

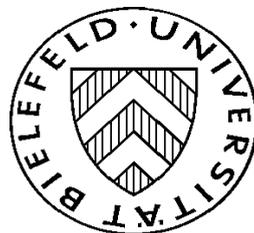
**Biologische Risikobelastung und Sprachentwicklung  
bei unreif geborenen Kindern**

DISSERTATION

zur Erlangung der Würde  
des Dr. phil.

vorgelegt von

Tanja Jungmann



Universität Bielefeld, März 2003

Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaften

**Erste Gutachterin:**

Prof. in Dr. H. Grimm  
Lehrstuhl für allgemeine und angewandte  
Entwicklungspsychologie  
Universität Bielefeld

**Zweiter Gutachter:**

Prof. Dr. G. Rickheit  
Lehrstuhl für Linguistik und Psycholinguistik  
Universität Bielefeld



## Vorwort

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die direkt oder indirekt zu dieser Arbeit beigetragen haben: Frau Prof.´in Dr. Hannelore Grimm dafür, dass sie mein Interesse an der Sprachentwicklung und Sprachentwicklungsdiagnostik geweckt hat und mir die Möglichkeit bot, diagnostische und klinische Erfahrungen mit biologischen Risikokindern zu sammeln. Besonders danke ich ihr für die Betreuung und kritische Begleitung meiner Arbeit.

Meinen Kolleginnen Maren Akta<sup>o</sup>, Dr. Hildegard Doil und Sabine Frevert sowie den studentischen Hilfskräften und Diplomanden für die Zusammenarbeit und den Spaß, den wir miteinander hatten. Insbesondere möchte ich in diesem Zusammenhang Doreen Stahn danken.

Dr. Max Christian Schürmann, Judith Gerber, Silke Reinhardt und Thorsten Strübe danke ich für ihre stete Bereitschaft zu anregenden Diskussionen und all ihre Unterstützung.

Diese Arbeit hätte ohne die engagierte Mithilfe des Klinikums II Minden, des Kinderklinikums Kreis Herford, des Klinikums Lippe-Detmold, der Abteilung Kinderheilkunde der Medizinischen Hochschule Hannover, des Sozial-pädiatrischen Zentrums Bethel in Bielefeld sowie vieler Frühchenvereine und Frühförderstellen der Region Ostwestfalen nicht geschrieben werden können. Ihnen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Außerdem möchte ich mich bei den Eltern und Kindern bedanken, die mich bereitwillig und mit großer Freude bei der Datensammlung unterstützt haben.



---

<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1. DIE BESONDERE SITUATION UNREIF GEBORENER KINDER</b>	<b>3</b>
1.1 Epidemiologie und Terminologie	3
1.2 Biologisches Risiko	6
1.3 Soziales Risiko	8
<b>2. SPRACHERWERB AUS BIOLINGUISTISCHER PERSPEKTIVE</b>	<b>9</b>
2.1 Die Metatheorie der Entwicklungsbiologie	10
2.2 Modellvorstellungen zum gestörten Spracherwerb	13
<b>3. STAND DER FRÜHGEBORENENFORSCHUNG</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Definitorische und methodische Probleme</b>	<b>16</b>
3.1.1 Kriterien der Subgruppenbildung	16
3.1.2 Die Problematik der Alterskorrektur	17
3.1.3 Zur sozialen Selektivität der Stichproben	18
3.1.4 Zur Operationalisierung der Fähigkeitsbereiche	19
<b>3.2 Spracherwerb bei unreif geborenen Kindern</b>	<b>19</b>
3.2.1 Entwicklungsrisiken und Defizite bei den Vorausläuferfähigkeiten	20
3.2.2 Erste Wörter und Benennungsexplosion: Defizite in Phase I und II	21
3.2.3 Morphologisches und syntaktisches Regelwissen: Defizite in Phase III und IV	23
3.2.4 Entwicklungsrisiken und Defizite beim Sprachgedächtnis	26
3.2.5 Tragen unreif geborene Kinder ein erhöhtes Risiko für spezifische Störungen der Sprachentwicklung?	30
<b>4. NEUROLOGISCHE URSACHEN ALLGEMEINER UND SPEZIFISCHER DEFIZITE</b>	<b>33</b>
4.1 Physiologie der Gehirnentwicklung	33
4.2 Neuropsychologische Entwicklungsmodelle	34
<b>4.3 Schädigende Einflüsse auf die Gehirnentwicklung bei unreif geborenen Kindern</b>	<b>36</b>
4.3.1 Mikrozephalie	37
4.3.2 Ischämische und hämorrhagische Läsionen	37
4.3.3 Subtile Abweichungen der Gehirnentwicklung	39
4.3.4 Zur Additivität von medizinischen Risikofaktoren	40

<b>5. ZUSAMMENFASSUNG DES FORSCHUNGSSTANDES UND EINORDNUNG DER EIGENEN ARBEIT</b>	<b>42</b>
<b>5.1 Der kleinste gemeinsame Nenner</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Kontroversen und offene Fragen</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Forschungsleitende Erwartungen und Fragestellungen</b>	<b>44</b>
5.3.1 Biologische Risikobelastung: Indikatoren auf dem Prüfstand	45
5.3.2 Sprachliche und nichtsprachliche Defizite unref geborener Kinder: Eine Frage der biologischen Risikobelastung?	46
5.3.3 Stabilität oder Diskontinuität der Entwicklung sprachlicher Leistungen?	48
<b>6. METHODISCHES VORGEHEN</b>	<b>49</b>
<b>6.1 Ablauf der Untersuchung</b>	<b>50</b>
<b>6.2 Operationalisierung der Konstrukte</b>	<b>51</b>
6.2.1 Sprachliche Leistungen und Sprachgedächtnis	51
6.2.1.1 Erfassung der rezeptiven und produktiven Sprachverarbeitungsfähigkeiten im Alter von zwei Jahren (SETK-2)	51
6.2.1.2 Erfassung der Sprachverarbeitungsfähigkeiten und der auditiven Gedächtnisleistungen im Alter von drei bis fünf Jahren (SETK 3-5)	53
6.2.2 Intelligenzleistungen und allgemeiner Entwicklungsstand	55
6.2.2.1 Erfassung der Intelligenz und der Leistungen in kognitiven Funktionsbereichen im Alter von drei Jahren (BSID-II, WET)	55
6.2.2.2 Erfassung der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von vier und fünf Jahren (K-ABC)	58
6.2.3 Biologische Risikobelastung	59
6.2.3.1 Geburtsgewicht	59
6.2.3.2 Gestationsdauer	60
6.2.3.3 Medizinischer Indikator der Risikobelastung (MIR)	60
6.2.4 Zusammenfassung	65
<b>6.3 Ermittlung der Testergebnisse und statistische Datenanalyse</b>	<b>67</b>
<b>7. ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b>	<b>69</b>
<b>7.1 Deskriptive Daten</b>	<b>69</b>
7.1.1 Sprach- und Intelligenzleistungen	69
7.1.2 Biologische Risikobelastung der Stichproben	75
<b>7.2 Die Bedeutung des medizinischen Indikator der Risikobelastung (MIR) als Prädiktor der Sprachleistungen</b>	<b>81</b>
7.2.1 Zusammenhänge zwischen Indikatoren der biologischen Risikobelastung	81
7.2.2 Prädiktive Zusammenhänge zwischen biologischer Risikobelastung und Sprachleistungen	83
7.2.2.1 Zusammenhangsmuster in Stichprobe 1	83
7.2.2.2 Zusammenhangsmuster in Stichprobe 2	92
7.2.3 Klassifikation sprachlich auffälliger und unauffälliger Kinder	97

