

03  
ZZK  
47161

**S**iegener  
**P**apiere zur  
**A**neignung  
**S**prachlicher  
**S**trukturformen

Siegfried Gehrman  
Bewegungstheorie und Phonetik:  
Grundlagen einer bewegungstheoretischen  
Analyse aussprachlicher Lernprozesse

Heft 5 / 1999

Schriftenreihe der Universität-GH-Siegen  
Herausgegeben von Helmuth Feilke, Klaus-Peter Kappest und Clemens Knobloch

© Die Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte liegen bei den Autoren.  
Auch unverlangt eingesandte Manuskripte werden sorgfältig geprüft.  
Manuskripte bitte an die Herausgeber:

Universität-GH-Siegen  
Fachbereich 3  
Schriftenreihe „SPASS“  
Adolf-Reichwein-Str.  
57076 Siegen

03 = ZZK 47161

Herausgeber: Helmuth Feilke, Klaus-Peter Kappest, Clemens Knobloch  
Vertrieb: Siegener Institut für Sprachen im Beruf, Tel.: 0271/740-2349  
Druck: Zentrale Vervielfältigungsstelle der Universität-GH-Siegen

ISSN 1435-4411  
Universität-GH-Siegen 1999

-BGN-

Siegfried Gehrman

## Bewegungslernen und Phonetik: Grundlagen einer bewegungswissenschaftlichen Analyse aussprachlicher Lernprozesse

„die Bedeutung von Begriffen erklärt sich aus den Relationen zu diesen Begriffen. Solange wir nicht diese Relationen kennen, bleibt uns alles unklar. Relationen aber sind bereits Ausdruck eines Tuns, Form einer Bewegung auf etwas zu“

- aus einem Gespräch mit dem französischen Linguisten Pierre Cadiot, im Winter 1997/98 in Sarajevo

*Der Beitrag untersucht die Möglichkeiten einer bewegungswissenschaftlichen Analyse aussprachlicher Lernvorgänge und deren Konzeptualisierung mit Hilfe einzelner motorischer Lerntheorien. Im Mittelpunkt stehen schematheoretische und universalistische motorische Lernansätze. Ausgeblendet wurden Fragen der (phonetischen) Bewegungsrepräsentation, die Phasenentwicklung artikulatorisch-motorischer Lernvorgänge sowie konkurrierende motorische Lernmodelle (Closed-loop-Ansätze, ökologische Modelle). Grundlegend für den vorliegenden Beitrag ist die These, daß Sprechen eine Bewegungstätigkeit ist und daß ausgehend vom Begriff der menschlichen Bewegungstätigkeit als ziel- und erwartungsgesteuertes (motiviertes) Tun sich das phonetische Lerngeschehen aus dem Blickwinkel des Lerners neu strukturieren läßt.<sup>1</sup>*

### Gliederung:

0. Einleitung
1. Phonetisches Lernen im Kontext der Bewegungswissenschaft: Das Paradigma des motorischen Lernens in der Aussprachschulung
2. Kognitive Komponenten der Ausspracheerlernung: Das Variabilitäts- und Komplexitätsproblem in der Phonetik
3. Bewegungswissenschaftliche Konzeptualisierungsaspekte der phonetischen Bewegungsproduktion und Lernprozeßanalyse
  - 3.1 Schematheoretische Grundlagen des Ausspracheerwerbs
    - 3.1.1 Grundthesen der Schema-Theorie zur menschlichen Bewegungsproduktion
    - 3.1.2 Schema-Theorie und Bewegungslernen in der Aussprachschulung
  - 3.2 Sensorische Informationsaufnahme und Wahrnehmungsschulung als universelle Aspekte der Ausspracheerlernung
    - 3.2.1 Spezifität der Informationsaufnahme: Der kinästhetische und optische Analysator in der Aussprachschulung und Motorikforschung
    - 3.2.2 Wahrnehmen als Tätigkeit: Zum konstruktiven Charakter von sensorischer Reizwahrnehmung und -verarbeitung
    - 3.2.3 Schlußfolgerungen für den phonetisch-motorischen Lernprozeß
4. Literatur

<sup>1</sup> Dem Beitrag liegen Kapitel meiner im SoSe 1998 am Fachbereich 3 der Universität-Gesamthochschule Siegen vorgelegten Dissertation: „Sprechen als Tätigkeit....“ zugrunde.

## 0. Einleitung

Es gehört zu den Eigentümlichkeiten des Teilgebietes der Zweitsprachenerwerbsforschung, der sich mit phonetischen Lernprozessen beschäftigt und der die Aneignung einer korrekten Aussprache zum Ziel hat, daß trotz zahlreicher Versuche, den Ausspracheunterricht zu optimieren, es bis heute nicht gelungen ist, aussprachliche Erwerbsprozesse in der Ausspracheschulung ausreichend zu dokumentieren oder die Frage zu klären, „mit Hilfe welcher Darstellungsmittel und Anweisungen die Aussprache gelehrt und vom Schüler gelernt werden kann“ (Kelz 1976:106). Selbst grundlegende Fragen wie die nach lernerseitigen phonetischen Erwerbsstrategien und Hypothesenbildungsprozessen oder nach der Steuerung der Lautproduktion durch Hör- und/oder Sprechübungen im Ausspracheunterricht konnten bislang nicht oder für eine Konzeptualisierung aussprachlicher Lernprozesse nur unzureichend beantwortet werden.

Die phonetische Lehr-Lernforschung spricht in diesem Zusammenhang seit den 70er Jahren vom „Dilemma der Aussprachelehre“ (Barry 1975), vom spekulativen Charakter der in der Ausspracheschulung eingesetzten Methoden (z.B. Barry 1975:6; Kelz 1976:106) und von der „Rückständigkeit der Ausspracheschulung - verglichen mit der pädagogischen Problematisierung anderer Lernziele innerhalb des fremdsprachlichen Unterrichts“ (Thurow 1977:12). Ebenso wird auf die marginale Stellung der Ausspracheschulung im Fremdsprachenunterricht, in der Fremdsprachenlehrausbildung und in der Zweitsprachenerwerbsforschung als Begründung für die oben angeführten Ausbildungs-, Lehr- und Wissensdefizite hingewiesen (z.B. Breitung 1994:11; Kohler 1995:16f.).

Im folgenden wird versucht, den lernprozeßbezogenen motorischen Teil dieses Dilemmas im Rahmen einer bewegungswissenschaftlichen Untersuchung der dem Ausspracheerwerb mittelbar oder unmittelbar zugrunde liegenden kognitiven Strukturen phonetischer Bewegungskontrolle in wesentlichen Punkten zu entschärfen. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die internen Prozesse sensomotorischer phonetischer Reizwahrnehmung, -verarbeitung und -speicherung (=Informationsumsatz) das äußerlich wahrnehmbare Erwerbsverhalten des Lerners maßgeblich bestimmen und daß die kognitiven Regulations- und Steuerungskomponenten der Ausspracheerlernung sich im Kontext von allgemeinen motorischen Lernmodellen darstellen und konzeptualisieren lassen. Ferner wird postuliert, daß einer bewegungswissenschaftlichen Analyse der lernerseitigen Lautproduktion eine Schlüsselstellung bei der Beantwortung phonetischer Lernfragestellungen zukommt. Dies wiederum setzt bezogen auf die unterrichtsmethodische Beeinflussung von phonetisch-motorischen Lernvorgängen eine relative Übereinstimmung zwischen allen Formen des Bewegungslernens - einschließlich der Artikulationserlernung - im Bereich der körperinternen Organisation von Bewegungen und des sensomotorischen Informationsumsatzes im Lerner voraus. Beide Hypothesen sind im folgenden zu verifizieren.

Der Rekurs auf Fragen des motorischen Lernens ist in der Geschichte der phonetischen Lehr-Lernforschung selbst nicht neu. So finden sich bereits bei Jespersen (1904) Hinweise auf eine motorisch-mechanische Schulung der Artikulationsorgane mit dem Ziel, die im erwachsenen Alter muttersprachlich verfestigte Artikulationsmuskulatur aufzulockern und den Lerner durch motorische Vorübungen auf die für ihn neuen und ungewohnten Bewegungsabläufe vorzubereiten. Jespersen (1904:6) hat hierfür den Begriff der „Artikulationsgymnastik“ eingeführt. Andere Autoren nennen entsprechende Trainingseinheiten „sprachphysiologische und phonetische Elementarübungen“ (Forchhammer 1928) oder spezielle „Übungen zur Mundstellung“ (Stack 1966). Beide Übungsformen haben das Ziel, durch ein motorisches Training der Sprachwerkzeuge die bewußte artikulatorische Steuerungsleistung des Lerners in der Ausspracheschulung zu erhöhen.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Hinweise auf artikulationsgymnastische Übungen in der Ausspracheschulung finden sich auch bei Jones (1918), Kloster Jensen (1970) und Ungeheuer (1970).

Keiner der oben angeführten motorischen Lehr-Lernansätze hat sich in der Ausspracheschulung durchsetzen können. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, daß artikulationsgymnastische Übungsprogramme bei der angesprochenen Marginalisierung der Phonetik in der Fremdsprachenausbildung zu zeitaufwendig sind und daß sie weder empirisch noch theoretisch deutlich machen können, auf welche Komponenten des Ausspracheerwerbs sie sich beziehen und wie sie den Prozeß der lernerseitigen phonetischen Bewegungsaneignung beeinflussen.

Auch auditive Identifikations- und Diskriminationsübungen stehen vor demselben Problem. Zwar ist evident, daß stabile zielsprachliche Hörmuster die Ausspracheerlernung positiv beeinflussen, ob und inwieweit der akustische Analysator jedoch, wie Lindner (1975:44) und Rausch/Rausch (1993:93) behaupten, den Aufbau normgerechter Artikulationsstereotypen kontrolliert und der akustische Kontrollkreis eine führende Rolle beim Sprechen bzw. Sprechen-Lernen einnimmt, muß solange offenbleiben, wie nicht geklärt ist, in welcher Weise sich Hören auf Sprechen auswirkt und innerhalb welcher Prozesse des sensomotorischen Informationsumsatzes Hörtraining eingreift und motorisches Lernen in der Ausspracheschulung begünstigt. Auf beide Fragestellungen gibt die phonetische Lehr-Lernforschung zur Zeit keine eindeutige Antwort bzw. eine Reihe von Argumenten spricht dafür, daß auditive nicht in dem behaupteten Ausmaß auf artikulatorische Lernprozesse übertragen werden können.<sup>3</sup>

Die nachfolgenden Ausführungen versuchen dieses Defizit einer bisher nicht geleisteten Innenaspektierung phonetisch-motorischen Lernens auf Basis allgemeiner Theorien des motorischen Verhaltens auf drei Argumentationsebenen aufzulösen. Zunächst wird das Paradigma des motorischen Lernens in die Phonetik eingeführt und die bewegungswissenschaftliche, interdisziplinäre Fragestellung dieser Arbeit begründet /1/. Anschließend werden die kognitiven Komponenten der Ausspracheerlernung im Kontext einer bewegungswissenschaftlichen und genuin phonetischen Analyse aussprachlicher Lernvorgänge bestimmt /2/. Auf Grundlage dieser Darlegungen wird der Prozeß des Bewegungslernens in der Ausspracheschulung als Informationsverarbeitungs-Modell ausgewiesen und mit Hilfe der Schema-Theorie von Schmidt /3.1/ und unter dem Aspekt universeller Komponenten des motorischen Lernens konzeptualisiert /3.2/ und hinsichtlich seiner unterrichtsmethodischen Konsequenzen für die Steuerung aussprachlich-motorischer Lernprozesse untersucht. Beide Konzeptualisierungsansätze, der schematheoretische und der unversalistische motorische Lernansatz, verstehen sich nicht als konkurrierende Modelle, vielmehr ergänzen sie sich, indem sie unter unterschiedlichen theoretischen Zielvorstellungen die kognitiven Operationen des Lerners während des Ausspracheerwerbs erschließen und verdeutlichen, mit Hilfe welcher Strategien und wie der Lerner aller Voraussicht nach artikulatorisch-motorisch lernt.

## 1. Phonetisches Lernen im Kontext der Bewegungswissenschaft: das Paradigma des motorischen Lernens in der Ausspracheschulung

Nach Mechling (1984:89f.) beschäftigt sich die Bewegungswissenschaft mit dem „Gesamtsystem, das am Zustandekommen von zielgerichteten Bewegunghandlungen beteiligt ist. Sie beschreibt und erklärt die diesem System zugrunde liegenden Strukturen und Funktionen, deren Gleichgewicht und Veränderungen im Verlauf von Entwicklungs- und Lernprozessen sowie den damit in Verbindung stehenden Austausch von Information und Energie“. Ihr Gegenstandsbereich erstreckt sich dabei sowohl auf das äußerlich sichtbare Bewegungsverhalten, d.h. auf Veränderungen in Zeit und Raum, wie auf die körperinternen sensomotorischen Steuerungs- und Regulationsprozesse, die an der Bewegungsproduktion beteiligt sind und dieser zugrunde liegen. Hinzu treten subjektive Bewertungen des Bewegungsablaufs und -ziels sowie Erlebens-, Wahrnehmungs- und Erwartungsdimensionen des Akteurs, die die Bewegungsausführung funktional und von innen her auf Erreichung eines vorgegebenen Sollzu-

<sup>3</sup> Vgl. hierzu und zum methodischen Dilemma der Aussprachelehre ausführlich Gehrman (1998).

standes hin steuern und strukturieren. In diesem Sinne sind Bewegungen Handlungen: Sie sind „*unselbständige Teile zielgerichteter Verhaltensakte*“ und als solche „*Teile eines umfassenden psychophysischen Wirkungsgefüges*“ (Thomas 1995:41).<sup>4</sup>

Die bewegungswissenschaftliche Forschung spricht in diesem Zusammenhang auch davon, daß Bewegung und sensomotorisches Lernen keine neutralen Sachverhalte sind, sondern als Bedeutungsträger stets sinnhafte, vom ganzen Menschen aktiv gestaltete, ganzheitliche und auf übergreifende Ziele ausgerichtete (motivierte) Vorgänge sind (vgl. Daus/Blischke 1984:382; Leist 1982:73).

Für einen möglichen, bewegungstheoretischen Zugang zum sensomotorischen phonetischen Informationsumsatz im Lerner ist zum einen von der funktionalen Aufteilung des Objektbereichs der Bewegungswissenschaft in einen Innen- (als Prozeß) und Außenaspekt (als Produkt) der Bewegung auszugehen. Zum anderen ist die Frage des motorischen Charakters der phonetischen Bewegungsproduktion zu klären bzw. inwieweit das artikulatorische Erwerbsverhalten des Lerners in der Ausspracheschulung als Bewegungshandeln aufgefaßt werden kann.

Beide Aspekte, die „Innen-Außen“-Beziehung der Bewegung wie die Auffassung von der menschlichen Bewegungstätigkeit als Handlung, sind im Rahmen der Fragestellung dieses Beitrages deshalb von zentraler Bedeutung, weil sie den Prozeß der Ausspracheerlernung als wesentlich psychisch reguliertes Geschehen beschreiben. Damit verschiebt sich der Betrachtungsschwerpunkt in der Phonetik. Im Mittelpunkt der Aussprachelehre steht nicht mehr - wie noch in der älteren Phonetik - das äußere Erscheinungsbild der artikulatorischen Bewegung in Bezug zu objektiv festgestellten Reizkonstellationen des Sprechens, sondern die sensomotorische Verarbeitung zielsprachlicher phonetischer Informationen unter subjektiven Zielsetzungen sowie deren Umsetzung in zielsprachliche artikulatorische Hypothesenbildungen des Lerners in einem bestimmten sozialen Umfeld. D.h. aber, daß aussprachliches Lernen aus der „Innensicht“ des Lerners und unter Berücksichtigung handlungstheoretischer und situativer Komponenten neu bewertet und analysiert wird.

Nach Leist (1982) ist von motorischem Lernen die Rede, wenn Aufgaben dadurch gekennzeichnet sind, „*daß bei ihnen - kybernetisch gesprochen - in der Regelstrecke zwischen Aufgabenstellung und -lösung die Motorik als Leistungs- und Leitungssystem und damit auch die reagierende Umwelt eingeschaltet sind*“ (71). Für Daus/Blischke (1984) ist der zentrale Gegenstand sensomotorischen Lernens „*der Neuerwerb und die Optimierung von Bewegungen, die als Ortsveränderung der Körpermasse in Raum und Zeit äußerlich in Erscheinung treten*“ (382). Zimmer (1990) definiert eine Abfolge von Bewegungen als integrierte motorische Fertigkeit, „*wenn die sie konstituierenden Einzelbewegungen zusammen ein wohlgeordnete Struktur bilden ('sequencing') und jeweils zeitlich eindeutig strukturiert sind ('timing')*“ (153).

Für artikulatorische Erwerbsprozesse in der Ausspracheschulung lassen sich die oben angeführten Klassifikationsmerkmale motorischen Lernens jeweils punktuell nachweisen. So tritt in Form der zielsprachlichen artikulatorischen Bewegungsgestalt nicht nur die Sprechmotorik als Leistungs- und Leitungssystem zwischen aussprachlicher Aufgabenstellung und -lösung auf, sondern ebenso besteht das Ziel des Ausspracheunterrichts in der Ausführung neuer bzw. verbesserter artikulatorischer Bewegungen. Basis hierfür sind eine entsprechende motorische Lernfähigkeit sowie komplexe koordinatorische Leistungen, deren funktionale Grundlage der sensomotorische Informationsumsatz im Lerner ist und die zusammen im Sinne Zimmers eine „*zeitlich eindeutige*“ und „*wohlgeordnete Struktur*“ von artikulatorischen Einzelbewegungen bilden.

<sup>4</sup> Unter Handlung wird im Rahmen dieses Beitrages das auf ein Ziel gerichtete, erwartungsgesteuerte Verhalten des Menschen verstanden. Diese Definition entspricht weitgehend einem in der bewegungswissenschaftlichen Forschung vorherrschenden Minimalkonsens über die grundlegenden Merkmale des Konzepts „Handeln“; vgl. hierzu exempl. die Arbeiten von Kaminski (1976), Nitsch (1975, 1986) und Thomas (1974, 1995).

