*

Symposium 1977 (Graz): Vorträge und Aufsätze, Seiten 193–218, Wien: Verlag der österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Schwartz, Jean-Luc; Boë, Louis-Jean; Vallée, Nathalie & Abry, Christian (1997): “Major trends in vowel system inventories.” In: *Journal of Phonetics*, Band 25: Seiten 233–253.

Seklaoui, Diana R. (1988): “The Role of Context in Language Change: Evidence from Andalusian Spanish.” In: Thomas J. Walsh (Herausgeber), *Synchronic and diachronic approaches to language variation and change*, Georgetown University Round Table on Languages and Linguistics, Seiten 280–292, Washington, D.C.: Georgetown UP.

Sommerstein, A.H. (1977): *Modern Phonology*. London: Edward Arnold.

Steels, Luc (1997): “The synthetic modeling of language origins.” In: *Evolution of Communication*, Band 1(1): Seiten 1–34.

Steels, Luc (1998): “Synthesizing the origins of language and meaning using coevolution, self-organization and level formation.” In: J. Hurford; M. Studdert-Kennedy & C. Knight (Herausgeber), *Approaches to the evolution of language*, Kapitel 23, Seiten 384–404, Cambridge UK: Cambridge University Press.

Stein, Peter (1993): “Der Atlas Lingüístico y Etnográfico de Andalucía im Rahmen der spanischen Sprachatlanten.” In: Otto Winkelmann (Herausgeber), *Stand und Perspektiven der romanischen Sprachgeographie*, Seiten 101–126, Wilhelmsfeld: Egert.

Swarm Development Group (2000): *Brief Overview of Swarm*. Swarm Development Group, version 2.1.1 Auflage.

URL <http://www.swarm.org>, <http://wiki.swarm.org>

- Trubetzkoy, Naikolay Sergeevic (1929): “Zur allgemeinen Theorie des phonologischen Vokalsystems.” In: *Travaux du cercle linguistique de Prague*, Band 1: Seiten 39–67.
- Trubetzkoy, Naikolay Sergeevic (1970): *Principes de phonologie*. Paris: Éditions Klincksieck.
- Trubetzkoy, Naikolay Sergeevic (1971): *Grundzüge der Phonologie*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 5. Auflage.
- Vennemann, Theo (1988): *Preference laws for syllable structure and the explanation of sound change*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- Vergnaud, Jean-Roger (1977): “Formal properties of phonological rules.” In: J. Butts & J. Hintikka (Herausgeber), *Problems in methodology and linguistics*, Dordrecht: Reidel.
- Villena Ponsoda, Juan Andrés (1987): *Forma, sustancia y redundancia contextual: El caso del vocalismo del español andaluz*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Walter, Henriette (1977): *La phonologie du français*. Paris: PUF.
- Weinreich, Uriel (1954): “Is a structural dialectology possible?” In: *Word*, Band 10: Seiten 388–400.
- Wells, John C. (1995): “Computer-coding the IPA: a proposed extension of SAM-PA.” Webdokument.
- Zubizarreta, María Luisa (1979): “Vowel Harmony in Andalusian Spanish.” In: Ken Safir (Herausgeber), *Papers on syllable structure, metrical structure and harmony processes*, Seiten 1–11, Cambridge: MIT.