---

<b>7.3</b>	<b>Feinanalyse der sprachlichen Leistungen</b>	<b>103</b>
7.3.1	Charakterisierung der Subgruppen nach MIR	104
7.3.2	Vergleichende Betrachtung der sprachlichen Leistungen in Subgruppen nach MIR	108
7.3.3	Zusammenfassung und Diskussion	113
<b>7.4</b>	<b>Beziehungen zwischen verbalen und nonverbalen Fähigkeiten</b>	<b>118</b>
7.4.1	Feinanalyse der Fähigkeiten und Fertigkeiten in Subgruppen nach MIR	119
7.4.1.1	Leistungen in verschiedenen Funktionsbereichen im Alter von drei Jahren	119
7.4.1.2	Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von vier Jahren	124
7.4.1.3	Zusammenfassung und Diskussion	130
7.4.2	Sprachliche Fähigkeiten und nonverbale Intelligenzleistungen	132
7.4.2.1	Kovarianzanalytische Befunde	133
7.4.2.2	Zusammenhangsmuster zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Fähigkeiten	135
7.4.2.3	Zusammenfassung und Diskussion	141
<b>7.5</b>	<b>Sprachentwicklungsprofile im Alter von zwei bis fünf Jahren</b>	<b>142</b>
7.5.1	Betrachtung der sprachlichen Gesamtleistungen im Längsschnitt	143
7.5.2	Stabilität der Sprachentwicklung in Subgruppen nach MIR	144
7.5.3	Zusammenfassung und Diskussion	149
<b>7.6</b>	<b>Zusammenfassender Überblick und Integration der Ergebnisse</b>	<b>150</b>
<b>8.</b>	<b>AUSBLICK</b>	<b>155</b>
<b>8.1</b>	<b>Implikationen für die medizinisch-psychologische Frühgeborenenforschung</b>	<b>155</b>
<b>8.2.</b>	<b>Implikationen für den therapeutischen Prozess</b>	<b>159</b>
<b>9.</b>	<b>ABSTRACT</b>	<b>163</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>165</b>
	<b>ANHANG</b>	<b>181</b>



---

## Einleitung

Jährlich kommen etwa 7 % aller Kinder mit einer Gestationsdauer unter 37 Wochen und einem Geburtsgewicht unter 2.500 g zur Welt. Sie werden als früh- oder unreif geboren bezeichnet. Mit der Unreife gehen erhebliche Anpassungs- und Selbstregulationsprobleme an die Umwelt außerhalb des Mutterleibs einher. Intensivmedizinisch werden diese durch maschinelle Beatmung, Behandlung mit Substanzen zur Förderung der Lungenreifung, Sondenernährung und Antibiotikatherapie unterstützt. Einerseits sichert dies das Überleben der Kinder: Dank der enormen medizinisch-technischen Fortschritte konnte die Grenze der Lebensfähigkeit kontinuierlich weiter nach unten verschoben werden, was von den Medien mit Schlagzeilen wie „Alles ist möglich!“ bejubelt wurde (Spiegel Online, 2000a). Andererseits sind die Maßnahmen nicht nebenwirkungsfrei: Komplikationen in der Neugeborenenperiode, wie Mangeldurchblutung und Sauerstoffunterversorgung des Gehirns durch die Unreife der Lungenfunktionen sowie Blutungen im Gehirn durch die Fragilität der Blutgefäße und cerebrale Krampfanfälle können primäre Folgen der Unreife bei der Geburt, aber auch sekundäre Folgen der High-Tech-Medizin sein.

Im Mittelpunkt der psychologischen Forschung steht die Frage nach den Entwicklungsmöglichkeiten frühgeborener Kinder und ihrer späteren Lebensqualität. Als Richtwert für die Prognose werden zumeist das Geburtsgewicht oder die Gestationsdauer herangezogen. Demnach gilt: Je niedriger das Geburtsgewicht bzw. je kürzer die Zeit im Mutterleib, desto höher die medizinische Risikobelastung und desto ungünstiger die Entwicklungsprognose. Während die bisherige Frühgeborenenforschung sich im Wesentlichen mit der motorischen und kognitiven Entwicklung beschäftigt, steht im Fokus der vorliegenden Arbeit die Sprachentwicklung. Besonders Augenmerk liegt hierbei auf den Auswirkungen der Unreife bei der Geburt und der damit verbundenen medizinischen Komplikationen. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Berücksichtigung der aufgetretenen medizinischen Komplikationen im Einzelfall eine genauere Vorhersage der späteren Sprachentwicklung möglich ist als aufgrund des Geburtsgewichts und der Gestationsdauer. Zur Überprüfung dieser zentralen Annahme wird ein medizinischer Indikator der Risikobelastung (MIR) gebildet. Dabei handelt es sich um einen Summenwert, in den jene medizinischen Komplikationen eingehen, die nach dem aktuellen biopsychologischen Erkenntnisstand in einen ursächlichen Zusammenhang mit einer abweichenden Gehirnentwicklung oder einer Gehirnschädigung gebracht werden können. Damit steht diese Arbeit einerseits in der Tradition der medizinisch orientierten Frühgeborenenforschung, andererseits in der Tradition der psychologischen Spracherwerbsforschung.

Die psychologische Spracherwerbsforschung hat gezeigt, dass die Sprache für termingeborene wie unreif geborene Kinder vom Zeitpunkt der Geburt an einen der wichtigsten Reize der sozialen Umwelt darstellt. Sie ist ein bedeutsamer Katalysator kognitiver Fortschritte und spielt eine essentielle Rolle für den Erwerb kultureller Formen und kulturellen Wissens. Weil sie einen realistischen Einblick in die weiteren Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten zulässt, wird die Sprache vielfach als ein „Fenster in den sich entwickelnden kindlichen Geist“ bezeichnet (Grimm, 1999).

In der vorliegenden Arbeit werden die sprachlichen und die intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten unreif geborener Kinder ebenso differenziert betrachtet, wie deren Zusammenhänge. Des Weiteren wird ein Forschungsbeitrag zu der bislang unentschiedenen Kontroverse geleistet, ob der Einfluss der biologischen Risikobelastung auf die Sprachleistungen mit zunehmendem Alter abnimmt oder bis ins Schulalter hinein nachweisbar bleibt. Die Ergebnisse und Grenzen werden vor dem Hintergrund einer biolinguistischen Perspektive auf den Spracherwerb (Locke, 1993, 1994, 1997) und neurologischer Entwicklungsmodelle diskutiert und integriert. In diesem Rahmen werden abschließend Implikationen für eine interdisziplinäre Frühgeborenenforschung sowie für eine Optimierung des diagnostischen Prozesses aufgezeigt.

## 1. Die besondere Situation unreif geborener Kinder

Im Zentrum der vorliegenden Arbeit steht die Frage nach der neurophysiologischen und entwicklungspsychologischen Bedeutung einer stark verkürzten Zeit im Mutterleib für die spätere Sprachentwicklung. Einleitend wird die besondere Situation unreif geborener Kinder unrissen und zunächst auf die Epidemiologie und die Terminologie der Unreifgeburt eingegangen. Im Anschluss daran erfolgt eine kurze Darstellung der biologischen und sozialen Risiken, die sich aus der besonderen Situation unreif geborener Kinder ergeben.

### 1.1 Epidemiologie und Terminologie

Unreif geborene Kinder stellen die zahlenmäßig größte Gruppe der biologischen Risikokinder dar. In Deutschland kommen ca. 5 % bis 8 % aller Kinder unreif zur Welt. Das sind 50.000 bis 60.000 Frühgeborene pro Jahr. Unter ihnen sind etwa 10 % mit einem sehr niedrigen Geburtsgewicht ( $< 1.500$  g) und 5 % mit einem extrem niedrigen Geburtsgewicht ( $< 1.000$  g). An diesen Häufigkeiten hat sich auch während des deutlichen Geburtenrückgangs der frühen neunziger Jahre nichts geändert. Obwohl Frühgeburten nur einen kleinen Teil aller Geburten ausmachen, tragen sie erheblich zur Erhöhung der Säuglings- und Frühsterblichkeitsraten bei. Noch vor wenigen Jahren wurde der Anteil von Kindern mit sehr niedrigem Geburtsgewicht an der Neugeborenenmortalität zwischen 40 % und 50 %, teilweise sogar bis zu 85 % beziffert (statistische Angaben der Kinderklinik Buch, 1995). Gemessen an der Anzahl der gewonnenen Lebensjahre ist die Neugeborenenmedizin und -pflege heutzutage die erfolgreichste medizinische Disziplin. Aktuelle Zahlen dokumentieren dies eindrucksvoll: Auch bei Kindern mit extrem niedrigem Geburtsgewicht ist ein Anstieg der Überlebensrate von 50 % in den sechziger Jahren auf 85 % in den achtziger Jahren bis hin zu deutlich über 90 % seit 1991 zu verzeichnen. Als untere Grenze der Lebensfähigkeit wird derzeit die Geburt nach der vollendeten 24. Schwangerschaftswoche bzw. mit einem Gewicht von 500 g betrachtet (Rauh, 2002; Wolke, 1991; Wolke & Meyer, 1999a). Generell liegt die Sterblichkeitsrate bei sehr und extrem unreif geborenen Jungen deutlich über der bei sehr und extrem unreif geborenen Mädchen. Auch die Auftretensrate schwerer postnataler Komplikationen ist bei Jungen gegenüber Mädchen deutlich erhöht (Brothwood, Wolke, Gamsu, Benson & Cooper, 1986).