Die im Kontext der Handlungstheorie hervorgehobene ganzheitliche, intentionale Dimension der Bewegung erscheint in der Ausspracheschulung u.a. als Einfluß der FU-Faktoren-Komplexion auf die aussprachliche Lernleistung,<sup>5</sup> als Bestreben, eine bestimmte phonetische Norm zu erfüllen, oder als subjektive Bereitschaft und Fähigkeit des Akteurs, sich im Ausspracheunterricht motorisch hypothesenbildend und -testend zu verhalten und gleichzeitig die „Hemmschwelle“ zu überwinden, die mit phonetischem Lernen als Aufgeben einer muttersprachlichen Identität<sup>6</sup> für den Lerner verbunden ist. Ebenso lassen sich im Ausspracheunterricht am Lerner Aktivitäten beobachten, die als Fehlerkorrekturen interpretiert werden können, was nach Kaminski (1976:13) auf die „Wirksamkeit von Zielsetzungen und auf Zielerreichungsbemühungen“, und damit auf Handeln - hier: im Bereich des Ausspracheerwerbs - schließen läßt.<sup>7</sup>

Folgt man diesem Ansatz besteht zwischen einer motorischen Aktivität wie im Sport und einem artikulatorischen Bewegungsvollzug, wie z.B. die Bildung eines einzelnen Lautes oder einer Lautgruppe, hinsichtlich der die Bewegungsausführung kontrollierenden psychologischen Komponenten zunächst kein kategorialer Unterschied. Sowohl die sportliche wie auch die artikulatorische Bewegungstätigkeit sind als ziel- und erwartungsgesteuertes (motiviertes) Tun Handlungen und können grundlegend als Prozesse der Informationsverarbeitung verstanden werden.

Der Bezug auf die Bewegungswissenschaft ist jedoch nicht unproblematisch und nicht, ohne Einschränkungen hinsichtlich der Besonderheit phonetischen Bewegungslernens vorzunehmen, möglich. Diese Einschränkungen betreffen u.a.: die kategoriale Wahrnehmung von Sprachlauten und ihre Rückwirkung auf die lernerseitige Lautproduktion, die zentrale Bedeutung einer Hörschulung im Ausspracheunterricht sowie die starke Überlappung artikulatorischer Bewegungen beim Sprechen durch das Auftreten von Koartikulation. Während die kontextabhängige Variabilität der Bewegung des Vokaltraktes auch in der Motorikforschung - wenn auch in anderer Form - einen Schwerpunkt bildet und unter dem Stichwort „Variabilität von Bewegungen“ kontrovers diskutiert wird (siehe unten), spielt das „ear-training“ der Aussprachelehre bei der Erlernung sport- oder arbeitsmotorischer Bewegungsvollzüge kaum eine Rolle.

Ebenso ist die Bewegungswissenschaft kein einheitliches Lehr- und Forschungsgebiet, sondern je nach Betrachtungsweise und wissenschaftstheoretischer Ausgangsposition (Behaviorismus, Biomechanik, Kybernetik, Ökologie, Schema- und Handlungstheorie u.a.m.) in eine Vielzahl unterschiedlicher, nicht selten sich widersprechender Theorien des motorischen Verhaltens aufgespalten, so daß eine direkte Übertragung von Ergebnissen der Motorikforschung auf artikulatorische Erwerbsprozesse in der Ausspracheschulung nicht möglich ist. Dies betrifft insbesondere die Konzeptualisierung der phonetischen Bewegungsproduktion durch einzelne motorische Lerntheorien. Offenbar erfaßt die Bewegungswissenschaft nur einen Teil der dem Ausspracheerwerb zugrunde liegenden akustischen, sprachlichen, physiologischen, kognitiven und sozial-motivationalen Variablen der Lautproduktion. Ein ausschließlich motorische Betrachtung artikulatorischer Lernvorgänge würde deshalb zu kurz greifen. Notwendig wären vielmehr integrative theoretische Konzeptionen, die die verschiedenen Faktoren der Ausspracheerlernung aufeinander beziehen und sie mit unterrichtsmethodischen Fragestellungen in Verbindung bringen. Von

<sup>5</sup> Unter der FU-Faktoren-Komplexion wird in der Sprachlehr-lernforschung die Abhängigkeit der sprachlichen Lernleistung von nicht-linguistischen Variablen wie die personale Struktur des Lerners, Alter, Lernumgebung, Lehrmaterialien, Lehrer, Lernzielen und -methoden verstanden; vgl. hierzu exempl: Bausch/Raabe 1978:66f.; Koordinierungsgremium 1977:23ff; in bezug auf die Phonetik: Barry 1975; Steurer 1984.

<sup>6</sup> Zum besonderen Verhältnis von muttersprachlicher Identität, Aussprachegewohnheiten und phonetischen Lernschwierigkeiten vgl. exempl. Bleidistel (1992:133) und Dieling (1989, 1996).

<sup>7</sup> Vgl. hierzu auch Lindner (1975), der das Gemeinsame der Sprechbewegungen mit anderen Bewegungen, die von den menschlichen Körperorganen ausgeführt werden, darin sieht, „daß 1. an ihnen mehrere Organe beteiligt und 2. einem gemeinsamen, übergeordneten Handlungsziel untergeordnet sind, daß 3. der Bewegungsablauf bewußt gesteuert werden kann, bei wiederholt vorgenommenem Bewegungsablauf aber als Automatismus abläuft und daß 4. der Bewegungsablauf von Emotionen stark beeinflusst werden kann“ (30).

einem solchen umfassenden, interdisziplinären Ansatz ist die phonetische Zweitsprachenerwerbsforschung derzeit noch weit entfernt, da zu jedem der genannten Bereiche sowohl empirische wie theoretische Detailuntersuchungen zum motorischen Lernen in der Phonetik fehlen oder in nicht ausreichendem Maß vorliegen.

Unter Berücksichtigung dieser Einschränkungen ermöglicht die Bewegungswissenschaft in einem engeren, regulationstheoretischen Sinn Einblick in die zur Erklärung motorischen Verhaltens notwendigen kognitiven Teilprozesse und -funktionen. Sofern artikulatorisches Lernen motorisches Lernen ist, kann angenommen werden, daß diese universelle Komponenten des sensomotorischen Informationsumsatzes mittelbar oder unmittelbar auch der phonetischen Bewegungstätigkeit zugrunde liegen und artikulatorische Erwerbsprozesse maßgeblich steuern. Zumindest Grundzüge des motorischen Systems der Sprachproduktion sollten sich daher im Rahmen von Informationsverarbeitungs-Modellen des motorischen Lernens darstellen lassen.

Ausgangspunkt für die nachfolgenden Konzeptualisierungen der phonetischen Bewegungsproduktion sind die Stelmach/Diggles-Kriterien zur Bewertung von Theorien des motorischen Verhaltens. Nach Stelmach/Diggles (1982) bemißt sich der Stellenwert von Theorien des motorischen Verhaltens danach, wie weit sie in der Lage sind, folgende für motorische Abläufe spezifische Phänomene zu erklären:

1. *Die motorische Äquivalenz*: Offensichtlich können dieselben oder einander ähnliche Bewegungen durch völlig unterschiedliche Muskeln erzeugt werden. Eine direkte reliable Korrespondenz zwischen der produzierten Bewegung und den sie verursachenden neuronalen Vorgänge existiert nicht.
2. *Die Variabilität von Bewegungen*: Untersucht und registriert man Bewegungen, die identisch erscheinen, so stellt man trotz konstant gehaltener Ausgangsbedingungen Variationen in den kinematographisch oder elektromyographisch erfaßten Bewegungsabläufen fest, unabhängig davon, ob es sich um zyklische oder azyklische Bewegungen handelt.
3. *Die Komplexität des motorischen Systems*: Die Komplexität des motorischen Systems läßt sich durch die hohe Anzahl der unabhängig voneinander zu steuernden Freiheitsgrade des menschlichen Bewegungsapparates verdeutlichen. Insbesondere Bernstein (1975) hat sich mit diesem Phänomen auseinandergesetzt, wobei er die Ausführung koordinierter Bewegungen mit einer Reduktion der Freiheitsgrade im System gleichsetzt.

Einschränkend muß vermerkt werden, daß auf dem Gebiet des Erwerbs und der Kontrolle motorischer Aktionen bislang noch kein Ansatz existiert, „*der den Kriterien von Stelmach und Diggles (1982) genügt und gleichzeitig die eindeutige Vorhersage von Lern- und Transferleistungen, Fehlern und Ausführungszeiten ermöglicht*“ (Zimmer 1990:173). Die Inbeziehungsetzung von teilweise erfolgreichen Motorik-Modellen wie der Schema-Theorie von Schmidt (1975) oder universellen Strukturen und Teilfunktionen des sensomotorischen Informationsumsatzes mit Prozessen der Artikulationslernung unter Zugrundelegung der oben angeführten Bewertungskriterien für Theorien des Bewegungslernens hat deshalb den Charakter eines grundlagenorientierten Forschungsbeitrages.

Der Bezug auf den Sport dient im folgenden als paradigmatische Grundlage zur Darstellung sensomotorischer Verarbeitungsprozesse. Im Unterschied zu den sonst häufig untersuchten kleinmotorischen Zeigebewegungen, wie z.B. Fingerklopfen oder Zeigebewegungen, sind sportmotorische Vorgänge komplex genug, um die dabei gewonnenen Erkenntnisse auf andere motorische Lernbereiche verallgemeinern zu können.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Der Rekurs auf den Sport als Paradigma zur Untersuchung motorischer Lernvorgänge - einschließlich der Phonetik - hat zur Voraussetzung, daß am Beispiel sportmotorischer Bewegungshandlungen grundsätzliche Funktio-

## 2. Kognitive Komponenten der Ausspracheerlernung: das Variabilitäts- und Komplexitätsproblem in der Phonetik

Das Kriterium der Bewegungsvariabilität erscheint in der Phonetik in zweierlei Form. Zum einen markiert es ein allgemeines Bewegungsphänomen, indem zwei sich wiederholende Bewegungsabläufe desselben (Artikulations-)Typs nicht absolut identisch sein können. Nach Rausch/Rausch (1993:93) weisen Artikulationsstereotype - auch beim Muttersprachler - trotz konstant gehaltener Ausgangsbedingungen stets eine „gewisse Variabilität“ auf. Diese ergibt sich „zwangsläufig“ und ist abhängig von der „positionsbedingten Phonemrealisation, vom Bau der Artikulationsorgane, von der emotionalen Lage, von der Sprechgeschwindigkeit und von den prosodischen Merkmalen des Ausspruchs“.<sup>9</sup> Zum anderen markiert die Bewegungsvariabilität das sprachspezifische Phänomen der Überlappung von Aktivitäten, die der Bildung verschiedener Phoneme dienen. Dieser Vorgang wird als „Koartikulation“ bezeichnet und tritt beim Sprechen ständig auf. Im allgemeinen ist es daher nicht möglich, die Bewegung eines Artikulators nur einem bestimmten Phonem zuzuordnen. Sowohl „Muskelaktivität“ als auch die „Bewegungen einzelner Artikulatoren“ sind „empfindlich für den Kontext und spiegeln die konvergierenden Einflüsse mehrerer phonetischer Segmente wider“ (Fowler 1994:656)

Beispiele für eine derartige kontextabhängige Variabilität der Bewegungen des Vokaltraktes infolge Koartikulation sind das Schließen des Kiefers bei einem Konsonanten wie /b/, das in der Nachbarschaft eines offenen Vokals weniger ausgeprägt ist als in der Nachbarschaft eines geschlossenen Vokals (Fowler 1994:646), oder die sich verändernde Zungenmasse und die Form des Zungenrückens bei der Bildung eines [s] vor [i] oder [u] (Lindner 1975:239).

Um das phonetische System einer Sprache trotz der Variabilität der Organbewegungen für den Lerner beherrschbar zu machen, und um das mit der Koartikulation verbundene Problem der Komplexität des motorischen Systems für das Sprechen zu entschärfen, ist es notwendig, zumindest für die Realisierung einiger Phoneme Eindeutigkeit in der Lautbildung anzunehmen. Eine solche Eindeutigkeit besteht nach Fowler (1994) auf einer „grobkörnigeren Ebene“ (656) der Betrachtung der Sprachproduktion, „wenn diese Attribute geplant und ausgeführt werden“ (649). So müssen beispielweise die Sprechorgane im Verlauf des Sprechbewegungsablaufes eine Reihe von Organeinstellungen einnehmen, damit ein bestimmter Laut erzeugt wird. Auch wenn diese Einstellungsphasen beim flüssigen Sprechen aufgrund von Koartikulation nicht gehalten werden bzw. die Aktivitäten der Artikulatoren wie z.B. bei der Bildung von bilabialen Stopps kontextabhängig sind (s.o.), ist das Ergebnis (Lippenverschluß) dennoch eine abstrakte Invarianz des Vokaltraktes.<sup>10</sup>

---

nen der körperinternen Kontrolle und Steuerung menschlicher Bewegungen hervorgehoben werden können. Dieser Ansatz wird in der bewegungswissenschaftlichen Forschung weitgehend geteilt. So spricht z.B. Nitsch (1975) davon, daß in allgemeiner Sicht die drei für sportliches Handeln charakteristischen Merkmale „Bewegung, Leistung und Normierung“ - bei unterschiedlicher Gewichtung, Differenzierung und konkreter Ausgestaltung - „in gewissem Maße sicherlich für viele (wenn nicht gar für alle Handlungen) (gelten“ (50). Die phonetische Bewegungstätigkeit erfüllt alle drei Kriterien: sie ist erstens im Sinne Nitsch' eine psychisch regulierte, motorische Aktivität, zweitens zielt sie auf bestimmte Anstrengungs- und Gütegrade in der Aussprache und drittens orientiert sie sich in der Ausführung innerhalb einer bestimmten Bandbreite an vorgegebene (Aussprache-)Normen und Regeln einschließlich externer sozialer Bewertungen des Ausspracheprodukts. Weitere verallgemeinerbare Strukturen sportlicher Bewegungshandlungen betreffen vor allem kognitive Regulations- und Steuerungskomponenten motorischer Aktionen sowie Phasen- oder Ablaufschemata sportlicher Bewegungshandlungen (z.B. Nitsch 1975, 1986; Thomas 1995).

<sup>9</sup> Ebenso Stock (1993:101f.).

<sup>10</sup> „Die Tatsache, daß auf einer feinkörnigeren Ebene der Analyse keine Invarianz zu finden ist, wohl aber auf einer grobkörnigeren Ebene (zumindest bei einigen Features einiger phonetischer Segmente), impliziert, daß Ziele auf der grobkörnigeren Ebene die Rahmenbedingungen für die Ereignisse auf der feinkörnigeren Ebene darstellen (Fowler, Rubin, Remez & Turvey, 1980; Pattee, 1973; Weiss, 1941). Es ist so, als ob bei bilabialem

Invarianten dieser Art setzen eine Koordination der Artikulatoren zur Bildung von Sprachlauten voraus. Koordination bedeutet jedoch eine Einschränkung der Freiheitsgrade, der an der Bewegungsausführung beteiligten Organe zwecks Erreichung eines vorgegebenen Ziels. Dies wiederum impliziert nach Fowler (1994) die „*Existenz einer realen übergeordneten Ebene der Organisation des Sprechsystems*“ (656), die makroskopisch genug ist, um Rahmenbedingungen für Gruppen von Artikulatoren zu enthalten, die nötig sind, um das beabsichtigte akustische Zeichen zu realisieren.<sup>11</sup>

Verschiedene Befunde zur Lautproduktion unterstützen die Existenz einer solchen Ebene. Hierzu gehört vor allem die Fähigkeit von Sprechern, trotz Hindernissen im Mundraum (z.B. Pfeife im Mund, Beißblockstörungen) fast normal und verständlich sprechen zu können.<sup>12</sup> Ebenso belegen antizipatorische Prozesse beim Sprechen, daß Bewegungen einzelner Organe in ihrem Ansatz manchmal mehr als zwei Laute vorher beginnen, ehe sie die für den Laut typische Stellung einnehmen. So setzt das Runden der Lippen in dem englischen Wort „tulip“ - das Beispiel stammt aus Rosenbaum/Krist (1994:7) - bereits vor dem Aussprechen des /t/ ein. Es müssen daher Informationen über das /u/ schon vor dem Sprechen des /t/ vorgelegen haben. Eine einfache Erklärung für das antizipatorische Runden der Lippen besteht nach Rosenbaum/Krist darin, „*daß der Sprechende über einen Plan oder ein Programm für die gesamte Äußerung verfügt und daß bei der Vorbereitung des /t/ auch das sich unmittelbar anschließende /u/ berücksichtigt wird*“ (7).

Daß Pläne oder Programme tatsächlich der Sprachproduktion zugrunde liegen, geht auch aus einem Experiment zur Ausübung von Belastungen auf die Unterlippe während des Sprechens hervor (vgl. Abbs/Gracco/Cole 1984). Das Experiment zeigt, daß eine künstlich erzeugte, abwärts gerichtete Störung des Kiefers zu einer abwärts gerichteten Bewegung der Oberlippe führt, die größer als gewöhnlich ist. Diese Erscheinung trat jedoch nur bei solchen Äußerungen des Sprechers auf, bei denen das Schließen der Lippen wesentlich war. Fehlte dieser Kontext, blieb die verstärkte, kompensatorische Abwärtsbewegung der Oberlippe aus (Kelso/Tuller/Vatikiotis-Bateson/Fowler 1984). Rosenbaum/Krist schließen aus diesem Ergebnis, „*daß die kompensatorische Abwärtsbewegung der Oberlippe in funktioneller Beziehung zum inneren Zustand des Akteurs stand*“ (1994:15) - diese also primär durch kognitive Faktoren hervorgerufen wurde.

---

Verschluß Kiefer und Lippen so reguliert werden, daß sie tun können, was immer ihnen beliebt, solange sie nur gemeinsam den Verschluß der Lippen erreichen“ (Fowler 1994:656).

<sup>11</sup> Vgl. hierzu auch den Begriff des Funktionsmusters bei Lindner (1975) als ebenfalls übergeordnete Ebene der Sprechorganisation: „Da der Bewegungsablauf beim Sprechen in einer bestimmten Weise erfolgen muß, damit das beabsichtigte akustische Zeichen erzeugt wird, ist es notwendig, daß dafür ein *Funktionsmuster* vorhanden ist. Dieses Funktionsmuster wird bei den Sprechbewegungen im *Laufe der Entwicklung erworben*; jedes Sprechen setzt es voraus. Das aber bedeutet, daß ein *Abbild für die Steuerung* des Funktionsablaufes im Gedächtnis vorhanden sein muß. Dagegen ist es nicht notwendig, daß uns dies auch bewußt ist“ (31).

<sup>12</sup> Nach Fowler (1994:657) ist die Kompensationsfähigkeit von Sprechstörungen dieser Art ein Beleg dafür, daß Rahmenbedingungen zur Steuerung der Artikulatoren während des Sprechvorganges existieren. Weil ständig koartikulatorische Einflüsse auf den Kiefer berücksichtigt werden müssen, enthalten diese Rahmenbedingungen auch die Mittel, die benötigt werden, um eventuelle Blockierungen des Kiefers zu kompensieren.