Die Ursachen für eine Frühgeburt sind vielfältig und im Einzelfall häufig ungeklärt. Infektiöse und endokrine Erkrankungen der Mutter oder des Kindes, Veränderungen der Gebärmutter oder der Plazenta können ebenso wie ungünstige äußere Einflüsse, z.B. körperliche und psychische Überforderung der Schwangeren, eine Frühgeburt herbeiführen. Liegt eine Mangel-

versorgung des Kindes im Mutterleib oder eine schwere Schwangerschaftsvergiftung vor, wird die Geburt auch aus medizinischen Gründen eingeleitet (Pschyrembel, 1998; Riegel, Ohrt, Wolke & Österlund, 1995). Damit ist die Gesamtgruppe unreif geborener Kinder sowohl hinsichtlich ihres Geburtsgewichts, der Zeit, die sie zur früh zur Welt kommen als auch der Ursachen, die dazu geführt haben, äußerst heterogen. Der Versuch, dieser Heterogenität durch die Bildung von Subgruppen nach dem Reifestand bei der Geburt Rechnung zu tragen, hat zu einer erheblichen Begriffsvielfalt geführt. Nicht zuletzt auch deshalb, weil es keine einheitlichen Klassifikationssysteme in der Medizin und der Psychologie gibt. Die Tabellen 1a bis 1c fassen im Folgenden die wichtigsten Abkürzungen, ihre Bedeutungen und Definitionskriterien zusammen.

Die Tabelle 1a gibt einen Überblick über die Klassifikation in der Medizin anhand von Somatogrammen. Dabei handelt es sich um Standardgewichts- und Standardgrößenkurven, auf deren x-Achse die Schwangerschaftsdauer in Wochen und auf deren y-Achse das Gewicht in g oder die Größe in mm abgetragen ist (Pschyrembel, 1998, S. 1111).

**Tabelle 1a:** Terminologie in der medizinischen Forschungsliteratur

Abkürzung	Bedeutung	Definition
<b>AGA</b>	adäquates Gewicht für das Gestationsalter (appropriate for <b>g</b> estational age)	Größenwachstum / Gewicht zw. dem 10. und 90. Prozentrang der standardisierten Skalen
<b>SGA</b>	zu geringes Gewicht für das Gestationsalter ( <b>s</b> mall for <b>g</b> estational age)	Größenwachstum / Gewicht < 10. Prozentrang der standardisierten Skalen

Liegt das Gewicht des Kindes nach einer bestimmten Schwangerschaftsdauer innerhalb des 10. und 90. Prozentrangs, wird das Neugeborene als normalgewichtig bezeichnet. Dem entspricht neben der Abkürzung *AGA* der medizinische Fachterminus *eutroph*. Liegt es nach einer bestimmten Schwangerschaftsdauer unterhalb des 10. Prozentrangs, so ist das Neugeborene zu leicht. In der Forschungsliteratur wird dieser Fall mit *SGA* abgekürzt. In der medizinischen Fachsprache spricht man von einem *dystrophen* Kind oder einer *Mangelgeburt*. Diese ist zumeist auf eine Nährstoffunterversorgung des Kindes im Mutterleib zurückführbar.

Die Tabellen 1b und 1c zeigen die Einteilungskriterien, die in der psychologischen Frühgeborenenforschung favorisiert werden. In Abgrenzung von den medizinischen Klassifikationssystemen wird bei der differenzierten Betrachtung homogenerer Subgruppen unreif geborener Kinder entweder nur das Gestationsalter oder nur das Geburtsgewicht berücksichtigt.

**Tabelle 1b:** Klassifikation nach Gestationsalter (nach Riegel et al., 1995)

Abkürzung	Bedeutung	Definition
—	mäßig unreif geboren (preterm)	Gestationsdauer: 32-36 Wochen
—	sehr unreif geboren (very preterm)	Gestationsdauer: 28-31 Wochen
—	extrem unreif geboren (extremely preterm)	Gestationsdauer: < 28 Wochen

Für die Subgruppenbildung nach Gestationsalter gibt es weder einheitliche Abkürzungen, noch einheitliche Kriterien in der Fachliteratur. Die genaueste Einteilung, die Tabelle 1b zeigt, nehmen Riegel et al. (1995) in der Bayerischen Längsschnittstudie vor. Demnach wird zwischen mäßig unreif geborenen Kindern, die nach einer Gestationsdauer von 32 bis 36 Wochen zur Welt kommen, sehr unreif geborenen Kindern, deren Gestationszeit 28 bis 31 Wochen beträgt und extrem unreif geborenen Kindern, die vor der vollendeten 28. Schwangerschaftswoche zur Welt kommen, unterschieden.

Tabelle 1c zeigt die gebräuchlichsten Klassifikationen nach Geburtsgewicht. Demnach werden Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht (*LBW*), Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (*VLBW*) und Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht (*ELBW*) unterschieden. Die Subgruppen nach Geburtsgewicht, die in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, sind grau unterlegt.

**Tabelle 1c:** Klassifikation nach Geburtsgewicht in der psychologischen Forschungsliteratur

Abkürzung	Bedeutung	Definition
<b>LBW</b>	niedriges Geburtsgewicht (low birthweight)	Geburtsgewicht < 2.500 g
<b>VLBW</b>	sehr niedriges Geburtsgewicht (very low birthweight)	Geburtsgewicht < 1.500 g
<b>ELBW</b>	extrem niedriges Geburtsgewicht (extremely low birthweight)	Geburtsgewicht < 1.000 g

Während seitens der Subgruppenbezeichnungen und der Kriterien ihrer Bildung kein Konsens besteht, so wird doch übereinstimmend von der folgenden Annahme ausgegangen: Je leichter bzw. je unreifer ein Kind bei der Geburt ist, desto häufiger treten schwere medizinische Komplikationen auf (vgl. Sarimski, 2000).

## **1.2 Biologisches Risiko**

Eine Hirnschädigung bei sehr unreif geborenen Kindern erfolgt vornehmlich in den ersten Lebensstunden und –tagen (Ohrt, 1999). Dies ist mit den erheblichen Anpassungsleistungen zu erklären, die ein Kind unmittelbar nach der Geburt vollbringen muss. Mit der Geburt findet ein plötzlicher und enormer Umgebungswechsel statt. Die noch unreifen Organe müssen die Plazentafunktionen übernehmen, womit komplizierte Anpassungsleistungen einhergehen: Unmittelbar nach der Geburt ist eine Umstellung des Blutkreislaufes, der Atmung und der Temperaturregulierung notwendig. Innerhalb der ersten Lebensstunden und –tage erfolgt dann auch eine Neuanpassung der Nahrungsaufnahme und –verarbeitung und der Sinnesorgane an die vielen veränderten Eindrücke (Rauh, 2002). Auch bei Kindern, die nach einer komplikationslosen Schwangerschaft und Geburt zum errechneten Termin geboren werden, geht dieses mit physiologischen Besonderheiten einher. Es kommt z.B. zu Gewichtsabnahmen von bis zu 10 % durch Wasserverlust, zu Schwankungen der Körpertemperatur, zu unregelmäßiger Atmung bis zur endgültigen Ausreifung des Atemzentrums und zur Gelbfärbung der Haut aufgrund der Leberunreife (Pschyrembel, 1998).

Wird ein Kind nach viel zu kurzer, meist nicht komplikationsloser Schwangerschaft mit einem sehr niedrigen Gewicht geboren, ist aufgrund der extremen Unreife der Organe und des Gehirns mit besonderen Anpassungsproblemen an die extrauterine Umwelt zu rechnen: Dazu gehören u.a. erhebliche Schwankungen der Körpertemperatur, akutes Nierenversagen, Nahrungsunverträglichkeiten bei erhöhtem Energiebedarf, Darmentzündungen (nekrotisierende Enterocolitis, NEC) und eine erhöhte Infektionsgefahr.

Die Unreife der Lungenfunktionen führt zu einer Instabilität des Herz-Kreislauf-Systems und der Atmung. Es kommt zu Atemaussetzern (Apnoen) und Herzrhythmusstörungen (Bradykardien). Dies geht mit einem erhöhten Risiko einer Sauerstoffmangelversorgung des gesamten Organismus einher. Gerade in den Hirnregionen, deren Sauerstoff- und Energieversorgung aufgrund von Durchblutungsstörungen noch unzureichend ist, kann es infolge einer Sauerstoffunterversorgung zu Gewebsschäden kommen. Besonders vulnerabel sind die Regionen der Hirnrinde und weitere Zentren, die für die Integration höherer Hirnfunktionen verantwortlich sind (Ohrt, 1999). Zusätzlich ist das Gewebe um die Hirnventrikel durch die Fragili-

tät der Blutgefäße sehr empfindlich. Die gestörte Autoregulation kann zu einer Einblutung in das Ventrikelsystem des Gehirns führen. In schweren Fällen resultiert aus der Ausdehnung der Ventrikel ein Wasserkopf (Hydrocephalus). Dabei wird das um die Ventrikel liegende Gehirngewebe zusammengedrückt, wodurch Nervenzellen beschädigt werden können. Es bildet sich Narbengewebe in der weißen Marksubstanz (periventrikuläre Leukomalazie, PVL). Die Prävalenzschätzungen für das Risiko einer leichten Hirnblutung liegen bei sehr unreif geborenen Kindern bei 17 %, für eine schwere Hirnblutung bei 5 % bis 6 % und für eine periventrikuläre Leukomalazie bei 8 % (Fanaroff, Wright, Stevenson et al., 1995). Je nach Ausmaß der Hirnblutung und der daraus entstandenen Läsion sowie der Schwere weiterer Komplikationen, wie Herzrhythmusstörungen oder Herzstillstand, kann es in der Folge zu neurologischen Störungen, vor allem einer Cerebralparese kommen. Bei Frühgeborenen handelt es sich dabei in der überwiegenden Anzahl der Fälle um eine beinbetonte spastische Lähmung unterschiedlichen Schweregrades, mit und ohne Beteiligung der Handmotorik.

Damit sind Hirnblutungen III. und IV. Grades sowie die periventrikuläre Leukomalazie schon beim Neugeborenen erfassbare Zeichen für ein deutlich erhöhtes Risiko einer neurologischen Entwicklungsstörung (Messinger, Dolcourt, King, Bodnar & Beck, 1996; Waugh, O'Callaghan, Tudehope & Mohay, 1996).

Das Auftreten und die Bewältigung der beschriebenen Komplikationen hängt von der kindlichen Konstitution und anscheinend auch von dem Geschlecht ab (Brothwood et al, 1986). Des Weiteren spielt die Qualität einer individuell auf das Baby abgestimmten medizinischen Erstversorgung auf der Neugeborenenintensivstation eine große Rolle für die Entwicklungsmöglichkeiten des Kindes. Die diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten sind, so Largo (1996), inzwischen so weit fortgeschritten, dass Langzeitfolgen weitestgehend verhindert werden können. Das moderne intensivmedizinische Behandlungskonzept ist demnach nicht nur in der Lage das Überleben, sondern auch die Gesundheit sehr unreif geborener Kinder zu sichern. Sarimski (2000, S. 9) kommt dagegen zu dem Schluss, dass „die Rettung eines zu früh geborenen Babys jedes Mal ein Experiment mit ungewissem Ausgang“ ist. Immer aufwändigere Techniken und Medikamente erhöhen zwar die Überlebenschancen, haben aber z.T. auch erhebliche Nebenwirkungen. So kann es durch den Einsatz hochtechnisierter Behandlungsmethoden sogar zu einer Zunahme medizinischer Komplikationen, wie Lungen- und Gehirnblutungen, Darm- und Augenerkrankungen sowie zu einer massiven psychosozialen Deprivation durch die sehr lange Intensivbehandlung kommen (Rauh, 1984; Marcovich, 1996; Zeskind & Iacino, 1987).

### **1.3 Soziales Risiko**

Wenngleich in der vorliegenden Arbeit der Einfluss sozialer Risiko- und Schutzfaktoren nicht erfasst wird, soll an dieser Stelle auf die umfangreiche Forschungsliteratur verwiesen werden, deren Befunde dafür sprechen, dass neben biologischen Risiken vor allem Interaktionsstörungen als Ursachen für kognitive Entwicklungsverzögerungen und Verhaltensauffälligkeiten in Frage kommen (Beckwith & Cohen, 1989; Laucht, Esser, Schmidt et al., 1996; Laucht, Esser & Schmidt, 1998; Pearl & Donahue, 1995; Sarimski, 2000; Wille, 1991).

Bei einer Frühgeburt gibt es nicht nur ein frühgeborenes Kind, sondern auch „frühgeborene Eltern“. Die Eltern sind traumatisiert und von der Situation überfordert. Ihr Selbstbild als Vater bzw. Mutter und ihr Konzept vom Kind sind weniger konkret und differenziert als bei einer Termingeburt. Sie sind emotional noch nicht bereit, die praktischen Vorbereitungen sind noch nicht beendet oder haben noch nicht einmal begonnen (Gloger-Tippelt, 1988). Meist sehen die Eltern ihr Kind zum ersten Mal auf der Neugeborenenintensivstation. Psychisch stark belastend wirken u.a. das Aussehen des Kindes, sein Gesundheitszustand und die an ihm vorgenommenen medizinischen Maßnahmen (Jotzo & Schmitz, 2001; Hughes & McCollum, 1994). Frühgeborene Kinder sind Risikokinder und brauchen besondere Fürsorge und Zuwendung. Sie sind weniger reaktionsbereit und leichter irritierbar als termingeborene Kinder, können Erregungszustände schlechter regulieren, zeigen mehr negative Affekte und vermeiden häufig den Blickkontakt (Pauli-Pott, 1991). Außerdem verfügen sie oft nicht über die Zeichen sozialer Kompetenz, wie z.B. vorhersagbares Verhalten, soziale Responsivität und verständliche Verhaltenshinweise. Da diese die Voraussetzungen für eine optimale Interaktion zwischen dem Säugling und der Bezugsperson bilden, kann es zu Passungsproblemen kommen.

**Zusammenfassend** resultiert somit aus der Unreife bei der Geburt häufig eine doppelte Risikobelastung: Zum einen die biologische, die sich im Auftreten der beschriebenen medizinischen Komplikationen manifestieren kann. Zum anderen die soziale Risikobelastung, die sich unabhängig von der sozialen Schichtzugehörigkeit, in einem erschwerten Interaktionsaufbau niederschlägt. Die beschriebenen Passungsprobleme können sich entscheidend auf die Sprachentwicklung der unreif geborenen Kinder auswirken (Jotzo & Schmitz, 2001; McGrath, Boukydis & Lester, 1993). Ein theoretisches, biolinguistisches Rahmenmodell zur Beschreibung und Erklärung des Einflusses biologischer Risiken auf den Spracherwerb stammt von Locke (1993, 1994, 1997).

## 2. Spracherwerb aus biolinguistischer Perspektive

Sprache ist keine Einheitsgröße, sondern ein komplexes System, das sich aus unterschiedlichen Komponenten zusammensetzt. Bei der Produktion und dem Verstehen sprachlicher Ausdrücke müssen nach Tracy (2000, S.6) „Strukturen auf unterschiedlichen und in relativer Autonomie existierenden Strukturebenen miteinander verrechnet werden“, von der suprasegmentalen Komponente über Phonologie, Lexikon, Morphologie und Syntax bis hin zur pragmatischen Komponente. All diese Komponenten können als eigenständige Wissenssysteme betrachtet werden, die eigenen Erwerbs- und Aufbauregeln folgen. Die Repräsentationen der unterschiedlichen Teilfähigkeiten bleiben aber nicht separat, sondern sind miteinander assoziiert (Bates, Bretherton & Snyder, 1988; Menyuk, Liebergott & Schultz, 1995). Die Spracherwerbsaufgabe des Kindes besteht darin die Konzepte und Regeln der einzelnen Komponenten sowie die Regeln ihres Zusammenspiels zu erwerben (Grimm & Weinert, 2002). Diese komplexe Aufgabe lösen Kinder schon in einem sehr frühen Alter. Wie Grimm (1999, S. 17) beschreibt, „können sie sich noch kaum das Schuhband zubinden, beherrschen noch nicht die Zahlen von 1 bis 10, vermögen noch nicht die einfachsten Analogieaufgaben zu lösen und sprechen dennoch in wohlgeformten Sätzen.“

Möglich wird dies aus biolinguistischer Perspektive (Locke, 1993) zum einen dadurch, dass das Sprachlernen innerhalb von biologischen Zeitfenstern erfolgt, zum anderen beruht es auf nichtsprachlichen sowie sprachspezifischen Vorausläuferfähigkeiten. Sprachliches Handeln ist im menschlichen Entwicklungssystem genetisch verankert. Damit ist der Spracherwerb für das Kind keine Aufgabe, die es bewusst lösen muss. Vielmehr wächst es in die sprachlichen Handlungsformen hinein. Hierbei spielen soziale Voraussetzungen eine wichtige Rolle. Im interaktiven Austausch mit den Bezugspersonen seiner Umwelt erwirbt das Kind implizit die Regeln der Sprache (Grimm, 1999, 2002, 2003).