Zu den Beißblockexperimenten vgl. exempl. Lindblom/Lubker/Gay (1979), Gay/Lindblom/Lubker (1981) und Lubker (1979). Nach diesen Experimenten sind mit einem Beißblock produzierte Vokale akustisch, artikulatorisch und perzeptiv fast normal. Lindblom et al. (1979:160) erklären dieses Phänomen bewegungstheoretisch mit dem System der prädikativen Simulation. Nach diesem Ansatz sind phonetische Segmente im Gedächtnis als Menge sensorischer Ziele spezifiziert, wobei mit diesen Zielen motorische Kommandos assoziiert sind. Kompensation auf Störungen tritt im System der prädikativen Simulation als Folge von Abweichungen zwischen den gespeicherten sensorischen Zielen und den simulierten sensorischen Konsequenzen aktueller Bewegungen der Artikulatoren auf. Indem der Sprecher die sensorischen Rückmeldungen aktueller Bewegungen der Artikulatoren als Information über den Zustand des Vokaltraktes nutzt, vermag er über Relationsmessungen zwischen den Effekten gespeicherter (korrekter) motorischer Kommandos und den simulierten Effekten gerade ablaufender Bewegungen sensorische Fehlersignale zu erzeugen, aufgrund derer er die motorischen Ausführungsbefehle noch so modifizieren kann, daß sie trotz der Störung die sensorischen Ziele für den Vokal erreichen.

Und schließlich ergeben sich Planungsprozesse beim Sprechen aufgrund der koartikulatorischen Beziehungen der Artikulatoren. Da die Bewegungen der Artikulatoren während des Sprechens in einem sich gegenseitig beeinflussenden Wechselverhältnis stehen, ist es notwendig, die Aktivitäten der Artikulatoren so zu steuern, daß sie als Teil eines gemeinsamen Verhaltens zur Wirkung kommen. Das bedeutet, daß Sprechbewegungen nicht erst im Augenblick der Notwendigkeit ihrer Ausführung koordiniert werden, „sondern daß die Koordination vorausplanend geschieht, damit die Organe, denen ja im Bewegungsablauf eine gewisse Trägheit eigen ist, in dem notwendigen Augenblick die richtige und günstige Ausgangsposition haben (...). Ein Teil der Bewegungskoordination besteht demzufolge nicht aus notwendigen, sondern aus zukünftig notwendig werdenden Bewegungen, in die die Organe geführt werden“ (Lindner 1975:36)

Eine Folge der Einführung des Plan- oder Programmbegriffs in die Phonetik ist, daß es neben den bewegungsausführenden, peripheren Sprechorganen, den sog. Artikulatoren (weicher Gaumen, Kiefer, Ober- und Unterlippe, Zunge), auch solche Instanzen geben muß, die diese Organe kontrollieren, steuern und koordinieren. Ebenso muß es eine Stelle geben, in der Sprechbewegungen gespeichert werden, und in der das akustische und motorische Muster des produzierten Lautes mit dem tatsächlich erzeugten Produkt verglichen werden kann. Ohne diesen Vergleich zwischen Soll- und Istwerten wäre es nicht möglich, über Rückmeldungen aus dem artikulatorischen Bewegungsvollzug zu lernen und Sprechbewegungen zu korrigieren.

In der phonetischen Literatur wird den Analysatoren, und hier insbesondere dem akustischen und kinästetischen Analysator (vgl. Lindner 1975; Rausch/Rausch 1993), diese Funktion zugewiesen. Nach Lindner werden Sprechbewegungen ständig über den kinästhetischen und akustischen Analysator überwacht (1975:33f.), wobei der kinästhetische Analysator ausschließlich die vom Sprecher während des Sprechens selbst erzeugten Reize verarbeitet, während der akustische Analysator das Gesamtklangprodukt kontrolliert und mit akustischen Fremdprodukten vergleicht.

Damit sind die für die phonetische Bewegungsproduktion wesentlichen kognitiven Komponenten des Ausspracheerwerbs genannt. Wie bei anderen Formen des menschlichen Bewegungslernens existiert auch beim aussprachlich-motorischen Lernen in der Phonetik eine Ebene der sensorischen Informationsaufnahme, der kognitiven Repräsentation der (Sprech-) Bewegung und des Soll-Istwert-Vergleichs. Diese Ebenen bilden zugleich die Grundlage für informationsverarbeitende Modelle des Bewegungslernens in der Motorikforschung.

### 3. Bewegungswissenschaftliche Konzeptualisierungsaspekte der phonetischen Bewegungsproduktion und Lernprozeßanalyse

#### 3.1 Schematheoretische Grundlagen des Ausspracheerwerbs

Um das System des Bewegungslernens in der Phonetik darstellen zu können, greift der vorliegende Beitrag auf die Schema-Theorie von Schmidt (1975) zurück. Von den beiden anderen Varianten des motorischen Produktionsprozesses: Open-loop (offenes System) und Closed-loop (geschlossenes System), unterscheidet sich die Schema-Theorie von Schmidt durch ein System der hierarchischen Verhaltenskontrolle.

Open-loop-Modelle, nach denen motorische Reaktionen weitgehend unbeeinflusst von peripherem Feedback verlaufen bzw. Bewegungen durch motorische Programme oder feste Innervationsmuster zentral gesteuert werden<sup>13</sup>, eignen sich nicht zur Konzeptualisierung der aussprachli-

<sup>13</sup> Nach der klassischen Definition von Keele (1968) läßt sich ein motorisches Programm als eine Sequenz von gespeicherten Befehlen definieren, die vor Bewegungsbeginn strukturiert wird, und die es erlaubt, die gesamte

chen Bewegungsproduktion. Eine solche Steuerungsform würde den koartikulatorischen Bedingungen des Ausspracheerwerbs widersprechen. Wäre das motorische System für das Sprechen als reine Steuerkette zu verstehen, würden die motorischen Kommandos in den meisten Fällen nicht die sensorischen Ziele der beabsichtigten Laute erreichen, „weil koartikulierende Segmente die Wirkungen der motorischen Kommandos in der artikulatorischen Peripherie verändern würden“ (Fowler 1994:658).

Als geschlossene Systeme (Closed-loop) werden in der Motorikforschung solche Modelle bezeichnet, die die Notwendigkeit rückgekoppelter sensorischer Information als Voraussetzung für die Regulation motorischer Handlungen ansehen. Zentrale Schlüsselemente eines Closed-loop-Systems sind: sensorische Rückmeldung (Feedback), die Existenz einer motorischen Programm- oder Führungsgröße, der Vergleich zwischen rückgekoppelter Information (Istwert) und dem vorgegebenen Referenzwert (Sollwert) sowie bei auftretenden Differenzen zwischen Ist- und Sollwert (Fehlerentdeckung) die Einleitung von Korrekturprozessen (vgl. exempl. Adams 1971; Bernstein 1975).

Gegenüber den o.a. Open-loop-Modellen haben Closen-loop-Theorien für die Darstellung aussprachlicher Produktionsprozesse den Vorteil, daß in ihnen die auch für phonetisch- motorisches Lernen zentralen kognitiven Komponenten der Sensomotorik wie sensorische Informationsaufnahme, Programmierung, Feedback und Soll-Istwert-Vergleich in Form von Modellannahmen über die Wirkung dieser Faktoren auf den Produktionsprozeß durchgespielt und theoretisch expliziert werden. Gegen eine Verwendung derartiger Konzepte spricht allerdings die diesen Theorien inhärente Annahme eines Referenzwertes oder motorischen Programms für jede einzelne Bewegung. Eine solche 1:1-Speicherung erscheint angesichts der unzähligen Bewegungsmöglichkeiten des menschlichen Bewegungsapparates - als direkte Folge seiner Freiheitsgrade - und der Kapazitätsbegrenzung des menschlichen Gedächtnisses wenn nicht unmöglich, so doch sehr unwahrscheinlich (Körndle 1983:15; Wiemeyer 1994:53; Wulf 1994:12). Allein für den Bereich der sprechmotorischen Fertigkeiten in der englischen Sprache würde dies unter Berücksichtigung der Flexionen und Akzente eine Speicherung von mehr als 100.000 Programmen erforderlich machen (MacNeilage 1970). Eng mit diesem „Speicherproblem“ verbunden ist die auch für phonetisches Bewegungslernen relevante Frage der Variabilität von Bewegungen und der erfolgreichen Generierung völlig neuer Variationen innerhalb derselben Bewegungsklasse („Neuigkeitsproblem“).

Beide Phänomene, das Speicher- und das Neuigkeitsproblem, werden durch Modelle der hierarchischen Verhaltenskontrolle wie das der Schema-Theorie von Schmidt in wesentlichen Punkten entschärft. Ein weiterer Vorzug der Schema-Theorie ist, daß sie sich in ihren Aussagen zum motorischen Lernen explizit auf schnell auszuführende Bewegungen bezieht, wie sie auch dem Ausspracheerwerb zugrunde liegen<sup>14</sup>, und daß sie das Erlernen von Bewegungsfertigkeiten abstrakt als Regelerwerb definiert.<sup>15</sup> Aufgrund dieses Abstraktionsgrades von konkreten motorischen Aktionen lassen sich zahlreiche Hypothesen der Schema-Theorie zur menschlichen Bewegungsproduktion auch auf artikulatorische Lernprozesse übertragen.

---

Bewegungsabfolge unbeeinflusst von äußeren Rückmeldungen zu realisieren: „The concept of a motor program may be viewed as a set of muscle commands that are structured before a movement sequence begins and that allows the entire sequence to be carried out uninfluenced by peripheral feedback“ (387).

<sup>14</sup> Nach Schmidt (175:230, 240ff.) umfaßt der Gültigkeitsbereich der Schema-Theorie sowohl geschlossene (=stereotype Bewegungsformen, konstante Ausgangsbedingungen) und offene (=variable Bewegungsvollzüge und -bedingungen, situative Anpassungen) diskrete Fertigkeiten als auch langsam und schnell auszuführende Bewegungen. Diskrete Bewegungsaufgaben sind dadurch definiert, daß sie einen erkennbaren Anfang und ein erkennbares Ende haben und gewöhnlich recht kurz sind (z.B. weniger als 5 sec dauern). Die Theorie beschäftigt sich ebenfalls mit schnellen „ballistischen“ Aufgaben mit sehr kurzer Bewegungszeit (unterhalb von 200 msec) sowie mit Aufgaben, die maximale Geschwindigkeit, Höhe etc. zum Ziel haben.

<sup>15</sup> „The theory says that we learn skills by learning rules about functioning of our bodies, forming relationships between how our muscles activated, what they actually do, and how those actions feel“ (Schmidt 1988:488).

Im folgenden werden zunächst Grundpositionen der Schema-Theorie zum Innenaspekt motorischer Lernvorgänge und zur körperinternen Organisation von Bewegungen dargestellt. Anschließend erfolgt deren Anwendung auf Prozesse des Bewegungslernens in der Ausspracheschulung.

### 3.1.1 Grundthesen der Schema-Theorie zur menschlichen Bewegungsproduktion

Um das Speicher- und Neuigkeitsproblem von Closed- und Open-loop-Theorien zu überwinden, führt Schmidt (vgl. exempl: 1975, 1984, 1988) das Konzept generalisierter motorischer Programme (GMP) ein. Hierunter versteht er zentral gespeicherte abstrakte Repräsentationsstrukturen für Klassen von Bewegungen (z.B. Ballwerfen), die erst kurz vor Bewegungsbeginn durch spezifische Handlungsanweisungen definiert werden und dadurch modifizierbar sind (Lösung des Speicherproblems).<sup>16</sup>

Im Zusammenhang mit dem GMP-Konzept entstehen zwei Fragen: 1. Was ist der Inhalt eines GMP? 2. Wie werden GMPs situationsadäquat angepaßt und parametrisiert?

Die erste Frage führt zur „*Impuls-Timing-Theorie*“ (vgl. Schmidt 1980, 1984:14-16, 1988:242-255; Roth 1989a:52ff.; Wiemeyer 1992a). Danach sendet ein motorisches Programm zu allen ausgewählten bewegungsproduzierenden Muskeln „*Zeit- und Kraftinformationen*“. Die Programme selbst werden als zeitlich geordnete Impulsmuster aufgefaßt, denen jeweils drei invariante Merkmale und zwei bzw. drei variable Parameter zugrunde liegen.

Zu den Invarianzen eines für eine bestimmte Bewegungsfertigkeit charakteristischen Impuls-Timing-Musters gehören: das „*Sequencing*“, d.h. die Reihenfolge der Einzelimpulse einer Bewegungsfertigkeit und das Verhältnis der zeitlichen Abstände, das *relative Timing*, d.h. die auf die Gesamtbewegungszeit bezogene Aktivierungsdauer der einzelnen Muskeln, und die *relativen Kräfte*, d.h. die auf den Gesamtkrafteinsatz bezogenen Kraft-Maxima (Amplituden) der Einzelimpulse. Variabel sind dagegen die Parameter: *absolute Bewegungsdauer*, *absoluter Gesamtkrafteinsatz* und nur bei Schmidt (1980:151f., 1988:254f.) die *beteiligten Muskeln* oder *Muskelselektion*.

Eine empirische Bestätigung der Annahme generalisierter motorischer Programme erfordert den Nachweis, daß die postulierten invarianten Merkmale des Konzepts auch dann konstant bleiben, wenn die Variablen im Versuch modifiziert werden (Gestalt-Konstanz-Hypothese). Die hierzu vorliegenden Untersuchungen (vgl. exempl. Heuer 1992:514-517; Schmidt 1975, 1984, 1988:246-255; Roth 1989a:55-76; Wiemeyer 1992a:7-10; Wulf 1994:14-19) lassen zur Zeit kein eindeutiges Urteil zu. Während Wulf (1994:19) und Roth (1990:11) trotz einer Reihe von Gegenargumenten und empirisch begründeter Einwände das GMP-Konzept insgesamt als gestützt ansehen, ist für Wiemeyer (1994) aufgrund inhaltlich-logischer Einwände und zahlreicher Bewegungen, bei denen keine Gestalt-Konstanz gefunden werden konnte, die Gestalt-Konstanz-Hypothese in der vorliegenden Form nicht haltbar. Die „*Idee eines generalisierten Engramms für eine Klasse von Bewegungen*“ sollte aber nach Wiemeyer dennoch „*beibehalten werden*“ (61).<sup>17</sup>

<sup>16</sup> „These generalized motor programs are assumed to be able to present the prestructured commands for a number of movements if specific response specifications are provided. Thus a motor program for throwing a ball could be modified by specific instructions to throw fast or slow. These specifications can be thought of as parameters that can be varied before the movement begins to enable the execution of the program at a different speed, a different force, and so on“ (Schmidt 1975:232).

<sup>17</sup> Vgl. hierzu auch Heuer (1992:516f.), der das Konzept eines generalisierten Bewegungsprogramms mit Dauer, Kraft und beteiligter Muskulatur als Parameter durch empirische Befunde zwar insgesamt vorläufig als gestützt ansieht, die Suche nach invarianten Merkmalen aber für ein noch nicht abgeschlossenes Kapitel der Forschung hält. Es ist deshalb nach Heuer auch nicht auszuschließen, „daß das Konzept des generalisierten Bewegungsprogramms in den kommenden Jahren in seiner inhaltlichen Ausfüllung erheblich modifiziert werden muß“ (517).

Die zweite Fragestellung, wie die generalisierten motorischen Programme situationsadäquat angepaßt und die oben angeführten variablen Bewegungsparameter in ein bereits bestehendes GMP eingelesen werden können, führt zur Schema-Theorie Schmidts (1975). Ein motorisches Schema ist nach diesem Modell eine aus dem Bewegungsvollzug gewonnene abstrakte Regelbildung zur Produktion und Bewertung von Bewegungsvarianten innerhalb einer Bewegungsklasse. Von besonderer Bedeutung sind hierbei das für die Ausführung von Bewegungen verantwortliche „Recall“ (=Erinnerungs- oder Reproduktions)-Schema sowie das für die Bewegungsevaluation zuständige „Recognition“ (=Wiedererkennungs)-Schema.

Nach Schmidt (1975, 1976, 1988:482-489) werden bei der Durchführung von Zielbewegungen grundsätzlich sensorische Daten aus vier Informationsquellen gespeichert: a) die *Ausgangsbedingungen der Bewegung*: diese beziehen sich auf Informationen der verschiedenen Rezeptoren vor Bewegungsbeginn; b) die *Parameter-Spezifikation*: hierunter werden die das Grundmuster der Bewegung variierenden Elemente wie z.B. Zeit- und Kraftparameter verstanden; c) die *sensorischen Konsequenzen*: diese Informationsart besteht aus einer genauen Afferenzkopie aller durch die Bewegungsausführung entstehenden sensorischen Rückkoppelungen; d) das *Ergebnis der Bewegung*: hierbei handelt es sich um das tatsächliche, nicht um das erwartete oder gewünschte Ergebnis. Der Lerner erhält diese Information entweder als Kenntnis des Resultates (*KR=knowledge of result*) von einem Lehrer bzw. von einer außenstehenden Kontrollquelle oder als sensorische Rückkopplungsinformation aus dem Bewegungsvollzug (sog. „*subjektive Verstärkungen*“).

Nach der Durchführung einer Reihe von Bewegungen der gleichen Bewegungsklasse kommt es zu einer fortschreitenden Abstraktion der Beziehung zwischen den genannten vier Informationsarten. Diese Abstraktionen, die nach Schmidt den Inhalt der motorischen Schemata, d.h. die Schema-Regeln für einen bestimmten Bewegungstyp ausmachen, sind als zeitlich stabiler anzusehen als die Speicherung von Daten über Einzelbewegungen, die relativ schnell wieder verblassen (Roth 1982:74; Wulf 1994:20).

Im Verlauf des motorischen Lernprozesses bilden sich nach der Schema-Theorie zwei trennbare Gedächtnisstufen heraus, die den Bewegungsproduktionsprozeß auf unterschiedliche Weise beeinflussen: das Recall- und das Recognition-Schema.