In Kapitel 2.1 wird die Metatheorie der Entwicklungsbiologie von Locke (1993, 1994, 1997) als forschungsleitender, theoretischer Rahmen der vorliegenden Arbeit dargestellt. Aktuelle sprachpsychologische Modellvorstellungen, wie das Meilensteinkonzept der Sprachentwicklung und die Annahme rekurrenter Repräsentationsveränderungen, die nach Karmiloff-Smith (1992) die normale Sprachentwicklung charakterisieren, werden darin mit Elementen aktueller neuropsychologischer Entwicklungstheorien verbunden. In Kapitel 2.2 wird auf die daraus ableitbaren theoretischen Modellvorstellungen zum gestörten Spracherwerb eingegangen.

## **2.1 Die Metatheorie der Entwicklungsbiologie**

Nach Locke (1997) erfolgt der ungestörte Spracherwerb in vier Phasen, in denen unterschiedliche neuronale Mechanismen wirksam werden.

### **Phase I: primär affektiv-sozial**

In dieser Phase steht der Säugling unter prosodischer Kontrolle. Seine Aufmerksamkeit ist in den ersten Lebenswochen auf Gesicht und Stimme seiner Interaktionspartner gerichtet, die eine affektive Einheit bilden. Die Mutter verwendet ein besonderes Sprachregister, den *baby talk*, der vom Säugling bevorzugt und für die erste kategoriale Organisation der Sprache genutzt wird (vgl. dazu Befunde von DeCasper & Spence, 1986; Fernald, 1984; Mehler, Jusczyk, Lambertz et al., 1988). Durch die sensitiven Anpassungsleistungen des mütterlichen Sprechstils an die kindlichen Bedürfnisse, Präferenzen und Fähigkeiten wird dem Säugling die Spracherkennung aufgrund prosodischer und phonologischer Hinweisreize ermöglicht. Außerdem wächst er allmählich in die Rolle des Dialogpartners hinein: Er lernt seine eigenen Lautäußerungen in zeitlichem Bezug auf das Sprechen anderer zu koordinieren (*turn-taking*), verfolgt deren Blickrichtung, sodass der gemeinsame Aufmerksamkeitsfokus auf einem Objekt der Umwelt liegt und Kommunikation darüber möglich wird (*joint attention*). Das Kind beginnt Gesten einzusetzen und die Intonationsmuster anderer Personen zu reproduzieren (Karmiloff-Smith, 1992; Locke, 1994; Nelson, 1996; für einen Überblick siehe Grimm, 2003). Auf neuronaler Ebene spielt das limbische System, insbesondere die Amygdala, eine wichtige Rolle bei der Verarbeitung von Gesichtsreizen und sprachlichen Reizen. Die mimische und stimmlich-affektive Kommunikation wird vorwiegend rechtshemisphärisch gesteuert. Ab ungefähr dem 10. Lebensmonat mündet die Lautentwicklung in die Produktion der ersten affektiv-sozialen Wörter und spezifischen Benennungen, die pragmatisch verwendet werden (vgl. Tabelle 2).

### **Phase II: primär affektiv-sozial**

In dieser Phase unterstützt die Mutter die Speicherung von Sprachmaterial durch konventionalisierte soziale Routinen: Dabei werden die Informationen so begrenzt, dass das kleine Kind mit ihnen umgehen kann. Die Aufmerksamkeit des Kindes wird auf einen bestimmten überschaubaren Ausschnitt aus der Realität fokussiert und eine Dialogstruktur angeboten, die den Worterwerb stützt. Nach Locke (1994) ist diese zweite Phase ebenfalls noch weitgehend über die genannten rechtshemisphärische Mechanismen kontrolliert. Allerdings rückt nun die Symbolfunktion als generelle Eigenschaft von Wörtern in den Vordergrund. Mit der kogniti-

ven Einsicht in die Benennbarkeit aller Dinge und in den Systemcharakter der Sprache kommt es etwa um den 18. Lebensmonat zur Benennungsexplosion. Damit wird die rapide Ausweitung des Lexikons bezeichnet, mit der auch die Herstellung von Beziehungen zwischen semantischen Einheiten beginnt. Dieses führt wiederum zum schnellen Wortlernen für Verben und andere relationale Wörter (Grimm, 2003).

### **Phase III: primär linguistisch**

Diese Phase beginnt typischerweise zwischen dem 20. und 26. Lebensmonat. Bis dahin hat das über rechtshemisphärische Mechanismen im Gedächtnis eingelagerte Sprachmaterial allmählich eine kritische Masse erreicht. Unter dem Druck der angehäuften Wörter und Phrasen wird das linkshemisphärische, rein linguistische Strukturanalysesystem aktiviert. Das Kind beginnt prosodisch organisierte Formen in ihre Bestandteile zu zerlegen und Regeln zu induzieren (Locke, 1994). Dies ebnet den Weg zum Erwerb der linguistischen Kompetenz mit den regelgeleiteten Teilsystemen Phonologie, Morphologie und Syntax. Als charakteristisch für diese Phase werden kreative Übergeneralisierungen von Regeln wie \**geschwimmt* und \**Tellers* beschrieben (vgl. Bowerman, 1982; Menyuk, 1988). Parallel zum Erwerb morphologischer Regelmäßigkeiten erlernt das Kind variable Wortordnungen. Wie für das Lexikon gilt auch für die Morphologie und Syntax, dass die Entwicklung schrittweise vor sich geht und durch nicht bewusste rekurrente Reorganisationen der dem Verhalten zugrundeliegenden Wissensrepräsentationen erfolgt (Karmiloff-Smith, 1992). Diese Phase endet normalerweise um den 37. Lebensmonat.

### **Phase IV: Integrative Phase**

In dieser Phase wird das implizite Sprachwissen vervollkommnet: Die Regelsysteme werden ausgebaut und der Sprachgebrauch wird zunehmend korrekt. Dabei werden die neuronalen Ressourcen beider Hemisphären für elaborative Lernprozesse genutzt.

Tabelle 2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die beschriebenen vier kritischen Phasen der Sprachentwicklung, die ihnen zugrundeliegenden neuronalen Mechanismen und die Charakteristika dieser Phasen auf der Verhaltensebene. Die Phasen, die in dieser Arbeit untersucht werden, sind dunkelgrau hervorgehoben. Mit hellgrau ist die Phase II markiert, da der für diese Phase charakteristische Sprachgebrauch ebenfalls erfasst wird, jedoch erst ab dem 24. Lebensmonat.

---

\* konstruierte Form als Beispiel für Übergeneralisierung morphologischer Regeln

**Tabelle 2:** Die vier kritischen Phasen der Sprachentwicklung nach Locke (1994)

Phasen	Charakterisierung	Gehirn- lokalisation	Sprachgebrauch
<b>Phase I</b>  primär affektiv-sozial  bis 12 Monate	Säugling steht unter prosodischer Kontrolle	überwiegend rechts- hemisphärische Mechanismen	Joint attention, Worterkennen, Reproduktion von Intonationsmustern, Verwendung konventioneller Gesten, erste Wörter
<b>Phase II</b>  primär affektiv-sozial  bis 24 Monate	Säugling speichert Sprachmaterial		Rezeptiver Wortschatz von ca. 200 Wörtern, mit 18 Monaten: Wortschatzspurt, erste Mehrwort- äußerungen
<b>Phase III</b>  primär linguistisch  bis 36 Monate	Linguistische Analyse und Regelinduktion	links- hemisphärische Mechanismen	Dekomposition prosodisch organisierter Formen, Induktion grammatischer Strukturen und Regeln
<b>Phase IV</b>  Integrative Phase  bis ≈ 5 Jahre	Integration und Elaboration	neuronale Ressourcen beider Hemisphären	Sprachgebrauch wird zu- nehmend korrekt, Ausbau von Morphologie und Syntax, erfolgreiche Kommunikation, Lernen wird elaborativ

## **2.2 Modellvorstellungen zum gestörten Spracherwerb**

Bisher wurde grob beschrieben, welche kritischen, aufeinander aufbauenden Phasen vom Kind auf seinem Weg zum kompetenten Sprecher durchlaufen werden. Dabei spielt die zunehmende Gehirnreifung und die Anhäufung einer kritischen Masse an Wörtern und Äußerungen in bestimmten biologischen Zeitfenstern eine wichtige Rolle. Zur Erklärung der Entstehung von spezifischen Sprachentwicklungsstörungen postuliert Locke (1994, 1997) eine genetische Prädisposition zu einer verlangsamten Gehirnreifung. Diese findet ihren Niederschlag auf Verhaltensebene u.a. in einer generellen Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit von visuellen, taktilen und auditiven Reizen, motorischer Ungeschicklichkeit und Koordinationsschwierigkeiten sowie in einer defizitären sozialen Kognition. Diese äußert sich z.B. in Schwierigkeiten mit der Aufmerksamkeitszentrierung auf das mütterliche Gesicht und die mütterliche Stimme, ausbleibender Nachahmung von Spielroutinen und verzögerter Produktion von Vokalisationen und Gesten.