Während das Recall-Schema die Relation zwischen den Ausgangsbedingungen (a), dem tatsächlichen Ergebnis (d) und den Parameter-Spezifikationen (b) darstellt und je nach Ausgangslage und angestrebtem Ziel durch Interpolation früherer Reaktions-Spezifikationen in ähnlichen Situationen die Ausführung neuer, bislang noch nicht praktizierter Bewegungen ermöglicht,<sup>18</sup> entsteht das Recognition-Schema als Abstraktion der Beziehung zwischen den sensorischen Konsequenzen (c) und den Informationsarten (a) und (d). Wesentlich für die Funktionsweise des Recognition-Schemas ist, daß - ebenfalls unter Berücksichtigung der Ausgangsbedingungen - aus der Verbindung zwischen dem KR vergangener motorischer Handlungen und ihren sensorischen Konsequenzen eine Repräsentation von erwarteten sensorischen Daten erzeugt wird, wie sie bei fehlerfreier Realisierung des Bewegungsziels produziert würden. Dadurch, daß sich diese sensorischen Konsequenzen nicht mehr auf Rückkoppelungen aktueller Handlungen, sondern auf das Feedback korrekt ausgeführter Bewegungen beziehen, und durch die relative Unabhängigkeit vom bewegungsproduzierenden Recall-Schema wird es möglich, daß das Schema während und nach Abschluß einer Bewegung als Kontrollmaßstab für die Richtigkeit von Aktionsspezifizie-

<sup>18</sup> Vgl. hierzu auch Schmidt (1975:245), der in der Fähigkeit von Vpsn., Bewegungen einer bestimmten Klasse von Bewegungen herstellen zu können, die sie vorher noch niemals ausgeführt haben, den eindruckvollsten Beleg zur Unterstützung des Recall-Schemas sieht: „However, the most impressive kind of evidence could be generated in support of the schema is that subjects can produce movements of a given class that they had, strictly speaking, never performed previously; an example is the basketball player who shoots from various places on the floor with great accuracy. The notion is that the varied previous shooting experiences led to increased schema strength, providing a basis for generating novel movements of that some class“.

rungen dient, indem auf der Grundlage von zu erwartenden sensorischen Konsequenzen fehlerfreier Bewegungsvollzüge Vergleichssignale für die tatsächlich einfließenden sensorischen Informationen des Bewegungsaktes generiert werden, die bei Abweichungen vom Sollwert der Bewegung unmittelbar zu Fehlermeldungen führen.<sup>19</sup>

Solche Diskrepanzsignale können im Rahmen der Schema-Theorie in zwei Formen (Schmidt 1975:238f.) auftreten: Entweder kann das Fehlersignal unverarbeitet bleiben („*raw sensory signal*“), oder es kann über Fehleretikettierung („*error labeling*“) zu einer subjektiven Verstärkung (potentieller KR-Ersatz) verarbeitet werden, die zwar ungenauer ist als vollständiges KR, aber dennoch das Recall-Schema verändern kann. Die Entwicklung des Fehlererkennungssystems vollzieht sich über ein drittes Schema („*error labeling system*“), und zwar als Abstraktion der Beziehung zwischen KR und den tatsächlich sensorischen Rückmeldungen.

Der Informationsfluß zur Ausführung und Kontrolle motorischer Handlungen läuft nach Schmidt (1975:239f.) wie folgt ab: Der Bewegungsprozeß beginnt mit der Formulierung des erwünschten Ergebnisses und der Analyse der Ausgangsbedingungen (a). Auf dieser Grundlage werden - zeitlich parallel - zum einen aus der Beziehung zwischen früheren Handlungsergebnissen (d) und -spezifizierungen (b) die Bewegungsparameter ausgewählt (im Recall-Schema), die das geplante Ergebnis erwarten lassen. Zum anderen erzeugt der Bewegungsausführende aus der Relation zwischen dem KR vergangener Handlungen (d) und ihren sensorischen Konsequenzen (c) die erwarteten proprio- und exterozeptiven sensorischen Daten (im Recognition-Schema), die bei fehlerfreiem Bewegungsvollzug produziert würden. Nach Auslösung des nun spezifizierten motorischen Programms können innerhalb der nächsten 200 msec keine Programm-Modifikationen vorgenommen werden, da die Operationszeiten der Rückkoppelungsschleifen diese Bewegungsdauer überschreiten (vgl. Schmidt 1975:232f., 241f.; 1982:201).

Bewegungen von extrem kurzer Dauer stehen deshalb unter vollständiger Kontrolle des Recall-Schemas, während für langsame oder länger anhaltende Bewegungen nach der Schema-Theorie in erster Linie das Recognition-Schema verantwortlich ist. Dabei führt der Bewegende sukzessiv kurze Programme aus und vergleicht die tatsächlichen mit den erwarteten sensorischen Konsequenzen. Eventuelle Differenzen werden dem Recall-Schema zurückgemeldet und führen zu Modifikationen der ursprünglich gewählten Programm-Parameter oder -sofern dies nötig ist und die Zeit es zuläßt - zu einem Wechsel des Bewegungsprogramms.

Für schnelle Bewegungen nimmt Schmidt (1975:252) dagegen an, daß das Recognition-Schema und die resultierende subjektive Verstärkung erst nach Bewegungsende zu wirken beginnen, da diese Rückkoppelungsschleifen als sehr langsam angesehen werden, und daß hier die Möglichkeit besteht, eigene Fehler erst nach der Bewegung zu entdecken, so daß Korrekturen in die nachfolgende Bewegung eingebracht werden können. Bei ausreichender Übung mit KR und einem dementsprechend genauen Recognition-Schema - als Folge der Kenntnis des Resultates in der anfänglichen Übungsphase und der Qualität bzw. Quantität der bei jeder Wiederholung empfangenen sensorischen Rückmeldung<sup>20</sup> - können nach der Schema-Theorie schnell auszuführende Be-

<sup>19</sup> Die Aufgabenbereiche beider Schemata faßt Schmidt (1976:45f.) wie folgt zusammen: The specific role of recall and recognition memory depend slightly upon the type of task, but basically recall is the state responsible for the generation of impulses to the musculature that carry out movement (or movement corrections), while recognition memory is the state responsible for evaluation of response-produces feedback that makes possible the generation of error information about the movement“.

<sup>20</sup> „Since the expected sensory consequences are dependent upon the developing relationship between the response outcome (as determined by KR or other subjective reinforcement) on previous trials and the sensory feedback actually recieved, the strength of the recognition memory should increase as a function of both KR in initial practice and the quality and amount of feedback recieved on each trial. This portion of the schema rule is the basis of recognition memory for the movements of the type governed by the schema“ (Schmidt 1975:237). Die Stärke des Recall-Schemas ist dem gegenüber abhängig von der Anzahl der Übungsversuche und der Genauigkeit

wegungen auch ohne KR weiter gelernt werden. In diesem Fall übernimmt die subjektive Verstärkung die Funktion des tatsächlichen Ergebnisses.<sup>21</sup>

Eine weitere zentrale Vorhersage der Schema-Theorie ergibt sich aus der Funktionsweise motorischer Schemata. Danach ist die Stärke eines Schemas funktional abhängig von der Menge und der Variabilität vorangegangener Bewegungserfahrungen innerhalb einer Bewegungsklasse („variability-of-practice“-Hypothese).<sup>22</sup>

Wie ist die Schema-Theorie von Schmidt zu bewerten?

In der bewegungswissenschaftlichen Forschung ist das Echo auf die Schema-Theorie auch 20 Jahre nach ihrem ersten Erscheinen nicht ungeteilt. Während einige Motorikforscher von einer „hohen Plausibilität“ der Grundannahmen der Schema-Theorie ausgehen (z.B. Wulf 1994:30) oder sich für die „Verwendung der Schmid'schen Schema-Theorie als Modell“ aussprechen (z.B. Körndle 1983:119), wenn auch unter Einschluß von Modifikationen und notwendigen Erweiterungen,<sup>23</sup> halten andere Motorikforscher wesentliche Ergebnisse der Schema-Theorie für widerlegt oder „aufgrund der Vielzahl der inhaltlich-logischen Widersprüche und kritischen empirischen Befund in der vorliegenden Form nicht haltbar“ (z.B. Wiemeyer 1994:65). So reicht nach Zimmer (1990) der Ansatz beim Kriterium der Komplexität des motorischen Systems nicht aus, während Ivry (1994) und Wiemeyer (1992b) hervorheben, daß die aus der Theorie abgeleiteten Theses „häufig sehr generell (sind)“ (1992b:8), und es der Theorie insgesamt, „möglicherweise wegen ihrer Breite, an Genauigkeit und Spezifität fehlt“ (1994:372).<sup>24</sup> Andererseits gehört es zu den Stärken der Theorie, daß sie einen relativ weiten Gültigkeitsbereich beansprucht (vgl. Roth 1982:77; Thomas 1995:150; Wiemeyer 1994:63), und daß sie mit Voraussagen operiert, die empirisch überprüfbar sind. Darüber hinaus können mit dem Modell „relativ komplexe Bewegunghandlungen beschrieben werden“ (Thomas 1995:150).

---

der Ergebnis-Rückmeldung. Da das Recall-Schema die Beziehungen zwischen den Ausgangsbedingungen, früheren tatsächlichen Ergebnissen (KR oder subjektive Verstärkung) und früheren Handlungsspezifizierungen enthält, kann es nur über Ergebnisse neuer Spezifizierungen modifiziert werden. Eine Prädikation der Schema-Theorie besagt daher, daß sich bei vorhandenem KR eine Verringerung des Feedback nicht negativ auf das Recall, wohl aber negativ auf das Recognition-Schema auswirken sollte.

<sup>21</sup> Wird KR dagegen nach nur wenigen KR-Versuchen entzogen und ist das Recognition-Schema dadurch unzureichend entwickelt, kann die Theorie wegen ungenauer subjektiver Verstärkung resp. unangemessener Vermutung über das Ergebnis kein Lernen vorausagen. Eine Ausnahme sieht Schmidt in Situationen, in denen die zu erlernende Aufgabe ein Element einer oft geübten Klasse von motorischen Reaktionen ist, für die schon vorher ein starkes Schema entwickelt wurde. Bei langsamen Bewegungen, die primär unter der Kontrolle des Recognition-Schema stehen, sind nach Schmidt Fehlerinformationen in Form von KR eine notwendige Voraussetzung, um einen systematischen Lernfortschritt zu erreichen (Schmidt 1975: 250, 252).

<sup>22</sup> Die Begründung ergibt sich aus der Art des Aufbaus von Schema-Regeln in Analogie zu Regressionsgraden. Bei geringer Variationsbreite liegen nach Schmidt (1988:488) die „Datenpunkte“ nahe zusammen, so daß Unsicherheit bezüglich der genauen Lage der Regressionsgraden besteht. Wenn eine neuartige Bewegung gefordert wird, ergeben sich größere Fehler in der Einschätzung der genauen Bewegungsparameter und/oder der erwarteten sensorischen Konsequenzen. Durch variables Üben entwickelte ausgeprägte Recall- und Recognition-Schemata hingegen gestatten eine „exaktere Ableitung der Parameter und der sensorischen Konsequenzen, da die Schema-Regel (d.h. die Lage der Regressionsgraden) genauer definiert wird“ (Wulf 1994:23).

<sup>23</sup> Die Modifikationen betreffen vor allem eine abstraktere Definition des Schema-Begriffs sowie dessen Erweiterung um zulässige Transformationen. In diesem Kontext erscheint der Schema-Ansatz von Schmidt als ein Spezialfall eines allgemeineren Modells; vgl. auch Zimmer (1983, 1990).

<sup>24</sup> Ebenfalls umstritten ist die „variability-of-practice-Hypothese“ der Schema-Theorie. Nach dieser Hypothese gelingt der Transfer auf eine neuartige Bewegung umso besser, je variabler und umfangreicher das bisherige Üben innerhalb der betreffenden Bewegungsklasse gestaltet worden ist. Die empirische Überprüfung dieser Hypothese hat zu teils bestätigenden, teils widersprechenden Untersuchungsergebnissen geführt. Eine kritische Gegenüberstellung der verschiedenen Befunde findet sich u.a. bei Gehrman (1998:153, Anm. 42), Ivry (1994:371f.) und Wiemeyer (1992b:8f.).

Nach Ansicht vieler Motorikforscher (z.B. Kaul/Zimmermann 1990:3; Roth 1989b:26; Wulf 1994:5) gehört die Schema-Theorie Schmidts und die Theorie generalisierter motorischer Programme zu den derzeit einflußreichsten Modellvorstellungen zum motorischen Lernen im anglo-amerikanischen und im deutschsprachigen Raum. Die Überzeugungskraft des Konzepts scheint vor allem darin zu bestehen, daß es die Vielseitigkeit menschlicher Bewegungskompetenz in allgemeiner Weise zu erklären vermag, ohne allerdings alle abweichenden empirischen Befunde integrieren oder die von Stelmach/Diggles für motorisches Verhalten charakteristischen Phänomene ausreichend erklären zu können.

### 3.1.2 Schema-Theorie und Bewegungslernen in der Ausspracheschulung

Unter dem Aspekt der Konzeptualisierung phonetisch-motorischer Lernvorgänge durch Theorien des motorischen Verhaltens hat die Schema-Theorie von Schmidt den Vorteil, daß sie das für artikulatorisches Lernen relevante Problem der Variabilität und Neuigkeit von Bewegungen zu entschärfen vermag, und daß sich der Geltungsbereich dieses Ansatzes mit der Klasse diskreter, schnell auszuführender geschlossener und offener Bewegungsfertigkeiten (siehe Anm. 13) auf zwei für den Erwerb aussprachlich-motorischer Fähigkeiten in der Ausspracheschulung zentrale Aufgabenbereiche des Ausspracheunterrichts beziehen läßt.

Eine geschlossene Bewegungsaufgabe besteht im Ausspracheunterricht immer dann, wenn der Lerner eine durch Artikulationseinstellungen fest definierte, genormte Sprechbewegung als Bewegungsmuster für einen Laut (=Artikulationsstereotyp) stets in der gleichen Form, präzise und stabil zu reproduzieren hat. Als offen kann dagegen eine Aufgabenstellung bezeichnet werden, bei der die artikulatorische Grundbewegung infolge Koartikulation variiert wird, oder der Sprecher sich an unterschiedliche Situationsbedingungen in der Rede mit einer Modifikation des Sprechbewegungsablaufs anpassen muß.

Koordinations-theoretisch sind offene von geschlossenen Bewegungsaufgaben zu trennen. Beide Aufgabenklassen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich der erforderlichen Lösungskompetenz als auch hinsichtlich der lernerseitigen Erwerbstrategien und der methodischen Beeinflußbarkeit. Ein auf Basis der Schema-Theorie präzisiertes Modell des Systems des Bewegungslernens in der Phonetik muß daher zunächst auf zwei grundlegende Fragestellungen eine Antwort finden:

1. Was hat ein Lerner sich genau anzueignen, der ein neues, zuvor nicht beherrschtes Artikulationsgrundmuster in der Zielsprache korrekt ausführen will?
2. Worin unterscheidet sich diese Lösungskompetenz von der Fähigkeit, die bereits erworbenen artikulatorischen Grundbewegungen vielfach variieren und an wechselnde äußere und innere Realisierungsbedingungen anpassen zu können?

Folgt man den koordinations-theoretischen Grundannahmen der Impuls-Timing-Theorie ist das Lernen von Fertigungsgrundmustern mit dem Lernen zentral gespeicherter Impusmuster gleichzusetzen, die durch drei invariante Merkmale definiert sind. Entsprechend kann das Lernen eines Artikulationsstereotyps in der Ausspracheschulung als Erwerb eines für eine bestimmte artikulatorische Fertigkeit charakteristischen Impuls-Timing-Musters gekennzeichnet werden, in dem als Grundelemente das „Sequencing“, das relative Timing und die relativen Krafteinsätze festgeschrieben sind.

Die Beantwortung der zweiten Frage läßt sich mit der Schema-Theorie von Schmidt in Verbindung bringen. Das Erlernen von Ausführungsvariationen und -anpassungen bereits beherrschter, zielsprachlicher Artikulationsgrundmuster entspricht danach der Aneignung von jeweils spezifischen „Recall“-Schema-Regeln, die die Merkmale Ausgangsposition, Parametrisierungsgrad und gewünschtes Ergebnis systematisch miteinander verbinden, sowie von Programmparameter-

Situations-Assoziationen, die die variable Verfügbarkeit der Programme in sprechtypischen und alltagsnahen Bedingungskonstellationen gewährleisten.

Nimmt man die Schema-Theorie von Schmidt als Grundlage, läuft der Informationsfluß zur Generierung zielsprachlicher neuer Bewegungshandlungen im Verlauf der artikulatorischen Bewegungsausführung wie folgt ab: Bereits vor Bewegungsbeginn werden aus der Analyse der Ausgangsposition der Artikulatoren und des angestrebten Bewegungsziels durch Interpolation früherer artikulatorischer Handlungsspezifizierungen und -ergebnisse in ähnlichen Situationen die Bewegungsparameter ausgewählt, die das geplante artikulatorische Ergebnis erwarten lassen. Gleichzeitig werden in analoger Weise aus der Relation zwischen dem KR vergangener artikulatorischer Handlungen und Rückmeldungen diejenigen sensorischen Konsequenzen erzeugt, die sich bei korrekter artikulatorischer Bewegungsausführung einstellen müßten. Innerhalb der ersten 200 msec der durch Parameter spezifizierten artikulatorischen Bewegung können keine Programmänderungen vorgenommen werden, da das Feedback, selbst wenn es einen Programmwechsel indizieren würde, wegen der Kürze der Reaktionszeit in dieser Zeitspanne nicht wirksam werden könnte. Korrekturen in der Programmauswahl von Artikulationsstereotypen können daher erst die nachfolgende artikulatorische Bewegung beeinflussen.

Da die Dauer eines Lautes zwischen 100 bis 300 msec beträgt (Lindner 1975:39), steht die Lautbildung primär unter Kontrolle des Recall-Schemas. Das Recognition-Schema dient dagegen als selbständige Überprüfungsinstanz zur Bewertung der aktuellen motorischen Impulse und übt über die aus dem Vergleich zwischen tatsächlichen und erwarteten sensorischen Konsequenzen resultierende sensorische Verstärkung (als potentieller KR-Ersatz) eine Korrekturfunktion aus. Die Stärke beider Gedächtnisstufen ist gemäß der Schema-Theorie abhängig von der Genauigkeit der Ergebnis-Rückmeldung (KR) sowie der Anzahl, der Qualität und der Variationsbreite der Erfahrungswerte innerhalb einer Bewegungsklasse.

Unterrichtsmethodisch ergeben sich aus der Impuls-Timing-Theorie und dem Schema-Modell Schmidts eine Reihe von Konsequenzen für die phonetische Übungsgestaltung, die sich unmittelbar auf Aneignungsstrategien des Lerners beziehen lassen. Sie besitzen dadurch eine zumindest theoretische Evidenz, indem die Wirkung dieser Methoden im Rahmen einer motorischen Erwerbsanalyse aussprachlicher Lernvorgänge erklärbar wird und mit einzelnen Komponenten des sensomotorischen phonetischen Informationsumsatzes in Verbindung gebracht werden kann. Ebenso generiert die Schema-Theorie eine Reihe von Voraussagen zum phonetischen Lernen, die sich durch die aussprachliche Unterrichtspraxis weitgehend bestätigen lassen:

1. Sowohl für das Impuls-Muster -Lernen generalisierter motorischer Programme als auch für die Schemabildung gilt als Voraussetzung, daß der Lerner in der Lage sein muß, das eigene intrinsische Feedback aus dem Bewegungsvollzug auszuwerten und das Ergebnis dieses Bewertungsvorganges als erneute Informationseingabe in Form von Bewegung wiederum in den Lernprozeß einzubringen. Verschiedene Motorikforscher (vgl. exempl. Roth/Brehm/ Willimczik 1983; Roth 1989b, 1990, 1991) fordern deshalb als grundlegende methodische Folgerung aus der Schema-Theorie, die Wahrnehmungsfähigkeit des Lerners für die sensorischen Signale aus dem Bewegungsvollzug zu schulen, sowie die invarianten Bewegungsbestandteile durch Übungen gesondert hervorzuheben und zu vereinfachen, so daß der Lerner weder koordinativ noch sensorisch in dieser Lernphase überfordert wird. So empfiehlt Roth (1989b:32, 1990: 14) zur Erlernung geschlossener motorischer Fertigkeiten, die invarianten Elemente der Bewegung durch direkte (taktile, kinästhetische) und indirekte (akustische, optische) Ausführungshilfen zu unterstützen, und die Präzisionsanforderungen zu reduzieren. Als weitere Vereinfachungsstrategie gibt Roth an, die Rahmenbedingungen der Bewegungsausführung derart zu gestalten, daß sie die „*Freiheitsgrade der Fertikeitsregulation in Richtung des jeweils angestrebten Impuls-Timing-Musters einschränken*“ (1989b:32). Ähnliche Übungsbedingungen sollten auch im Aus-

spracheunterricht helfen, das Erlernen zielsprachlicher artikulatorischer Bewegungsgrundmuster zu beschleunigen (siehe 3.2.3).

2. Eine ebenfalls auch für die Ausspracheerlernung grundlegende methodische Ableitung betrifft die Häufigkeit extrinsischer Rückmeldungen im Unterricht. Hierunter sind verbale bzw. verbalisierte Informationen über das Ergebnis und den Verlauf der Bewegung zu verstehen, die dem Lerner nach Beendigung der Bewegung durch ein externes Lehr- oder Kontrollsystem gegeben werden. Neuere Befunde zur Effektivierung des Bewegungslernens (vgl. exempl. Winstein 1988; Winstein/Schmidt 1990; Wulf 1994) belegen, daß entgegen der traditionellen Auffassung nicht möglichst häufige und sofort übermittelte, sondern in der Anzahl reduzierte und mit Verzögerung gegebene Rückmeldungen zu besseren motorischen Lernergebnissen führen. Ein möglicher Nachteil zu häufiger Rückmeldungen besteht nach Wulf (1994) besteht darin, daß *„(d)urch ständige extrinsische Rückmeldungen - die objektiver und genauer sind als intrinsische Rückmeldungen - (...) die Beachtung intrinsischer Informationen quasi 'überflüssig' (wird), so daß die Entwicklung eines zuverlässigen Fehlerentdeckungs-Mechanismus verhindert wird“* (120). Als weiteren negativen Effekt beschreibt Wulf, daß zu häufige Rückmeldungen zu ständigen Korrekturen und Veränderungen im Bewegungsablauf veranlassen, was zur Folge hat, daß die Ausbildung einer stabilen Repräsentation der Bewegung erheblich erschwert wird (Wulf 1994:120 f., 1992:14).<sup>25</sup>

Die hier vorgestellten Untersuchungsergebnisse zur Effektivität häufiger extrinsischer Rückmeldungen beim motorischen Lernen sind für die Ausspracheerlernung in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Zum einen zeigen sie, daß Rückmeldungen, um den Aufbau stabiler, zielsprachlicher artikulatorischer Bewegungsrepräsentationen nicht zu behindern und um die Verarbeitungsfähigkeit des Lerners für intrinsisches Feedback aus dem Bewegungsvollzug zu fördern, im Ausspracheunterricht nicht zu häufig gegeben werden sollten. Bei zu hoher Anzahl führen Rückmeldungen zu ständigen Verhaltensänderungen, was unter Umständen die Selbstlernfähigkeiten des Lerners erheblich einschränken kann.<sup>26</sup> Vor allem aber muß der Ausspracheunterricht darauf hinzielen, den Lerner möglichst frühzeitig von externen Rückmeldungen unabhängig zu machen, um ihn auf Situationen vorzubereiten, in denen keine Informationen von außen mehr zur Verfügung stehen und er zur Korrektur von Aussprache Fehlern ausschließlich auf den körperinternen Fehlerentdeckungs-Mechanismus angewiesen ist (vgl. hierzu ausführlich Gehrmann 1998)

3. Als weitere, grundlegende methodische Konsequenz läßt sich aus der Schema-Theorie die Forderung nach einer variablen Übungsgestaltung im Ausspracheunterricht ableiten. Nach Schmidt ist die systematische Variation von Bewegungsparametern eine entscheidende Voraussetzung, um die Schema-Bildung zu stärken (hierzu kritisch Anm. 23). Folgt man dieser Hypothese darf sich die Ausspracheschulung nicht darauf beschränken, Artikulationsstereotype isoliert einzuschleifen und diese ausschließlich anhand von Minimalpaaren oder wenig variierten, sich ständig wiederholenden Vor- und Nachsprechübungen zu üben. Entsprechend den Forderungen nach einer umfassenden Hörschulung im Ausspracheunterricht unter vielfach variierten lautlichen und situativen Bedingungen - so fordern einige Phonetiker ein Hörtraining auch unter akustisch erschwerten Bedingungen (Lautsprecherdurchsagen, Gespräche

<sup>25</sup> Vgl. hierzu auch die Untersuchung von Swinnen/Schmidt/Nicholson/Shapiro (1990, Experiment 2). In diesem Experiment erzielte eine Gruppe mit verzögerter Rückmeldung nach Beendigung der Bewegung (3,4 sec) deutlich bessere Leistungen als die Gruppe mit sofortiger Rückmeldung (240 msec). Diese Vorteile blieben in Retentionstests auch nach vier Monaten erhalten. Swinnen et al. erklären diese Leistungsunterschiede damit, daß durch die sofortige Rückmeldung die Verarbeitung der intrinsischen Rückinformation blockiert wird. Diese ist aber die Voraussetzung für die subjektive Auswertung der Bewegung und der Fähigkeit, Fehler selbständig zu erkennen.

<sup>26</sup> Neuere Befunde wie die von Nicholson (1992, zitiert nach Wulf 1994) deuten sogar darauf hin, daß externe Rückmeldungen gar nicht ignoriert werden können. So wurden Vpsn. dazu aufgefordert, die vorangegangene Bewegungsausführung zu wiederholen und die Rückmeldung nicht zu beachten. Dennoch wurde die Bewegung in Richtung der Rückmeldung korrigiert.

im Straßenverkehr, Talkshows etc.), um den Lerner zu befähigen, auch unter Geräuscheinwirkungen ein globales Hörverständnis zu erlangen (z.B. Kelz 1976:122; Paul 1996:492) - müssen auch Sprechbewegungen in möglichst realen Kommunikationskontexten und unter häufig wechselnden und veränderten artikulatorischen und situativen Ausführungsbedingungen eingeübt und angewendet werden. Nur wenn dies geschieht, können sich - nach der Schema-Theorie - ausreichend komplexe kognitive Strukturen wie zielsprachliche artikulatorische Programme und Schemata herausbilden, die auch unter für den Lerner ungewohnten und schwierigen perzeptiven, produktiven oder situativen Bedingungen ein hinreichend „akzeptables“ Ausspracheniveau gewährleisten. Schematheoretisch betrachtet sind deshalb Übungsformen wie Vorlesen, das Sprechen unterschiedlicher Textsorten wie Vorträge, dialogische Texte, Telefonate oder Rollenspiele in simulierten Alltagssituationen nicht als Zusatzübungen, sondern als integrierte Bestandteile des Phonetikunterrichts anzusehen, ohne die das eigentliche Lernziel der Ausspracheschulung, die Anwendung und Absicherung der erlernten phonetischen Sprachkompetenz in der Sprachpraxis, letztendlich nicht, jedenfalls nicht unterrichtlich gesteuert, erreicht würde.

4. Nach der Schema-Theorie von Schmidt ist der Lerner, sofern er über ausreichend genaue, eigenmotorische Sollwertrepräsentationen korrekt ausgeführter Bewegungen verfügt, in der Lage, motorische Fehler auch ohne KR-Informationen des Lehrers zu erkennen und zu korrigieren. Entsprechende zielsprachliche sensorische Bewertungsschemata lassen sich im Ausspracheunterricht durch Übungen zur Wahrnehmungsschulung, durch Hörübungen und durch Sprechübungen unter häufig wechselnden, variablen Ausführungsbedingungen entwickeln (s.o.). Auf Grundlage dieser Übungen sollte es dem Lerner auch nach dem Unterricht und selbst in nicht-zielsprachlicher Umgebung möglich sein, in gewissem Umfang phonetisch selbständig weiterzulernen und Aussprachefehler zu verbessern. Haben sich dagegen während des Ausspracheunterrichts keine ausreichend genauen sensomotorischen Kontrollsysteme - schematheoretisch: Recognition-Schemata - herausbilden können, entweder weil die Ergebnis-Rückmeldungen des Lehrers über die Lautproduktion des Lerners zu unpräzise waren oder von dem Lerner nicht sensorisch adäquat verarbeitet werden konnten, oder weil KR ohne vorausgehende, ausreichende KR-Übung im Unterricht zu früh entzogen wurde, sagt die Theorie wegen ungenauer subjektiver Verstärkung resp. unangemessener Vermutung über das Ergebnis der artikulatorischen Bewegung kein Lernen voraus. Unterrichtsbeobachtungen bestätigen diese Annahme. So sind vor allem in nicht-zielsprachlicher, muttersprachlicher Umgebung, wenn die für die Optimierung und Kontrolle aussprachlicher Lernvorgänge notwendigen zielsprachlichen Feedback-Informationen ausbleiben und der Ausspracheunterricht sich auf wenige Wochenstunden beschränkt, unter den oben angeführten Bedingungen kaum über einen längeren Zeitraum andauernde, aussprachliche Lernfortschritte zu erzielen. Im Gegenteil: Rückgänge im artikulatorischen Leistungsverhalten treten schon kurz nach dem Unterricht auf und muttersprachlich bedingte Aussprachefehler, die bereits überwunden schienen, verfestigen sich wieder.

Trotz dieser weitreichenden Folgerungen aus der Schema-Theorie und dem Konzept generalisierter motorischer Programme für die Konzeptualisierung und unterrichtsmethodische Gestaltung aussprachlicher Lernprozesse sind einer Orientierung der Ausspracheschulung an diesem Modell aufgrund noch zahlreicher ungeklärter Fragen enge Grenzen gesetzt. Insbesondere fehlen ausreichende empirische Untersuchungen zur Anwendbarkeit der zentralen Hypothesen der GMP- und Schema-Theorie (z.B. die Gestalt-Konstanz- und Variabilitäts-Hypothese) für artikulatorische Lernvorgänge, aber auch eindeutige, empirisch belegbare Kriterien, um Klassen artikulatorischer Bewegungen zweifelsfrei voneinander abgrenzen zu können. Ebenso reicht der Schema-Ansatz nicht aus, um das für den Ausspracherwerb konstitutive Verhältnis von Spracherkennung und Sprachproduktion zu klären. Andererseits sprechen eine Reihe von Argumenten dafür, wie z.B. die Entschärfung des Speicher- und Neuigkeitsproblems durch den Programmbegriff der Schema-Theorie, daß „*Artikulationsbewegungen beim Sprechen vermutlich durch gene-*

realisierte Bewegungsprogramme gesteuert werden“ (Heuer 1992:520), wobei jedoch offenbleiben muß, wie diese Steuerung sich im einzelnen vollzieht und ob die Fähigkeit zur variablen Ausführung von Artikulationsstereotypen tatsächlich auf der Aneignung zielsprachlicher artikulatorischer Schema-Regeln beruht.

Offensichtlich stößt der gegenwärtige Forschungsstand zu den kognitiven Regulations- und Steuerungsmechanismen der phonetischen Bewegungsproduktion an Grenzen, die durch einzelne motorische Lerntheorien nicht aufgehoben werden können. Dennoch zeigt die Inbeziehungsetzung von Schema-Theorie und Ausspracheerlernung, daß sich Fragen des motorischen Lernens in der Ausspracheschulung mit Hilfe von bewegungswissenschaftlichen Theorien des motorischen Verhaltens darstellen und konzeptualisieren lassen. In diesem Kontext ist die Schema-Theorie von Schmidt nur ein, wenn auch zentraler bewegungswissenschaftlicher Ansatz, sich dem Prozeß der lernerseitigen artikulatorischen Bewegungsaneignung und dem sensomotorischen phonetischen Informationsumsatz im Lerner als Modell annähern und gleichzeitig phonetische Lernfragestellungen in der Ausspracheschulung beantworten zu können.

### 3.2 Sensorische Informationsaufnahme und Wahrnehmungschulung als universelle Aspekte der Ausspracheerlernung

Im folgenden wird auf die Ebene der universellen Strukturen und Teilfunktionen des sensomotorischen Informationsumsatzes zurückgegangen, wie sie von unterschiedlichen kognitiven Motorikmodellen gleichermaßen hervorgehoben werden und von denen einige Motorikforscher behaupten, daß sie die „Schlüsselmechanismen“ (Anochin 1967:95; vgl. auch Meinel/Schnabel 1987:61 u. 89) der Bewegungskoordination beinhalten, ohne die koordiniertes motorisches Handeln in Abhängigkeit von einem vorgegeben Handlungsziel nicht möglich ist. Dies sind: die sensorische Informationsaufnahme, die Bewegungsprogrammierung - bei Schmidt als GMP-Konzept bzw. Recall-Schema - und die Auswertung von Rückmeldungen aus dem Bewegungsvollzug in Form eines Soll-Istwert-Vergleichs. Als universelle kognitive Komponenten sensomotorischen Lernens liegen sie, so die These dieses Beitrages, auch der phonetischen Bewegungsproduktion zugrunde.

Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf den Aspekt der sensorischen Informationsaufnahme als den für aussprachliche Lernvorgänge grundlegenden Funktionskreis der lernerseitigen Aneignung artikulatorischer Bewegungsvorgänge. Untersucht wird die Frage, wie phonetische Reize der Zielsprache über die sensorischen Systeme des Lerner verarbeitet werden und welche Schlußfolgerungen sich hieraus für die Unterrichtsmethodik in der Ausspracheschulung ergeben. Im Hinblick auf die Konzeptualisierung phonetisch-motorischer Lernvorgänge wurden Einschnitte in der Problemerkennung vorgenommen, um Ergebnisse der Motorikforschung zu generalisieren und um grundlegende Mechanismen und Gesetzmäßigkeiten sensomotorischer Reizverarbeitung darzustellen.

Die Bedeutung der sensorischen Informationsaufnahme für motorisches Lernen liegt vor allem darin, daß die sensorischen Systeme des Lerner der einzige Eingang sind, über den vor, während und nach motorischer Tätigkeit die Bewegungskoordination beeinflußt werden kann. Das heißt: Nur wenn die sensorischen Systeme intakt und voll funktionstüchtig sind, und wenn die über sie übermittelten Informationen ein vollständiges und objektiv richtiges Bild der Bewegungsausführung wiedergeben, ist eine Verbesserung von Bewegungsvollzügen bzw. Bewegungslernen möglich. Fehlen dagegen wichtige Informationen oder ist die Informationsaufnahme und -verarbeitung „lückenhaft“ oder „falsch“, werden wir darauf, so Thomas(1977), „oft erst durch eine Störung des Handlungsvollzuges aufmerksam“ (180).

Aus der Perspektive des Lerner ist die volle Funktionstüchtigkeit der sensorischen Systeme nicht von vornherein gegeben. So entwickelt sich die Empfindungs- und Verarbeitungsfähigkeit für bestimmte Reizklassen aus dem Bewegungsvollzug erst im Verlauf des Lernprozesses. Ebenso

unterliegt der gesamte Vorgang der Informationsverarbeitung einer selektiven (kognitiven) Vorverarbeitung, bei der Informationen nicht objektiv nach ihrer Reizgestalt, sondern je nach Vorerfahrung und Erwartungen des Lerners subjektiv wahrgenommen und gefiltert werden.

Beide Aspekte, die selektive Auswahl von Informationen und die Spezifität der sensorischen Informationsaufnahme durch die Rezeptoren, beeinflussen auch phonetisches Bewegungslernen. Für die unterrichtliche Steuerung aussprachlicher Erwerbsprozesse ist es deshalb wichtig zu wissen, welchen Anteil die Sinne an der motorischen Afferenz und Reafferenz haben und wie sich die Abhängigkeit der Informationsaufnahme und -verarbeitung von bereits bestehenden Gedächtnisstrukturen allgemein auf motorisches Lernen auswirkt.

Der Fokus der nachfolgenden Kapitel liegt mit der Klasse kinästhetischer und visueller Reize auf zwei Informationsarten, die für phonetisches Lernen zentral sind und die in der phonetischen Literatur unterschiedlich bewertet und diskutiert werden. Eine bewegungswissenschaftliche Analyse der Verarbeitung dieser beiden Informationsarten gibt zugleich Einblick, unter welchen unterrichtlichen Bedingungen aussprachliche Lernerfolge zu erwarten sind und wie sich lehrerseitige Informationen über die zielsprachliche Lautbildung auf artikulatorisches Lernen positiv oder negativ auswirken können.

### 3.2.1 Spezifität der sensorischen Informationsaufnahme: Der kinästhetische und optische Analysator in der Ausspracheschulung und Motorikforschung

Nach Lindner (1975) ist der kinästhetische Analysator nicht als einheitliches Organ, sondern als funktionelle Einheit einzelner Rezeptoren definiert, „die durch eine einheitliche Funktion zusammengefaßt sind, und zwar zum Zweck der Kontrolle der Steuerung der Sprechbewegungen“ (40f.). Die Sinnesqualitäten, aus denen sich diese Funktionseinheit zusammensetzt, werden von Lindner mit Berührungs-, Druck-, Vibrations-, Temperatur-, Spannungs- und Lageempfindungen angegeben, wobei die beiden letzteren Empfindungsarten, obwohl dem „Bewußtsein schwerer zugänglich“ (42), für die Steuerung artikulatorischer Bewegungen von besonderer Bedeutung sein sollen: „Sie unterrichten (...) den Sprecher von der Lage der Organe im Körper und der in diesen Organen enthaltenen Spannung der Muskeln. Diese Informationen sind für die Steuerung des Sprechbewegungsablaufs wichtig, selbst, wenn nur ein verschwindend kleiner Ausschnitt aus der Fülle der beim Sprechbewegungsvorgang entstehenden Reize bewußt wird und bewußt gemacht werden kann“ (43).