Die rechtshemisphärische Orientierungsfunktion, der Aufmerksamkeitsfokus und die Beachtung der Stimme und des Gesichts der Mutter in der *Phase I* bilden die notwendige und hinreichende Bedingung, um Äußerungseinheiten in der *Phase II* für die in *Phase III* erfolgende linguistische Analyse und Regelinduktion zu speichern (Grimm, 2003). Eine Verlangsamung der Gehirnreifung führt dazu, dass gegen Ende des zweiten Lebensjahres nicht die kritische Masse an Sprachmaterial zur Verfügung steht, wenn sich das biologische Zeitfenster öffnet, in dem das dafür spezialisierte linkshemisphärische Strukturanalysesystem aktiviert werden müsste. Dieser neuronale Mechanismus selbst ist potenziell durchaus intakt, wird aber erst verspätet oder unzureichend aktiviert, um zuverlässig seine Funktion entfalten und erfüllen zu können. Nach Locke (1997) verhält sich Inaktivierung letztlich wie Schädigung. Unter dem Druck, Sprache verarbeiten zu müssen, beginnt das Gehirn zu kompensieren. Dank seiner enormen Plastizität können homologe Strukturen der rechten Hemisphäre in die linguistische Analyse einbezogen werden. Da diese aber nicht auf mentale phonologische Operationen spezialisiert sind, kommt es zu einer defizitären Sprachentwicklung und einer Prädisposition für spätere Probleme beim Schriftspracherwerb. Locke weist darauf hin, dass durch das Gedränge von Funktionen in einer Hemisphäre, die um begrenzte synaptische Ressourcen konkurrieren, die Effizienz der neuronalen Mechanismen reduziert wird. Bei unauffälliger und defizitärer Sprachentwicklung kann die Intelligenzleistung im allgemeinen betroffen sein, aber auch spezielle Fähigkeiten, wie die visuell-räumliche Wahrnehmung oder die visuell-motorische Integrationsleistung (vgl. auch Rourke, 1989).

... there is always a price to pay for such plasticity [...] verbal skills tend to develop at the expense of non-verbal ones in this kind of hemispheric competition, but the fact remains. Both are low.

Milner (1974, p. 87, zit. in Anderson et al., 2001)

### 3. Stand der Frühgeborenenforschung

In den letzten Jahren sind in verschiedenen Ländern Entwicklungsstudien mit Frühgeborenen durchgeführt worden, um die Fragen nach der Häufigkeit und Schwere von Entwicklungsstörungen, ihren Frühzeichen und dem Einfluss der biologischen und psychosozialen Faktoren auf ihr Entstehen zu beantworten. Beispielhaft seien die Bayerische Längsschnittstudie (Riegel et al., 1995) und die Mannheimer Risikokinderstudie (Laucht et al., 1996, 1998) als zwei der größten aus dem deutschen Sprachraum genannt. Beide Studien zeichnen sich durch sehr große Stichproben, Verlaufsdaten bis ins Schulalter und die Berücksichtigung der biologischen und psychosozialen Risikobelastung für die Entwicklungsprognose aus. Allerdings wird der Entwicklungsstand der Kinder, nach frühen Untersuchungszeitpunkten im Alter von fünf und 20 Monaten, erst im späten Vorschulalter von 56 Monaten und in der Schule im Alter von sechs und acht Jahren wieder diagnostiziert. Nach den bisherigen Ausführungen hat das Kind die kritischen Phasen der Sprachentwicklung dann bereits hinter sich. In beiden Studien richtet sich das Hauptforschungsinteresse aber auch nicht auf die Sprachfähigkeiten unreif geborener Kinder, sondern auf deren Intelligenzentwicklung. Nach den Befunden tragen sehr frühgeborene Kinder ein 10 bis 25mal höheres Risiko für schwere kognitive Defizite als Reifgeborene; leichte Störungen der motorischen Koordination, Teilleistungsschwächen z.B. im Bereich der visuellmotorischen Integration und des Kurzzeitgedächtnisses. Umschriebene Schulleistungsdefizite im Lesen, Schreiben und Rechnen traten bei ca. 30 % der Kinder auf (Wolke, 1997). Defizite in der verbalen Ausdrucksfähigkeit wurden ebenfalls bei 30 % der insgesamt 4427 untersuchten unreif geborenen Kinder diagnostiziert, 18 % zeigten schwere Retardierungen im Sprachverständnis. Mit sechs Jahren hatten 14 % der Kinder sehr große Schwierigkeiten mit der Anwendung von grammatischen Regeln und der Korrektur von semantischen Fehlern im Heidelberger Sprachentwicklungstest (HSET, Grimm & Schöler, 1978, 1991), davon 10 % der Kinder ohne kognitive Beeinträchtigungen. Weitere 12 % zeigten leichtere Sprachentwicklungsdefizite, mit Abweichungen von einer bis zwei Standardabweichungen von den Normwerten. Außerdem hatten 30 % der Kinder Schwierigkeiten mit Aufgaben, die bedeutsame Vorausläuferfähigkeiten für den späteren Leselernprozess abprüfen, wie z.B. das Erkennen von Reimwörtern, das Erkennen von Einzellauten in Wörtern und das Benennen von Buchstaben und Ziffern (vgl. auch Sarimski, 2000).

Bei den genannten Defiziten unreif geborener Kinder bleibt allerdings unklar, ob es sich um isoliert auftretende Teilleistungsschwächen oder um tiefgreifende Entwicklungsstörungen handelt. Des Weiteren ist die Frage nach der kausalen Rolle der Unreife bzw. der medi-

zinischen Komplikationen in der Neugeborenenperiode bislang noch nicht ausreichend geklärt. Nach einem kurzen Überblick über die wichtigsten Probleme der bisherigen Frühgeborenenforschung, folgt die Darstellung der bisherigen Ergebnisse zu diesen zentralen Fragen vor dem Hintergrund der kritischen Phasen der normalen Sprachentwicklung nach Locke (1994, 1997).

### **3.1 Definitiorische und methodische Probleme**

Aufgrund umfassender methodischer Kritik an der Forschung der 70er und 80er Jahre (Aylward, Pfeiffer, Wright & Verhulst, 1989; Kiely & Paneth, 1981; Ornstein, Ohlsson & Asztalos, 1991; Wolke, Ratschinski, Ohrt & Riegel, 1994), versuchen Entwicklungsstudien neueren Datums in ihrer methodischen Sorgfalt der Heterogenität der Gruppe frühgeborener Kinder einerseits und der Komplexität der Entwicklungszusammenhänge andererseits gerecht zu werden. Auf einige ausgewählte Probleme wird im Folgenden näher eingegangen.

#### **3.1.1 Kriterien der Subgruppenbildung**

Wie bereits in Kapitel 1 ausgeführt, sind die meist beachteten Prädiktoren der späteren Entwicklung unreif geborener Kinder das Geburtsgewicht und das Gestationsalter. Nach diesen Trägervariablen der medizinischen Risikobelastung werden Subgruppen gebildet und miteinander verglichen. Jede der gebildeten Subgruppen setzt sich aber wiederum aus Kindern mit unterschiedlichem Reifestatus bei der Geburt zusammen, die möglicherweise andere Entwicklungsrisiken haben. In einigen Arbeiten wird deshalb der Reifestatus des Kindes als das geeignete Kriterium zur Subgruppenbildung betrachtet (z.B. Hack, Taylor, Klein et al., 1984; Hack & Breslau, 1986). Nach medizinischem Vorbild wird dieser Reifestatus nach Standardgewichtskurven bestimmt, wobei sowohl das Geburtsgewicht als auch das Gestationsalter berücksichtigt werden.