Auch in der Motorikforschung wird davon ausgegangen, daß die Rezeptoren des kinästhetischen Analysators, die sog. Propiozeptoren, die unmittelbar in den Bewegungsorganen (Muskeln, Sehnen, Gelenke) liegen und u.a. auch für die menschliche Raum- und Zeitwahrnehmung zuständig sind, aufgrund ihres hohen Differenzierungsvermögens, einer besonders hohen Leitungsgeschwindigkeit, einer höheren Übertragungskapazität als die Kanäle anderer Analysatoren und der direkt aus den Vollzugsorganen stammenden Afferenzen und Reafferenzen die Grundlage für die körperinterne Kontrolle und Feinprogrammierung der Bewegung bilden. Selbst kleinste Spannungsänderungen und Bewegungsausschläge werden von diesen Sensoren registriert. Nach Meinel/Schnabel (1987:64) haben propiozeptive Rückmeldungen, da sie noch während des Bewegungsverlaufes eine Modifikation des bereits ausgelösten Bewegungsprogramms bewirken können und sie ausschließlich innerhalb des Organismus ablaufen, eine in diesem Sinne „bewegungslenkende“ Funktion.

Im Unterschied zu den Informationen des akustischen und taktilen Analysators sind kinästhetische Reize in der Regel nicht bewußtseinsfähig, sie können daher nur indirekt bewußt gemacht werden. Forschungsergebnisse deuten jedoch darauf hin, daß zwischen dem motorischen Leistungsniveau und kinästhetischer Wahrnehmungsfähigkeit eine positive Beziehung besteht. So belegen zahlreiche Untersuchungen zum motorischen Lernprozeßverlauf von Sportlern, daß mit

steigendem Könnensniveau die Bewegungsregulation auf den präziseren inneren Regelkreis verlagert wird, während Anfänger meist nicht in der Lage sind, propriozeptive Signale zur Bewegungssteuerung zu nutzen (vgl. Singer 1985:352; Roth 1987:255).

Der optische Analysator hat dem gegenüber die Aufgabe, den Lerner mit visuellen Informationen über eigene (Selbstbeobachtung) und fremde Bewegungsvollzüge (Vorbild-Information) zu versorgen. Diese dienen zur optischen Kontrolle der Bewegungsausführung. Zugleich können entsprechende Wahrnehmungen zur Bewertung kinästhetischer Informationen genutzt werden, da der optische Analysator die Bewegungserfahrungen anderer Analysatoren (kinästetisch, taktil) speichert bzw. durch visuelle Informationen die mit ihnen verbundenen kinästhetischen Rückmeldungen mit aktiviert werden (vgl. Daus/Blischke 1984:393; Meinel/Schnabel 1987:69). Die detaillierte Bewegungsbeobachtung erfolgt über das zentrale oder scharfe Sehen, während Informationen über die Konstellation „Körper-Umwelt“ durch das periphere Sehen (=am Rande des Gesichtsfeldes) bereitgestellt werden. Für das Lernen komplexer motorischer Fertigkeiten ist die Informationsaufnahme aus beiden Formen des Sehens erforderlich (vgl. Meinel/Schnabel 1987:69). Im Unterschied zu propriozeptiven Reizen werden visuelle (und akustische) Informationen noch am ehesten als bedeutungsvoll wahrgenommen und können gezielt zur Korrektur von Bewegungsabläufen eingesetzt werden. Der optische Analysator dominiert deshalb, wie zahlreiche Untersuchungen zum sportmotorischen Lernen zeigen, zu Beginn des Lernprozesses bzw. sollen sich visuelle situative Hilfen besonders in frühen Lernstadien positiv auf motorisches Lernen auswirken (vgl. Singer 1985:219f., 346ff.).

In der Ausspracheschulung wird der optische Analysator vor allem in Form visuell gestützter Übungen (z.B. mit Hilfe eines Spiegels oder vom Lehrer optisch präsentierter artikulatorischer Normvorbilder) zur Kontrolle des eigenen Sprechens eingesetzt. Nach Lindner (1975) ist es ratsam, da der optische Analysator den „höchsten Grad in der bewußten Verarbeitung seiner Eindrücke erlaubt“, den Lerner auf diesen Kontrollkreis hinzuweisen und den optischen Analysator „bewußt in Lernvorgänge des Sprechprozesses einzuschalten“ (44). Nach Heike (1972:10) besitzt der visuelle Kanal zudem anders als der Hörkanal keine feste Korrelation mit den Artikulationsmatrizen der Muttersprache, sodaß visuelle Informationen über den Sprechbewegungsablauf eine weitgehend störungsfreie Kontrolle des Sprechprodukts gewährleisten. Weitere Lernvorteile visuell gesteuerter Übungen gegenüber akustisch-imitativem Lernen und verbalen Erklärungen betreffen die Simultanität von optischer Informationseingabe und Sprechbewegungsablauf, die Stärke der Rückkopplungen visueller Kontrollen beim Erlernen von Sprachlauten - hier insbesondere der Labiale, der Interdentale und der Vokale mit gerundeten und gespreizten Lippen (Bluhme 1978:35) - sowie eine erhebliche Lernerleichterung, da die überwiegende Mehrheit der Lerner leichter über optische Präsentationen als über andere Sinneskanäle lernen soll (Corder 1969:ix).

### 3.2.2 Wahrnehmen als Tätigkeit: Zum konstruktiven Charakter sensorischer Reizwahrnehmung und -verarbeitung

Nach Daus/Blischke (1984) sind Informationen zum Aufbau von Bewegungsmustern dem sich bewegenden System in ihrer Bedeutung nicht unmittelbar gegeben. Vielmehr müssen sie erst von den sensorischen Anteilen des Systems aus den phänomenologischen Gegebenheiten der Umwelt hergestellt werden, „indem eine Vielzahl objektiver, physikalischer Sinnesreize zu interpretierbaren Sinneseindrücken (Empfindungen) integriert werden, die erst dann als Wahrnehmungen aufgrund vorausgegangener Lernprozesse eine subjektive Bedeutung erfahren können“ (309). Daus/Blischke sprechen in diesem Zusammenhang von „aktive(n) Organisationstendenzen der Sensorik, deren Funktion jeweils in einer entsprechenden Optimierung der Informationsaufnahme zu suchen ist“ (390).

Auch andere Autoren heben dieses aktive und konstruktive Moment der Wahrnehmung hervor. So vertritt Singer (1985:221) die Auffassung, daß „*Perzeption, ebenso wie Lernen, ein aktiver Prozeß ist*“, der außer von den „*spezifischen Reizen, (...) den psychologischen und physiologischen Eigenschaften des Wahrnehmenden*“, auch noch von „*situativen Variablen*“ und „*subjektiven Faktoren wie Persönlichkeit, Haltungen, Gefühlen, Erfahrungen und Erwartungen ab(hängt)*“, während für Neisser (1979) Wahrnehmung eine „*Fertigkeit*“ ist, die sich von Leistungen wie „*Bildhauen und Tennis nur darin unterscheidet, daß die Wirkung des Wahrnehmenden auf seine Umwelt vernachlässigt werden kann*“ (48). In fast jeder anderen Hinsicht jedoch, so Neisser, „*- seiner Kontinuität, seiner zyklischen Art, seiner Abhängigkeit von den sich stetes verändernden Schemata - ist Wahrnehmen eine Art von Handeln*“ (49), die „*von innen geleitet ist*“ (22) und die „*ihrem Wesen nach selektiv ist*“ (51).

Grundlegend für die oben angeführten Ansätze zur Selektivität der menschlichen Wahrnehmung ist, daß sie die Aufnahme von Informationen durch die Rezeptorsysteme als Tätigkeit betrachten, in der Erfahrungen und daraus abgeleitete Erwartungen eine wesentliche Rolle spielen. Diese sollen die Informationsauswahl beeinflussen, indem sie in Relation zum vorhandenen Gedächtnisbesitz den Wahrnehmenden darauf vorbereiten, bestimmte Arten von Reizen, die den Vorerfahrungen des Akteurs entsprechen, bevorzugt aufzunehmen und andere, hiervon abweichende Stimuli entweder nicht oder nur teilweise zu erfassen. Das bedeutet jedoch nicht, daß der Wahrnehmungsakt über antizipatorische Prozesse gelenkt und anhand entsprechender Reiz-Erwartungs-Hypothesen an bereits bestehende Gedächtnisstrukturen angepaßt wird. Vielmehr handelt der Lernende: Er nimmt Reize aus der Umgebung nicht passiv oder in Form einer objektiven sensorischen Informationsübermittlung durch die Analysatoren über die gerade gesehene oder ausgeführte Bewegung auf, sondern er erzeugt die für ihn lernrelevanten Informationen in Interaktion mit der Umwelt und in Form einer „*vorbewußten*“ Orientierung bzw. Aufmerksamkeitslenkung auf das Bekannte selbst.

Paradigmatisch für dieses Konzept einer erfahrungsgelenkten, selektiven Reizaufnahme und -verarbeitung steht das aus der Wahrnehmungs- und Gedächtnispsychologie stammende Konstrukt des Schemas (vgl. exempl. Anderson 1988:120ff.; Kebeck 1994:174ff.; Neisser 1979:48ff.). Vereinfacht ausgedrückt werden in der Wahrnehmungs- und Gedächtnispsychologie unter Schemata normalerweise auftretende Wissenszusammenhänge über Gegenstände, Begriffe, Ereignisse und Handlungen verstanden, die im Langzeitgedächtnis gespeichert sind, und deren Funktion vor allem darin besteht, auf der Grundlage von Prognosen über die zu erwartenden Merkmale eines Realitätsbereichs Hypothesen bereitzustellen, worauf die Informationsaufnahme zu richten ist. Sofern die Vorerfahrungen des Wahrnehmenden nicht mit der zu bearbeitenden Information übereinstimmen bzw. nicht-reizadäquate Schemata aktiviert werden, kann es, wie zahlreiche empirische Untersuchungen zur Rekonstruktion von Text- und Bildmaterialien unter wechselnden Bedingungen belegen, zu Wahrnehmungsverfälschungen in Richtung auf das bereits Gewußte oder Erwartete kommen. Andererseits verbessert sich die Wahrnehmungs- und Behaltensleistung für solche Informationen, die zum zuvor aktivierten Schema passen.<sup>27</sup>

Zusammenfassend läßt sich diesen Befunden entnehmen, daß Schemata offenbar zur kognitiven Grundausstattung des Menschen gehören: als „*basic building blocks of the human information-processing-system*“ (Rumelhart/Ortony 1977:11) sind sie sowohl psychologisch als auch biologisch real und liegen - nach Neisser (1979) - allen Formen der menschlichen Kognition zugrunde.

<sup>27</sup> Vgl. hierzu exempl. die Untersuchungen von Bartlett (1932) zum Behalten von sinnvollem Material anhand der Reproduktion eines Volksmärchens amerikanischer Indianer sowie von Brewer/Treyens (1981) zur Auswirkung von Schemata auf Schlußfolgerungsprozesse und von Bower/Karlin/Dueck (1975) zum Einfluß semantischen Wissens auf das Behalten sinnlos erscheinender Figuren. In allen drei Untersuchungen zeigt sich, daß sich je nach aktiviertem Wahrnehmungsschema die Behaltens- und Reproduktionsleistungen der Vpsn. verändern.

Eine solche universalistische These impliziert bereits, daß Wahrnehmungsfehler im Bereich des motorischen Lernens „schema“-theoretisch erklärt werden können. Es wäre deshalb zu prüfen, inwieweit Fehlwahrnehmungen von Bewegungsabläufen durch vorgängiges motorisches Wissen verursacht sind bzw. welche Auswirkungen Schemata auf den sensomotorischen Informationsumsatz im Lerner haben. Zwei Beispiele sollen diese Fragestellung verdeutlichen:

So zitiert Leist (1979:151) einen Fall (Erlernung des Kraulbein-Schlages beim Rückenschwimmen), bei dem die Lernenden aufgrund bildhafter Modelle (Strichmännchen, Bildserien, Lehrervorbild) trotz korrekter Ausführungsinformation die passive Bewegung des Unterschenkels fälschlicherweise als dominantes Merkmal wahrnehmen. Leist erklärt dies unter Rückgriff auf die wahrnehmungspsychologischen Arbeiten Christians damit, daß „Bewegungen nicht so erscheinen, wie sie objektiv erfolgen“, sondern so, wie sie „unter Zugrundelegung eines bestimmten mechanischen oder dynamischen Prinzips erfolgen würden“ (Christian 1963:37).<sup>28</sup> Das heißt, der Lerner interpretiert beim Sehen der Bewegung (des Unterschenkels) zugleich die zur Herstellung einer solchen Positionsänderung notwendigen Kräfte und das zugrunde liegende mechanische Prinzip mit und identifiziert diese Bewegungssequenz aufgrund von Vorerfahrungen über ihr Zustandekommen als aktive Bewegung. In dieser Wahrnehmungsverfälschung sieht Leist eine mögliche Ursache für den Ausführungsfehler, den Unterschenkel beim Kraulbein-Schlag aktiv nach oben zu reißen.<sup>29</sup>

Das zweite Beispiel bezieht sich auf Unterschiede in der Reizauswahl und -bewertung zwischen motorischen Lernanfängern und Könnern. Während der geübte Beobachter nach Daus/Blischke (1984:392) in der Lage ist, „aufgrund entsprechender Erwartungen seine Aufmerksamkeit auf die für ihn entscheidenden Belange zu konzentrieren und das in diesem Sinne für ihn periphere Geschehen weitgehend zu vernachlässigen“, setzt der Anfänger natürlich auch Schwerpunkte, „die jedoch häufig aufgrund fehlender bzw. fehlorientierter Erwartungen gerade nicht die für die Aufgabenstellung (zum Beispiel Lernen) entscheidenden Informationen greifen“.

In beiden Fällen sind Vorerfahrungen und Erwartungshaltungen Ursache von Wahrnehmungsfehlern. Diese lassen sich zwar im Verlauf des Lernprozesses korrigieren, in dem durch neue Informationen die Erfahrungsgrundlage des Lerners modifiziert wird und der Wahrnehmende (einschließlich der Wahrnehmungsschemata) sich verändert, dennoch bleibt der grundlegende Zusammenhang der Erfahrungsabhängigkeit der Wahrnehmung erhalten.

<sup>28</sup> Christian stützt sich bei dieser Hypothese auf Untersuchungen zur optischen Wahrnehmung auf mechanischem Weg hergestellter und in verschiedener Hinsicht variiertes Bewegungen, die unter Führung v. Weizsäckers entstanden sind. Achtet man bei diesen Versuchen auf Parameter wie Richtung und Figur, Zeitfolge und Geschwindigkeit, Größe und Rhythmus der Bewegung und vergleicht damit die physikalische Bestimmung, wie sie der Bewegung objektiv zugrunde liegt, so ergeben sich zwischen Beobachtung und physikalischen Werten Abweichungen (optische Täuschungen). Diese Täuschungen waren nun der Art, so Christian, daß durch die Art der Abweichung und durch die Form der induzierten Bewegung „eindrucksmäßig“ auf den „dahinter steckenden (unsichtbaren) Apparat“ rückgeschlossen werden konnte. Es stellt sich heraus, „daß die Wahrnehmung am geometrischen Verhältnis der Bewegung (am objektiven Jetzt und Hier) uninteressiert ist, vielmehr daß sie die Herstellungsweise der Bewegung (die Kräfte und den sie verteilenden Apparat) mit in den sinnlichen Gesamteindruck einbezieht“ (1963:37). Eine Parallele zu diesem Ergebnis sieht Christian in der „schlichten, natürlichen Wahrnehmung“, in der man weniger räumliche oder zeitliche Eindrücke hat, sondern einen „Schwung“, „Zug“ oder „Stoß“, d.h. „insgeheim die Kräfte mit wahr(nimmt)“ (37). Ohne auf die einzelnen Befunde der Untersuchungsreihe näher einzugehen, führen sie nach Christian „jedenfalls darauf hinaus, daß wir beim Sehen von Bewegungen zugleich die Kräfte und das zugrundeliegende mechanische Prinzip mit interpretieren“ (37).

<sup>29</sup> Die Nähe dieser Erklärung zur Schematheorie der menschlichen Wahrnehmung ist evident. Im Sinne dieser Theorie lassen sich die motorischen Vorerfahrungen des Lerners als die für die Bewegungswahrnehmung mitentscheidenden kognitiven Strukturen interpretieren, die den Wahrnehmenden darauf vorbereiten, bestimmte Arten von Information eher aufzunehmen als andere. Der von Leist angeführte Wahrnehmungsfehler wäre dann durch Aktivierung eines aufgabeninadäquaten motorischen Schemas (=aktives Schlagen des Unterschenkels) entstanden, durch welches das Sehen des Lerners gesteuert wird.

Wie das erste Beispiel gezeigt hat, werden die über den optischen Kanal übermittelten Bewegungsinformationen nicht sensorisch-voraussetzungslos, sondern auf Basis vorhandener Gedächtnisstrukturen motorisch-selektiv interpretiert. Um derartige subjektive Bezugssysteme zu durchbrechen und um neue, der jeweiligen Zielbewegung entsprechende motorische Perzeptionsmuster aufzubauen, ist es notwendig, die afferente und reafferente Informationsaufnahme und -verarbeitung entsprechend der jeweiligen Bewegungsaufgabe zu schulen sowie die motorische Ausführungspraxis in den Mittelpunkt zu stellen, da nur über eigene konkrete Bewegungserfahrungen und über Wahrnehmungslernen neue sensorische Daten ermittelt und aufgabenadäquate Perzeptionsmuster ausgebildet werden können.<sup>30</sup>

Ein solches Konzept fehlt für die Aussprachelehre bzw. wird in der Phonetik der Zusammenhang zwischen artikulatorischem Können und zielsprachlicher phonetischer Reizaufnahme und -auswertung nicht ausreichend berücksichtigt. Dementsprechend unterbleiben unterrichtsmethodische Konsequenzen.

Im folgenden abschließenden Kapitel werden grundlegende Formen einer phonetisch-motorischen Wahrnehmungsschulung im Kontext der oben angeführten Selektivität der sensorischen Informationsaufnahme und -verarbeitung dargelegt. Auf Grundlage einer solchen Wahrnehmungsschulung wird es möglich, Kriterien für die Wirksamkeit der lehrerseitigen Instruktionen in der Ausspracheschulung zu entwickeln und Grundfragen des methodischen „Dilemmas“ der Aussprachelehre zu beantworten.

### 3.2.3 Schlußfolgerungen für den phonetisch-motorischen Lernprozeß

Eine Schulung des sensorischen Wahrnehmungsvermögens des Lernalters im Sinne einer gezielten Veränderung phonetisch-motorischer Wahrnehmungsschemata findet in der Ausspracheschulung in der Regel nicht statt. Zwar werden im Ausspracheunterricht sensomotorische Demonstrations- und Prüftechniken eingesetzt, um einzelne Artikulationsmerkmale für den Lerner sinnlich erfahrbar hervorzuheben - so z.B. Stimmton-, Nasalitäts- und Taktilitätsprüfungen -, diese führen jedoch nicht zu einer Verbesserung der Wahrnehmungs- und Verarbeitungsfähigkeit für zielsprachliche artikulatorische Reize oder Details aus dem Bewegungsvollzug. Im Gegenteil: Dadurch daß Artikulationsmerkmale isoliert von der lautbildenden Bewegung, in der sie stehen, demonstriert und erfahren werden, werden sie zugleich von dem motorischen Kontext gelöst, durch den sie erst Bedeutung erhalten. Der Lerner gewinnt dadurch den falschen Eindruck, daß das, was er perzipiert, eine statische Eigenschaft von Lauten sei, während der Perzeptionsvorgang in der Phonetik als Wahrnehmen durch Bewegung angelegt ist und sich Lautmerkmale für den Lerner hinsichtlich ihrer Funktion für die akustische Lautgestalt erst durch Bewegen erschließen.

Gerade diese funktionale Einbindung des Lernalters in die Dynamik und Selbsttätigkeit phonetischer Wahrnehmungsprozesse leisten die in der Aussprachelehre eingesetzten Demonstrations- und Prüftechniken nicht: sie schulen deshalb auch nicht das sensorische Differenzierungs- und Auswertungsvermögen des Lernalters für afferente und reafferente Signale, sondern sie trainieren seine Sensibilität für bestimmte singuläre und stationäre Erscheinungen der zielsprachlichen

<sup>30</sup> Zur Bedeutung des Wahrnehmungslernens innerhalb der Schematheorie als Voraussetzung der Entwicklung von Wahrnehmungsschemata und damit auch implizit von Lernen vgl. Neisser (1979:55f.): „Schemata entwickeln sich durch Erfahrung. Informationsaufnahme ist zu Beginn grob und wenig erfolgreich, so wie es die Wahrnehmungserkundungen sind, mit denen der Zyklus beginnt. Nur durch Wahrnehmungslernen werden wir fähig, zunehmend feinere Aspekte der Umgebung wahrzunehmen. Die Schemata irgendeines Zeitpunktes sind das Produkt einer bestimmten Geschichte wie auch des ablaufenden Zyklus selbst. Eine Theorie, die die Möglichkeit der Entwicklung anzuerkennen versäumt, kann nicht ernstgenommen werden als Darstellung menschlicher Kognition“.

Lautgestalt. Eine solche vom phonetischen Bewegungsganzen gelöste Sensibilisierung für einzelne phonetische Merkmale ist jedoch für den motorischen Lernfortschritt in der Ausspracheschulung von untergeordneter Bedeutung.

Einen methodischen anderen Zugang zur Wahrnehmungsschulung in der Phonetik deutet dagegen der von Meinel/Schnabel (1987:215) für sportmotorisches Lernen vorgeschlagene Weg an, kinästhetische Empfindungen über die Evozierung von Hilfsvorstellungen und bildhaften Vergleichen bewußt zu machen. Der Lerner, der nach diesem Verfahren seine Wahrnehmungsfähigkeit für zielsprachliche artikulatorische Merkmale präzisiert, muß, um die im sprachlichen Bild aufgehobene Distanz zu den sensorischen Rückmeldungen zu überbrücken, Erkundungsbewegungen durchführen, um die sensorischen Signale aus dem Bewegungsvollzug zu identifizieren. In diese Erkundungsbewegungen gehen sowohl das sensomotorische-sprachliche Vorwissen des Lerners (aus der Muttersprache oder anderer Zweitsprachen) als auch daraus abgeleitete Reiz-Erwartungs-Hypothesen und aktuelle Bewegungserfahrungen ein. Indem der Lerner auf der Basis dieser Komponenten motorische Aktionen durchführt, definiert er Relationen zu den sensorischen Substraten der zielsprachlichen Lautbildung, d.h. er erfaßt nicht deren objektivierbare physikalische Reizgestalt, sondern er interpretiert je nach Lernstufe und sensomotorischem Vorwissen die für ihn zugänglichen sensorischen Daten, indem er sie durch Bewegung selbst erzeugt.

Wahrnehmungsschulung in der Phonetik heißt deshalb vor allem, die Fähigkeit des Lerners auszubilden, sich im artikulatorischen Bewegungsvollzug sensorisch interpretierend zu verhalten und diesen Interpretationsrahmen durch Bewegungslernen ständig erweitern zu können. In der Ausspracheschulung wird dieser konstruktive, perspektivische Charakter der phonetischen Reizwahrnehmung kaum beachtet. Eine Ausnahme bildet allenfalls der Bereich des Hörtrainings. Aber auch hier geht es nicht in erster Linie um eine Wahrnehmungsschulung, in der der Lerner stufenweise an ein zielsprachliches akustisches Muster herangeführt wird, sondern um das Erfassen einer aussprachlichen Norm. Unterrichtsmethoden, die dieses Prinzip der Norm-Präsentation in Frage stellen wie z.B. Lados (1973:98) Vorschlag, aussprachliche Lernaufgaben durch zeitlupeartiges Sprechen zu erleichtern, werden deshalb in der phonetischen Literatur abgelehnt oder gelten als umstritten, weil durch die Verlangsamung des Sprechtempos die orthophone Norm verfälscht werden kann (vgl. Kelz 1976:107). Offenbar wird befürchtet, daß sich der Lerner über einen falschen Höreindruck eine fehlerhafte zielsprachliche Aussprache aneignen könnte.

Wahrnehmungstheoretisch und vom Standpunkt der Theorie generalisierter motorischer Programme ist diese Kritik jedoch stark einzuschränken. Folgt man der Gestalt-Konstanz-Hypothese, bleiben die invarianten Programmelemente einer genormten Grundbewegung auch dann unverändert, wenn die Impuls-Timing-Muster in zeitlicher und/oder dynamischer Hinsicht gestaucht oder gestreckt werden. Folglich ist es auch im Ausspracheunterricht eine gewinnbringende Strategie, bei zu hohen Parameteranforderungen die zu erlernende artikulatorische Bewegungsaufgabe durch eine Modifikation der variablen Programmparameter (Bewegungszeit, Gesamtkrafteinsatz) zu vereinfachen. So sollte in der Ausspracheschulung die Aktionsschnelligkeit artikulatorischer Bewegungen immer dann reduziert werden, wenn sich für den Lernanfänger die „Normalgeschwindigkeiten“ artikulatorischer Bewegungsabläufe in der Zielsprache als zu hoch erweisen („Slow-Motion-Üben“). Nicht anders sollte in der Phonetik mit dynamischen Präzisionsanforderungen hinsichtlich der Kräfteinsätze oder der verschiedenen Spannungszustände während der Lautbildung im Sprechvorgang verfahren werden, sofern beide Komponenten nicht unmittelbar in zielsprachliche korrekte artikulatorische Bewegungen umgesetzt werden können.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Vgl. hierzu auch die Übungsbeispiele zur Artikulationsspannung bei Gehrman (1995) und Keßler (1994). Beide Autoren versuchen, die unterschiedlichen Spannungszustände langer geschlossener und kurzer offener Vokale des Deutschen über Transfereffekte durch gleichzeitiges An- und Entspannen anderer, für den Lerner prominenter Muskelgruppen (z.B. Armmuskulatur, Bizeps) erfahrbar zu machen. Eine in der Ausspracheschulung häufiger angewandte Form der Vereinfachung komplexer artikulatorischer Bewegungen ist dagegen das Üben mit Ableitungen. Hierbei nutzt der Lehrer das Lautpotential des Lerners (Muttersprache, Tierstimmen etc.), indem

Auch unter dem Aspekt des Wahrnehmungslernens ist davon auszugehen, daß sich Erleichterungsstrategien dieser Art positiv auf die Ausspracheerlernung auswirken. Der Lerner, der mit Hilfe bewußt verzögerter Sprechbewegungen bzw. mit einer veränderten Ausführungsdynamik eine fremde Aussprache erwirbt, erhält durch die Modifikation der Bewegungsparameter - in vielen Fällen - erstmals die Möglichkeit, Artikulationsmerkmale zu erspüren und sie durch Bewegung aktiv zu rekonstruieren. Das heißt, der Lerner präzisiert seine Wahrnehmungsfähigkeit für die Analysatoren-Informationen aus der Sprechbewegung dadurch, daß er ihre Funktion für die zielsprachliche Lautbildung im Bewegungsakt wahrnimmt und durch Parameter-Modifikationen kontrolliert ausführt.

Das Üben mit veränderten Programm-Parametern im Ausspracheunterricht ist deshalb auch nicht als „Verfälschen“ einer zielsprachlichen Aussprachenorm anzusehen, sondern als notwendige Zwischenstufe im phonetisch-motorischen Lernprozeß, die der Ausspracheschulung unter „normalsprachlichen“ Ausführungsbedingungen vorausgeht. Dem gegenüber ist das Beharren auf einer ausschließlich orthophonen Norm-Präsentation im Ausspracheunterricht eine lerntheoretisch falsche Weichenstellung: sie fördert nicht aussprachliches Lernen, sondern sie behindert unter Umständen den Eintritt des Lerners in jene Wechselbeziehung zwischen Wahrnehmen und Bewegen, die für den Fortschritt sensomotorischer Verarbeitungsprozesse in der Ausspracheschulung konstitutiv ist.

Abschließend sei noch auf zwei Aspekte einer bewegungswissenschaftlichen Grundlegung der Ausspracheerlernung hingewiesen. Der erste Aspekt betrifft das Verhältnis von Instruktion und Bewegungslernen in der Ausspracheschulung, der zweite den in der Phonetik umstrittenen Einfluß von Hör- auf Sprechübungen.

Lernprozeßanalytisch und im Kontext motorischer Lernvorgänge betrachtet sind Instruktionen keine festen Größen oder Träger einer objektiven, physikalischen Information über die zu erlernende Bewegung, sondern sie sind eingebunden in die Prozesse der sensomotorischen Reizverarbeitung des Lerners. Das bedeutet, daß Instruktionen nur in dem Maß motorisches Lernen in der gewünschten Richtung beeinflussen, wie sie auf konkrete sensorische Erfahrungen des Lerners Bezug nehmen und sie in Form und Inhalt dem jeweils erreichten Koordinationsniveau des Lerners angepaßt sind.

Wie zahlreiche Arbeiten zum motorischen Lernen zeigen (z.B. Meinel/Schnabel 1987; Singer 1985), entwickelt sich die Verarbeitungsfähigkeit für bestimmte Informationsarten stufenweise und in Übereinstimmung mit der Vervollkommnung und Präzisierung des sensomotorischen Informationsumsatzes im Lerner. Es ist deshalb zu erwarten, daß auch die lernerseitige Verarbeitung visueller und verbaler Informationen in der Ausspracheschulung einem solchen Prozeß unterliegt und daß die Frage der Bedeutung einzelner Informationsarten für den Ausspracheerwerb nicht losgelöst von der Entwicklung eines aufgabenadäquaten sensorischen und verbalen Bezugssystems des Lerners beantwortet werden kann.

Im Kontext einer solchen Innen-Außen-Perspektivierung der phonetischen Lehr- und Übungspraxis lassen sich nun eine Reihe von Fragen klären, die in der phonetischen Forschungsliteratur bislang unter dem Stichwort „Dilemma der Aussprachelehre“ subsumiert wurden. Zugleich geben die nachfolgenden kursorischen Ausführungen (vgl. ausführlich Gehrman 1988)

---

von einem bekannten oder beherrschten Laut ausgegangen wird und durch geringfügige Änderung der Artikulationseinstellung oder -bewegung der neue zielsprachliche Laut entsteht. Programmtheoretisch ist ein solches Verfahren nicht unproblematisch, da bei seiner Anwendung anstelle der Zielbewegung zunächst bekannte, ähnliche Bewegungsformen (Kraft- Zeitmuster) aktiviert werden, die unter Umständen mit der beabsichtigten Bewegung nicht identisch sind. Dies wiederum kann zur Folge haben, daß gerade durch die Anlehnung an ähnliche, aber nicht-identische Bewegungsmuster Aussprachefehler erst provoziert werden.

einen Einblick in aktuelle wahrnehmungs- und bewegungstheoretische Defizite der aussprachlichen Unterrichtsmethodik:

1. *Kriterien zur Wirksamkeit verbaler Instruktionen:* Damit sprachliche Instruktionen des Lehrers in zielsprachliche artikulatorische Impulse umgewandelt werden können, müssen sie in Form und Inhalt dem jeweiligen sensorischen Bezugsrahmen des Lerners angepaßt sein und sich von ihm auf seine eigenen Bewegungsempfindungen beziehen lassen. Instruktionen, die die Verarbeitungsfähigkeit des Lerners überfordern, sind nach Meinel/Schnabel (1987:75) wirkungslos oder werden selbst zur Ursache von Ausführungsfehlern. Hieraus erklärt sich auch die geringe Wirksamkeit von exakten physikalischen Beschreibungen und Darstellungen des Artikulationsapparates und des Lautgeschehens im Ausspracheunterricht, da der Lerner offenbar für diese Instruktionen keine passenden sensorischen Bezugssysteme besitzt.<sup>32</sup>

Vorausgesetzt die sensorischen Bezugs- und Verarbeitungssysteme des Lerners entwickeln sich wie in anderen motorischen Lernprozessen auch stufenweise, ist insbesondere im Anfängerunterricht und zu Beginn des phonetischen Lernens kaum mit Wirkungen verbaler Instruktionen im Ausspracheunterricht zu rechnen. Artikulatorische Anweisungen des Lehrers sollten daher in einem frühen Lernstadium auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben und, um die Verbindung von Sprache und sensorischer Rückmeldung zu stärken, von Beginn an mit der aktiven Bewegungstätigkeit des Lerners gekoppelt werden (zur Häufigkeit von Instruktionen siehe 3.1.2.2).

2. *Kriterien für die Wirksamkeit visueller Instruktionen:* Wie zahlreiche Studien zur motorischen Könnensentwicklung und zur visuellen Wahrnehmung von Bewegungen belegen, werden optische dargebotene Bewegungsabläufe nicht sensorisch-voraussetzungslos, sondern unter Zugrundelegung eines mechanischen Prinzips, das diese Bewegung hervorbringen würde, auf Basis der motorischen Vorerfahrungen und Erwartungen des Lerners über das Zustandekommen dieser Bewegung motorisch-selektiv, d.h. schemageleitet interpretiert (siehe 3.2.2).

Insbesondere zu Beginn der Ausspracheschulung sind deshalb aufgrund der noch starken Präsenz muttersprachlich geprägter Bewegungserfahrungen Wahrnehmungsverfälschungen zu erwarten. Der Lerner perzipiert zwar die vom Lehrer optisch demonstrierten artikulatorischen Normvorbilder, aktiviert jedoch unter Umständen reizinadäquate muttersprachliche, motorische Deutungsmuster und löst so falsche motorische Impulse aus bzw. konzentriert er sich aufgrund noch unzureichender zielsprachlicher Bewegungserfahrung häufig auf für die phonetische Aufgabenstellung unwesentliche zielsprachliche Bewegungsdetails.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Ebenso Zimmer (1990:167) für motorisches Lernen: „Diese Art von Instruktionen (=exakte physikalische Beschreibungen oder Darstellungen der verlangten Bewegung; S.G.) hat jedoch sehr häufig nicht funktioniert, da die physikalisch korrekte Beschreibung nicht in den Bezugsrahmen der sensorischen Erfahrungen der Akteure paßt (z.B. gibt es keine interne Repräsentation für 'ungefähr 10 cm über dem Kopf)'. Vgl. hierzu auch Schneider (1977:52), der den grundsätzlichen Nachteil der artikulatorischer Beschreibung darin sieht, daß es ihr „gerade für die didaktisch kritischen Bereiche nicht selten an Anschaulichkeit und (taktiler) Faßbarkeit mangelt. Darum haf-tet sie kaum im Gedächtnis des Lernenden, der darum auch nicht für sich allein wiederholt und ungestört üben kann“.

<sup>33</sup> So nehmen z.B. kroatische oder slowakische Muttersprachler den für das deutsche Vokalsystem charakterischen Intensitätswechsel der Muskelspannung bei langen geschlossenen und kurzen offenen Vokalen oder die Lippenrundung bei den gerundeten deutschen Umlauten <ü> oder <ö> zu Beginn der Ausspracheschulung häufig nicht wahr. Statt dessen konzentrieren sie sich bei den langen und kurzen Vokalen auf zeitliche Dehnungsunterschiede bzw. sprechen sie die gerundeten Vorderzungenvokale mit leicht gespreizter Lippenstellung aus (Gehrmann 1995:68; Chebenova 1995:74). Beide Aussprachefehler werden durch muttersprachliche motorische Vorerfahrungen des Lerners mit verursacht. Der kroatische oder slowakische Muttersprachler hört deshalb nicht nur „falsch“, sondern er interpretiert auch den gehörten oder über die Mimik des Lehrers äußerlich gesehenen Laut nach muttersprachlichen Bewegungsmustern. Daraus erklärt sich auch, daß Vor- und Nachsprechübungen oder visuelle Demonstrationen der Lippenrundung zu Beginn des Ausspracheunterrichts, wenn noch keine aus-

Um in diese Selektionsmechanismen erfolgreich eingreifen zu können, wäre es notwendig, noch vor Einsatz visueller Demonstrationsmaterialien die motorische Erfahrungsgrundlage des Lerners durch geeignete sensorische Übungen (einschließlich Interpretationsübungen bei Schaubildern) und durch häufige und wiederholte zielsprachliche Bewegungsausführungen in Richtung der Zielsprache zu verändern. Ebenso müßte das periphere Sehen - hier: die Wahrnehmung der eigenen Lippenbewegungen am Rande des Gesichtsfeldes - bei prominenten labialen Sprachlauten aufgrund der Steuerungsfunktion für das Erlernen komplexer motorischer Fertigkeiten mit in den Ausspracheunterricht einbezogen werden (siehe 3.2.1)

Beides geschieht in der Ausspracheschulung in der Regel nicht oder unzureichend. Ohne diese Maßnahmen werden sich jedoch die von der methodisch-didaktischen Literatur der Phonetik hervorgehobenen Lernvorteile des visuellen Kanals wie Simultanität von Bewegung und Informationseingabe oder Stärke der sensorischen Rückkoppelung kaum nachhaltig auf die aussprachliche Lernleistung auswirken können, da sie erst dann voll zur Wirkung kommen, wenn die oben angeführten Wirkungsvoraussetzungen für visuelle Informationen erfüllt sind.