Insgesamt resultiert aus dieser Willkürlichkeit der Wahl des Kriteriums eine mangelnde Vergleichbarkeit unterschiedlicher Studien. Insbesondere in aktuellen Arbeiten wird kritisch angemerkt, dass es sich sowohl beim Geburtsgewicht als auch beim Gestationsalter lediglich um grobe Indikatoren oder Trägervariablen der medizinischen Risikobelastung handelt (Taylor, Klein, Schatschneider & Hack, 1998). Die Befundlage spricht zwar für deutliche Mittelwertunterschiede zuungunsten der extrem unreif geborenen Kinder bzw. der Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht, allerdings haben auch viele dieser Kinder keine Entwicklungsprobleme in der frühen und keine Schulprobleme in der späten Kindheit. Dasselbe gilt auch umgekehrt: Kinder, die bei der Geburt mehr gewogen haben und nur mäßig unreif zur Welt

kamen, haben schwere Entwicklungsprobleme. Das Interesse an biologischen Ursachen von Sprachentwicklungsproblemen unreif geborener Kinder ist in vielen neueren Arbeiten deutlich erkennbar. In der Mehrzahl dieser Arbeiten werden Zusammenhänge zwischen dem Auftreten spezifischer Komplikationen, wie dem Vorliegen und der Schwere einer Gehirnblutung, und sprachlichen Defiziten vermutet, oft bleiben diese Vermutungen aber ungeprüft. Die Befundlage hierzu ist weitgehend inkonsistent. Bisher konnten spezifische Einzelrisiken nicht in systematischen Zusammenhang mit Defiziten in bestimmten Funktionsbereichen gebracht werden; der gesicherte Nachweis struktureller Läsionen gelang zumeist nicht (Bishop, 1999, Noterdaeme, 2001).

### **3.1.2 Die Problematik der Alterskorrektur**

Weitere Schwierigkeiten für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus unterschiedlichen Untersuchungen, die entweder medizinischen oder psychologischen Klassifikationssystemen folgen, ergeben sich durch die kontroverse Diskussion um die Alterskorrektur. Dabei geht es um die Frage, ob man zur Beurteilung des psychologischen Entwicklungsstandes die Leistungen unreif geborener Säuglinge mit denen termingeborener Kinder im selben chronologischen Alter vergleichen kann. Verfechter der Alterskorrektur führen an, dass ersteren bis zu vier oder fünf Monate der intrauterinen Reife fehlen. Entsprechend fordern sie, der Unreife des Kindes bei seiner Geburt Rechnung zu tragen und sein chronologisches Alter um die Zeit, die es zur früh zur Welt gekommen ist, zu korrigieren. Dazu werden die an der vollen Gestationszeit fehlenden Wochen vom Lebensalter abgezogen. Zum Beispiel wäre der Entwicklungsstand eines um acht Wochen zu früh geborenen Kindes im chronologischen Alter von drei Monaten nach der Alterskorrektur mit dem von einmonatigen reif geborenen Kindern zu vergleichen (vgl. Rauh, 2002).

Zur Abschätzung des körperlichen und motorischen Entwicklungsstandes in den ersten beiden Lebensjahren ist die beschriebene Alterskorrektur zu einer gängigen Vorgehensweise geworden, gegen die es wenig Einwände gibt (Allen & Alexander, 1990; Matilainen, 1987). Bei der Beurteilung des psychologischen Entwicklungsstandes in den unterschiedlichen Funktionsbereichen muten die Empfehlungen aber willkürlich an. Sie reichen von einer Vollkorrektur über verschiedene Teilkorrekturen bis hin zu einem vollständigen Verzicht auf eine Korrektur und entsprechend zur Verwendung des chronologischen Alters zur Bestimmung der Testwerte (Barrera, Rosenbaum & Cunningham, 1987; DenOuden, Rijken, Brand et al., 1991; Miller, Dubowitz & Palmer, 1984; Siegel, 1983. Den Ausführungen von Lems, Hopkins & Samsom (1993) zufolge, sind diese zudem weniger empirisch als theoretisch motiviert. Mit den Unter-

suchungen von Siegel (1983) und Dunn (1986), zu den Konsequenzen der Alterskorrektur für die Vorhersage späterer kognitiver und sprachlicher Leistungen frühgeborener Kinder, liegt eine empirische Lösung der Kontroverse allerdings bereits vor: Beide Autoren kommen unabhängig voneinander zu dem Schluss, dass die korrigierten Testwerte im ersten Lebensjahr die sprachlichen und kognitiven Leistungen im Alter von drei und fünf Jahren besser vorhersagen als die unkorrigierten. Nach Vollendung des ersten Lebensjahres waren die Zusammenhänge zwischen unkorrigierten Werten und der späteren Leistung der Kinder aber höher. Aus diesem Grund wird eine Alterskorrektur nach dem 12. Lebensmonat als wenig sinnvoll erachtet. Zu diesem Schluss kommen die Forscher nicht zuletzt auch deshalb, weil sich eine längere Gestationsdauer über dieses Alter hinaus nicht mehr vorteilhaft in Form von höheren unkorrigierten Werten auswirkt (vgl. Blasco, 1989).

### **3.1.3 Zur sozialen Selektivität der Stichproben**

In einer Vielzahl angloamerikanischer Untersuchungen wurden die Stichproben unreif geborener Kinder aus der Unterschicht rekrutiert (z.B. Rose & Feldman, 1996). Da diese Kinder eine doppelte Risikobelastung tragen, besteht die Gefahr der Überschätzung von Entwicklungsproblemen. In der Bayerischen Längsschnittstudie erreichten unreif geborene Kinder aus der Unterschicht in der K-ABC (Kaufman Assessment Battery for Children, Melchers & Preuß, 1994) durchschnittlich um zehn Punkte niedrigere Werte als unreif geborene Kinder aus der Oberschicht (Riegel et al., 1995; Wolke, 1997).

Andererseits ist bei einer anfallenden Untersuchung unreif geborener Kinder zu berücksichtigen, dass die Teilnahme der Eltern freiwillig ist. Infolge dessen werden insbesondere die Kinder besonders interessierter und motivierter Eltern untersucht, die vermutlich auch über die Entwicklungsrisiken, die mit einer Frühgeburt einhergehen, aufgeklärt sind. Zumeist hat man es dann mit Stichproben aus der Mittel- und Oberschicht zu tun. Sehr frühgeborene Kinder aus der oberen sozialen Schicht erreichten in der K-ABC Werte im Normalbereich. Ihre Intelligenzleistungen waren im Mittel aber immer noch etwas geringer als die von reifgeborenen Kontrollkindern aus der Unterschicht (Wolke, 1997). Vergleichende Daten über die Additivität biologischer und sozialer Risiken liegen für die Sprachentwicklung noch nicht vor. Mehrere Untersuchungen zum Einfluss der Schichtzugehörigkeit auf die Sprachentwicklung bei termingeborenen Kindern zeigen aber, dass Mütter der oberen Mittelschicht ihre Kinder mit mehr Informationen über die Sprache versorgen und sie häufiger zur Sprachproduktion anregen als Mütter mit niedrigerem Bildungsniveau (Grimm, 1995a; Hart & Risley, 1992; Ninio, 1980). Insofern ist bei einer Stichprobe unreif geborener Kinder aus der oberen Mittel-

schicht oder der Oberschicht aufgrund der besseren Förderungsanregungen aus der Umwelt mit einer Unterschätzung von Entwicklungsproblemen der Gesamtgruppe zu rechnen.

Damit bleibt zusammenfassend festzuhalten, dass die an Stichproben unterschiedlicher Schichtzugehörigkeit gewonnenen Ergebnisse nicht miteinander vergleichbar sind, sofern der Einfluss der Sozialschicht nicht kontrolliert wurde.

### **3.1.4 Zur Operationalisierung der Fähigkeitsbereiche**

Abschließend ist festzustellen, dass in den angeführten Studien die Sprachleistungen mangels Alternativen sehr unterschiedlich operationalisiert wurden, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse problematisch macht. Den eingesetzten Verfahren liegen zum einen jeweils andere sprachentwicklungstheoretische Modellvorstellungen zugrunde. Zum anderen wurden häufig Spontansprachanalysen durchgeführt, wobei die Anforderungen an Objektivität der Durchführung, Auswertung und Interpretation sowie die Anforderungen an die Reliabilität und Validität mit denen von standardisierten Testverfahren nicht vergleichbar sind. Hinzu kommt, dass es sich zum überwiegenden Teil um veraltete Verfahren handelte, deren Neunormierung zu dem Zeitpunkt der jeweiligen Untersuchung noch nicht erfolgt war. Entsprechend besteht aufgrund säkularer Trends die Gefahr, dass die Defizite unreif geborener Kinder in diesen Untersuchungen unterschätzt werden (Wolke, 1991; Wolke et al., 1994). Insbesondere für Längsschnittsuntersuchungen gilt, dass eine verlässliche Aussage über Entwicklungsveränderungen nur unter der Voraussetzung möglich ist, dass die Instrumente, die zu den unterschiedlichen Zeitpunkten eingesetzt werden, dasselbe zugrundeliegende Konstrukt erfassen. Diese Voraussetzung wird in den angeführten prospektiven Längsschnittsstudien größtenteils nicht erfüllt.