3. Schematheoretisch ist die Lautperzeption Teil des Recognition-Schemas. Sofern diese Hypothese auf aussprachliche Erwerbsvorgänge übertragbar ist, werden sich Hörübungen nicht unmittelbar auf die zielsprachliche Bewegungsprogrammierung auswirken. Bewegungstheoretisch läßt sich vielmehr belegen, daß sich (Sprech-)Bewegungen primär über motorisches Training verändern lassen. Die zielsprachlichen Laute werden in der Anfangsphase des phonetischen Lernprozesses nicht nur über ein muttersprachliches Hörraaster „falsch“ interpretiert, sondern es ist auch davon auszugehen, daß muttersprachliche motorische Vorerfahrungen als selektivierende Wahrnehmungsmuster den Hörvorgang maßgeblich mit beeinflussen, der Perzipient also zielsprachliche Laute nicht ohne Rückgriff auf muskuläre Erfahrungen der Muttersprache identifiziert. Unterrichtsmethodisch ist damit das Primat der auditiven Schulung im Ausspracheunterricht einzuschränken bzw ist das Verhältnis von auditiven und motorischen Übungen im Ausspracheunterricht neu zu ordnen.

#### 4. Literatur

- Abbs, J.H./Gracco, V.L./Cole, K.J. (1984): Control of Multimovement Coordination: Sensorimotor Mechanisms in Speech Motor Programming. In: *Journal of Motor Behavior* 16, 195-231.
- Adams, J.A. (1971): A Closed-Loop Theory of Motor Learning. In: *Journal of Motor Behavior* 3, 111-149.
- Anochin, P.K. (1967): *Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes*. Jena.
- Anderson, J.R. (1988): *Kognitive Psychologie. Eine Einführung*. Heidelberg.
- Barry, W.J. (1975): Das Dilemma des Ausspracheunterrichts. In: *Arbeitsberichte des Instituts für Phonetik der Universität Kiel (AIPUK)* 4, 1-19.
- Bartlett, F.C. (1932, Repr.:1950): *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge.
- Bausch, K.-R./Raabe, H. (1978): Zur Frage der Relevanz von kontrastiver Analyse, Fehleranalyse und Interimsprachenanalyse für den Fremdsprachenunterricht. In: *Jahrbuch Deutsch als Fremdsprache* 4, hrsg. v. A. Wierlacher et al., Heidelberg, 56-75.
- Bernstein, N.A. (1975): *Bewegungsphysiologie*. Leipzig.
- Bleidistel, A. (1992): *Neurolinguistische Aspekte des Spracherwerbs und des Sprachgebrauchs*. Bochum.

---

reichenden zielsprachlichen Bewegungserfahrungen vorliegen, das Sprechverhalten des Lerners bei diesen „kritischen“ Lauten nur in geringem Umfang wirksam beeinflussen.

- Bluhme, H. (1978): Die Grenzen der auditiven Phonetik im Fremdsprachenunterricht. In: Kelz, H.P. (Hrsg.): *Phonetische Grundlagen der Ausspracheschulung II*. Hamburg, 29-43.
- Bower, G.A./Karlin, M.B./Dueck, A. (1975): Comprehension and Memory for Pictures. In: *Memory and Cognition* 3, 216-220.
- Breitung, H. (Hrsg.) (1994): *Phonetik Intonation Kommunikation. Standpunkte zur Sprach- und Kulturvermittlung 2. Werkstattberichte des Goethe-Instituts*. München.
- Brewer, W.F./Treyens, J.C. (1981): Role of Schemata in Memory of Places. In: *Cognitive Psychology* 13, 207-230.
- Chebenova, V. (1995): Kontrastive Fehleranalyse: slowakisch-deutsch. In: Gehrman, S. (1995): *Deutsche Phonetik in Theorie und Praxis*. Zagreb, 73-78.
- Christian, P. (1963): Vom Wertebewußtsein im Tun. Ein Beitrag zur Psychophysik der Willkürbewegung. In: Butendijk, F.J.J./Christian, P./Plügge, H.: *Über die menschliche Bewegung als Einheit von Natur und Geist*. Schorndorf, 19-44.
- Corder, S.P. (1:1966, 3:1969): *The Visual Element in Language Teaching*. London.
- Daug, R./Blischke, K. (1984): Sensomotorisches Lernen. In: Carl, K./Kayser, D./Mechling, H./Preising, W. (Hrsg.): *Handbuch Sport. Wissenschaftliche Grundlagen von Unterricht und Training I*. Düsseldorf, 381-420.
- Dieling, H. (1989): Neue Akzente im Phonetikunterricht - Überlegungen zur Arbeit an der Intonation. In: *Deutsch als Fremdsprache (DaF)* 26, 174-179.
- Dieling, H. (1996): *Phonetik im Fremdsprachenunterricht Deutsch*. Berlin.
- Forchhammer, J. (1928): *Kurze Einführung in die deutsche und allgemeine Sprachlautlehre*. Heidelberg.
- Fowler, C.A. (1994): Sprechen. In: Heuer, H./Keele, S.W. (Hrsg.): *Psychomotorik. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie II: Kognition. Bd. 3*. Göttingen, 632-702.
- Gay, T./Lindblom, B./Lubker, J. (1981): Production of Bite-Block Vowels: Acoustic Equivalence by Selective Compensation. In: *Journal of the Acoustic Society of America* 69, 802-810.
- Gehrman, S. (2:1995): *Deutsche Phonetik in Theorie und Praxis. Ein Lehr- und Übungsbuch auf lernpsychologisch-motorischer Grundlage*. Zagreb (skolska knjiga).
- Heike, G. (1972): Die Rolle der Phonetik im Ausspracheunterricht. In: Nickel, G./Raasch, A. (Hrsg.): *Kongressberichte der 3. Jahrestagung der Gesellschaft für angewandte Linguistik GAL e.V., Heidelberg (IRAL-Sonderband)*, 1-13.
- Heuer, H. (1992): Psychomotorik. In: Spada, H. (Hrsg.): *Lehrbuch Allgemeine Psychologie*. Bern, 495-559.
- Heuer, H. /Keele, S.W. (1994) (Hrsg.): *Psychomotorik. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie II: Kognition. Bd. 3*. Göttingen.
- Ivry, R. (1994): Repräsentationen beim motorischen Lernen: Phänomene und Theorien. In: Heuer, H./Keele, S.W. (1994) (Hrsg.), a.a.O., 321-400.
- Jespersen, O. (dän: 1897-99, D: 1904): *Lehrbuch der Phonetik*. Leipzig.
- Jones, D. (1918, 9:1962, Repr.: 1964): *An Outline of English Phonetics*. Cambridge.
- Kaminski, G. (1976): Theoretische Komponenten handlungspsychologischer Ansätze. In: Thomas, A. (Hrsg.): *Psychologie der Handlung und Bewegung*. Meisenheim am Glan, 11-22.
- Kaul, P./Zimmermann, K.W. (Hrsg.) (1990): *Eine Schematheorie über das Lernen diskreter motorischer Fertigkeiten*. Richard A. Schmidt, Kassel (Gesamthochschule).
- Kebeck, G. (1994): *Wahrnehmung. Theorien, Methoden und Forschungsergebnisse der Wahrnehmungspsychologie*. Weinheim.
- Keele, S.W. (1968): Movement Control in Skilled Motor Performance. In: *Psychological Bulletin* 70, 378-403.
- Kelso, J.A.S./Tuller, B./Vatikiotis-Bateson, E./Fowler, C.A. (1984): Functionally-Specific Articulatory Cooperation Following Jaw Perturbations During Speech: Evidence for Coordinative Structures. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 19, 812-832.
- Kelz, H.P. (1976): *Phonetische Probleme im Fremdsprachenunterricht*. Hamburg.
- Keßler, C. (1994): *Phonetikunterricht und Körpermotorik - Anmerkungen zu einem körpermotorischen Ansatz in der phonetischen Ausbildung*. In: Breitung, H. (Hrsg.), a.a.O., 141-146.
- Kloster Jensen, M. (1970): Physiologie et enseignement de la prononciation. In: *IRAL* 8, 221-225.
- Körndle, H. (1983): *Zur kognitiven Steuerung des Bewegungslernens*. Oldenburg (Diss.).
- Kohler, K.J. (1:1977, 2:1995): *Einführung in die Phonetik des Deutschen*. Berlin.

- Koordinierungsgremium in DFG-Schwerpunkt „Sprachlehrforschung“ (Hrsg.) (1977): Sprachlehr- und Sprachlernforschung. Eine Zwischenbilanz. Kronberg/Ts.
- Lado, R. (E: 1964, D: 4:1973): *Language Teaching: A Scientific Approach*. New York; D: *Moderner Sprachunterricht. Eine Einführung auf wissenschaftlicher Grundlage*. München.
- Leist, K.-H. (1979): *Transfer im Sport: zur Analyse von Bewegungshandeln und -lernen sowie zur Konstruktion von Lernangeboten*. Schorndorf.
- Leist, K.-H. (1982): *Motorisches Lernen im Sport*. In: Thomas, A. (Hrsg.): *Sportpsychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen*. Wien, 71-90.
- Lindblom, B./Lubker, J./Gay, T. (1979): *Formant Frequencies of Some Fixed Mandible Vowels and a Model of Speech Motor Programming by Predictive Simulation*. In: *Journal of Phonetics* 7, 147-161.
- Lindner, G. (1975): *Der Sprechbewegungsablauf. Eine phonetische Studie des Deutschen*. Berlin.
- Lubker, J. (1979): *The Reorganization Times of Bite-Block Vowels*. In: *Phonetica* 36, 273-293.
- MacNeilage, P.F. (1970): *Motor Control of Serial Ordering of Speech*. In: *Psychological Review* 77, 182-196.
- Mechling, H. (1984): *Bewegungswissenschaft*. In: Carl, K./Kayser, D./Mechling, H./Preising, W. (Hrsg.): *Handbuch Sport. Wissenschaftliche Grundlagen von Unterricht und Training I*. Düsseldorf, 83-133.
- Meinel, K./Schnabel, G. (8:1987): *Bewegungslehre - Sportmotorik: Abriß einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Berlin.
- Neisser, U. (E: 1976, D: 1979): *Cognition and Reality. Principles and Implications of Cognitive Psychology*. San Francisco; D: *Kognition und Wirklichkeit: Prinzipien und Implikationen der kognitiven Psychologie*. Stuttgart
- Nicholson, D.E. (1992): *Information Feedback Disrupts Performance Stability*. Los Angeles: University of California, unveröff. Dissertation (zit. nach Wulf 1994).
- Nitsch, J.R. (1975): *Sportliches Handeln als Handlungsmodell*. In: *Sportwissenschaft* 5, 39-55.
- Nitsch, J.R. (1986): *Zur handlungstheoretischen Grundlegung der Sportpsychologie*. In: Grupe, O. (Hrsg.): *Sport und Sportunterricht. Grundlagen für Studium, Ausbildung und Beruf*. Bd.2, Teil 1. Schorndorf, 188-270.
- Paul, F. (1996): *Übungstypologie für den Bereich Aussprache*. In: *Info Daf* 23, 491-497.
- Rausch, R./Rausch, I. (1993): *Deutsche Phonetik für Ausländer*. Berlin.
- Rosenbaum, D.A./Krist, H. (1994): *Vorbereitung von Bewegungen*. In: Heuer, H./Keele, S.W. (1994) (Hrsg.), a.a.O., 3-86.
- Roth, K. (1982): *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten. Empirische Überprüfung koordinations-theoretischer Konzepte*. Bad Homburg.
- Roth, K. (1987): *Lernen, motorisches*. In: Eberspächer, H. (Hrsg.): *Handlexikon Sportwissenschaft*. Reinbek b. Hamburg, 252-259.
- Roth, K. (1989a): *Taktik im Sportspiel. Zum Erklärungswert der Theorie generalisierter motorischer Programme für die Regulation komplexer Bewegungshandlungen*. Schorndorf.
- Roth, K. (1989b): *Wie lehrt man schwierige geschlossene Fertigkeiten?* In: Bielefelder Sportpädagogen: *Methoden im Sportunterricht*. Schorndorf, 25-42.
- Roth, K. (1990): *Ein neues „ABC“ für das Techniktraining im Sport*. In: *Sportwissenschaft* 20, 9-26.
- Roth, K. (1991): *„Erst das Leichte, dann das Schwere - stufenweise richtig lehre!“ Zum Neulernen von Bewegungstechniken*. In: *Sportpsychologie* 5, 5-10.
- Roth, K./Brehm, W./Willimczik, K. (1983): *Integrative Ansätze für das Lernen im Sport*. In: Rieder, H./Bös, K./Mechling, H./Reischle, K. (Hrsg.): *Motorik- und Bewegungsforschung. Ein Beitrag zum Lernen im Sport*. Schorndorf, 118-143.
- Rumelhart, D.E./Ortony, A. (1977): *The Representation of Knowledge in Memory*. In: Anderson, R.C./Spiro, R.J./Montague, W.E. (Eds.): *Schooling and the Acquisition of Knowledge*. Hillsdale, 99-136.
- Schmidt, R.A. (1975): *A Schema Theory of Discrete Motor Skill Learning*. In: *Psychological Review* 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (1976): *The Schema as a Solution to Some Persistent Problems in Motor Learning Theory*. In: Stelmach, G.E. (Ed.): *Motor Control. Issues and Trends*. New York, 41-65.
- Schmidt, R.A. (1980): *On the Theoretical Status of Time in Motor Program Representations*. In Stelmach, G.E./Requin, J. (Eds.): *Tutorials in Motor Behavior*. Amsterdam, 145-165.

- Schmidt, R.A. (1982): More on Motor Programs. In: Kelso, J.A.S. (Ed.): Human Motor Behavior: An Introduction. Hillsdale, 189-217.
- Schmidt, R.A. (1984): The Search for Invariance in Skilled Movement Behavior (Report „Perception and Action“ 1984/85:11). Bielefeld: Zentrum für Interdisziplinäre Forschung (ZiF).
- Schmidt, R.A. (2. 1988): Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis. Champaign.
- Schneider, B. (1977): Kognitive Momente in der Ausspracheschulung. Unterrichtspraktische Aspekte. In: Der fremdsprachliche Unterricht 11, 49-56.
- Singer, R.N. (E: 3:1980, D: 1985): Motor Learning and Human Performance. New York; D: Motorisches Lernen und menschliche Leistung. Bad Homburg.
- Stack, E.M. (E: 1960, D: 1966): The Language Laboratory and Modern Language Teaching. London; D: Das Sprachlabor im Unterricht. Berlin.
- Stelmach, G.E./Diggle, V.A. (1982): Control Theories in Motor Behavior. In: Acta Psychologica 50, 83-105.
- Steurer, V. (1984): Ausspracheprobleme im Russischunterricht. Interimsphonetische Abweichungen in Abhängigkeit vom Aufgabentyp am Beispiel des Russischen erwachsener deutscher Lerner. Frankf. a.M. (Diss.).
- Stock, E. (1993): Ausspracheschulung. In: DaF 30, 100-103.
- Swinnen, S./Schmidt, R.A./Nicholson, D.E./Shapiro, D.C. (1990): Information Feedback for Skill Acquisition: Instantaneous Knowledge of Result Degrades Learning. In: Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory 16, 706-716.
- Thomas, A. (1974): Die Entwicklung handlungspsychologisch-psychomotorischer Verhaltensanalysen in ihrer Bedeutung für Sport und Leibeserziehung. In: Sportwissenschaft 4, 258-275.
- Thomas, A. (1977): Die Bedeutung visueller Informationen zur Ausführung von Bewegungshandlungen in bewegungs- und zielzentrierten Sportarten. In: Thomas, A./Simons, D./Brackhane, R. (Hrsg.): Handlungspsychologische Analyse sportlicher Übungsprozesse. Eine empirische Längsschnittuntersuchung über das Erlernen bewegungszentrierter Sportarten. Schorndorf.
- Thomas, A. (1995): Einführung in die Sportpsychologie. Göttingen.
- Thurrow, J. (1977): Ausspracheschulung als didaktisches Problem. In: Kelz, H.P. (Hrsg.): Phonetische Grundlagen der Ausspracheschulung I. Hamburg, 11-32.
- Ungeheuer, G. (1970): Programmierte Instruktion im Bereich der Phonetik. Protokoll eines Werkstattgespräches über Möglichkeiten der Programmierter Instruktion im Fremdsprachenunterricht. München, 54-85. In: Ungeheuer, G. (1977): Sprache und Signal. Hamburg, 217-248.
- Wiemeyer, J. (1992a): Motorische Kontrolle und motorisches Lernen im Sport. Grundlagen und Probleme der Theorie Generalisierter Motorischer Programme. Teil 1: Motorische Kontrolle. In: Sportpsychologie 6/1, 5-11.
- Wiemeyer, J. (1992b): Motorische Kontrolle und motorisches Lernen im Sport. Grundlagen und Probleme der Theorie Generalisierter Motorischer Programme. Teil 2: Motorisches Lernen. In: Sportpsychologie 6/2, 5-12.
- Wiemeyer, J. (1994): Interne Bewegungsrepräsentation: Grundlagen, Probleme und Perspektiven. Köln
- Winstein, C.J. (1988): Relative Frequency of Information Feedback in Motor Performance and Learning. Los Angeles: University of California, unveröff. Dissertation (zit. nach Wulf 1994).
- Winstein, C.J./Schmidt, R.A. (1990): Reduced Frequency of Knowledge of Results Enhances Motor Skill Learning. In: Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 16, 677-691.
- Wulf, G. (1992): Neuere Befunde zur Effektivierung des Bewegungslernens. In: Sportpsychologie 6/1, 12-16
- Wulf, G. (1994): Zur Optimierung motorischer Lernprozesse: Untersuchungen zur Funktion von Kontext-Interferenz und Rückmeldungen beim Erwerb generalisierter motorischer Programme und motorischer Schemata. Schorndorf.
- Zimmer, A. (1983): Schemageleitete Kontrolle motorischer Handlungen. In: Reider, H./Bös, K./Mechling, H./Reischle, K. (Hrsg.): Motorik- und Bewegungsforschung. Ein Beitrag zum Lernen im Sport. Schorndorf, 168-170.
- Zimmer, A. (1990): Der Erwerb komplexer motorischer Fertigkeiten. In: Hoyos, Graf C./Zimolong, B. (Hrsg.): Ingenieurpsychologie. Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D: Praxisgebiete. Serie III: Wirtschafts-, Organisations- und Arbeitspsychologie. Bd.2, 148-177.