### **3.2 Spracherwerb bei unreif geborenen Kindern**

Entwicklungsstudien mit Kindern, die nach den heutigen Standards eine leichte bis mittlere biologische Risikobelastung in der Neugeborenenperiode aufwiesen, berichten übereinstimmend, dass der Einfluss der biologischen Risiken nur kurzfristig ist. Ab etwa dem zweiten Lebensjahr gewinnen soziale Faktoren, wie elterliche Verhaltensweisen und Einstellungen, zunehmend an Einfluss auf die kognitive Entwicklung und erweisen sich langfristig im Vergleich zu den medizinischen Ausgangsbedingungen als bedeutender (Ihle, Esser, Laucht & Schmidt, 1997; Meyer-Probst, Teichmann, Hayes & Rauh, 1991; Minde, Goldberg, Perracotta, Washington et al., 1989; Laucht et al., 1992; Stanton, McGee & Silva, 1991). Trotz dieser ermutigenden Befunde scheinen die Kinder mit hoher biologischer Risiko-

belastung eine Ausnahme von dieser Regel zu bilden: Das extrem niedrige Geburtsgewicht und die damit verbundenen Komplikationen haben nach den Befunden der Bayerischen Längsschnittstudie (Riegel et al., 1995; Wolke & Meyer, 1999a, b), aber auch einer Vielzahl von Studien aus dem angloamerikanischen Sprachraum einen größeren Einfluss auf die Entwicklung als soziale Faktoren (z.B. McCormick, Brooks-Gunn, Workman-Daniels et al., 1992; Saigal, Szatmari & Rosenbaum, 1991; Bendersky & Lewis, 1994; Singer, Yamashita, Lilien et al., 1997).

Die folgende Darstellung des Forschungsstandes zum Einfluss der biologischen Risikobelastung auf die Sprachentwicklung bei unreif geborenen Kindern orientiert sich an den kritischen vier Phasen des Spracherwerbs in der Metatheorie der Entwicklungsbiologie und dem Erreichen der beschriebenen Meilensteine (vgl. Kapitel 2.1).

### **3.2.1 Entwicklungsrisiken und Defizite bei den Vorausläuferfähigkeiten**

Der Säugling ist von Geburt an mit generellen sozial-kognitiven, perzeptuellen und kognitiven Fähigkeiten ausgestattet. Diese erlauben es ihm, die Aufmerksamkeit auf Objekte und Ereignisse zu richten, sie voneinander zu unterscheiden und die Unterschiede im Gedächtnis zu behalten. Diese generellen Fähigkeiten werden als Vorausläufer für den Spracherwerb betrachtet (Grimm, 2003). Ab etwa der 24. Schwangerschaftswoche sind Reaktionen des Fötus auf Gehörtes dokumentiert. Dabei wird insbesondere der Frequenzbereich bevorzugt, der den intensiveren Lauten der mütterlichen Sprache entspricht (Locke, 1993). Die kleinsten der extrem unreif geborenen Kinder kommen etwa zu diesem Zeitpunkt zur Welt. Alle verfügbaren Ressourcen dieser Kinder dienen zunächst dem Überleben mit Hilfe der intensivmedizinischen Versorgung (vgl. Kapitel 1.2). Um den erwarteten Geburtstermin werden unreif geborene Kinder für Umweltstimulation empfänglich, allerdings gerät das physiologische System bei Überlastung nach wie vor schneller aus dem Gleichgewicht als bei Reifgeborenen (Als, Lawhon, Duffy et al., 1994). Entsprechend nimmt die Aufrechterhaltung und Regulation der biologischen Funktionen einen Großteil der verfügbaren Ressourcen und Kapazitäten in Anspruch, d.h. sie stehen unreif geborenen Kindern nur eingeschränkt für psychologische Funktionen zur Verfügung. Insbesondere der geteilten Aufmerksamkeit (*joint attention*) als spezifischem sozial-interaktiven Vorausläufer des Spracherwerbs kommt im Ansatz der begrenzten Ressourcen eine besondere Bedeutung zu (Landry, 1995). Smith, Landry, Swank et al. (1996) konnten in ihrer Untersuchung zeigen, dass das stärkere Eingehen der Mütter auf den Aufmerksamkeitsfokus ihres unreif geborenen Kindes und die davon ausgehende Aufmerksamkeitslenkung weniger Verarbeitungskapazität seitens des Kindes für die Aufrechterhaltung der

Interaktion erfordert. Daraus folgt, dass zum einen die mütterlichen Interaktionsangebote vom Kind besser angenommen werden können. Zum anderen sind mehr Ressourcen für den Spracherwerb verfügbar. Entsprechend zeigten diese unreif geborenen Kinder im Alter von 24 Monaten bessere sprachliche Leistungen in Form von ersten Wortkombinationen als unreif geborene Kinder von Müttern, die den kindlichen Aufmerksamkeitsfokus nicht als thematische Quelle der Interaktion nutzten (Rocissano & Yatchmink, 1983). Sprachliche Stimulation fördert selbst beim extrem Frühgeborenen die motorische Ruhe und die Aufrechterhaltung visueller Aufmerksamkeit (Rauh, 2002). Mütterliche Sensitivität gegenüber kindlichen Hinweisreizen scheint für unreif geborene Kinder von besonderer Bedeutung zu sein. Sie steht im Zusammenhang mit einem höheren kommunikativen und sozialen Fähigkeitsniveau (Dunham & Dunham, 1995; Schmidt & Lawson, 2002). Des Weiteren haben sich elterliche Verhaltensweisen wie Responsivität, die Förderung kindlicher Unabhängigkeit und sanfte Direktivität als gute Prädiktoren positiver sprachlicher und kognitiver Entwicklungsverläufe bei unreif geborenen Kindern mit leichteren medizinischen Komplikationen erwiesen (Liaw & Brooks-Gunn, 1993). Eine positive Wirkung der Direktivität konnte bei extrem unreif geborenen Kindern oder Kindern mit schweren medizinischen Komplikationen allerdings nicht bestätigt werden. Vielmehr scheint verstärkte Stimulation das unreife Nervensystem dieser Kinder zu überfordern (Als et al., 1994; Casiro, Moddemann, Stanwick et al., 1990; Field, 1980; Landry, Chapieski, Richardson et al., 1990).

### **3.2.2 Erste Wörter und Benennungsexplosion: Defizite in Phase I und II**

Die ersten Wörter eines Kindes sind ein wichtiger Meilenstein in der frühen Sprachentwicklung. Sie tauchen „nicht plötzlich aus dem Nichts auf, sondern bilden das Endergebnis der Lautentwicklung“ (Grimm, 2003, S. 35). Auf der Grundlage des Zusammenwirkens allgemeiner kognitiver Fähigkeiten des Kategorisierens und der Symbolbildung mit den spezifisch sprachrelevanten Fähigkeiten der phonologischen Wahrnehmung und des phonologischen Gedächtnisses, zeigen gesunde termingeborene Kinder das gleiche generelle Erwerbsmuster: Auf das Lallstadium (6.-9. Lebensmonat), das in der kanonischen Lautbildung („dada“, „baba“) gipfelt, folgt etwa im Alter von 10 Monaten die Imitation und die Produktion der ersten, zumeist affektiv-sozialen Wörter („Mama“, „Papa“, „Hund“, „Ball“) und spezifischen Benennungen, die pragmatisch verwendet werden (für einen Überblick vgl. auch Menyuk, 2000). Kinder, die verspätet mit dem Worterwerb beginnen und mit 24 Monaten noch nicht die 50-Wort-Grenze erreicht haben, tragen ein beträchtliches Risiko, eine Sprachentwicklungsstörung mit gravierenden Folgen für die kognitive und psychosoziale Entwicklung auszubilden

(Grimm, 1995b, 2000c). Die empirischen Arbeiten zum Wortschatzerwerb bei unreif geborenen Kindern kommen, nicht zuletzt aufgrund uneinheitlicher Vorgehensweise, zu unterschiedlichen Ergebnissen.

### **Unauffälliger Wortschatzerwerb**

Die Befunde von Menyuk et al. (1995) sprechen für einen vollständig unauffälligen Wortschatzerwerb bei unreif geborenen Kindern. In ihrer Untersuchung wurde die Sprachentwicklung von 28 Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht (< 2.500 g) bis zum dritten Lebensjahr verfolgt und mit der von 28 parallelisierten termingeborenen Kindern verglichen. Alle Studienkinder zeigten eine normale Wortschatzentwicklung. Unter Verwendung des chronologischen Alters der Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht ergaben sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Wurden die Testwerte nach dem korrigierten Alter bestimmt, schnitten die zu leicht geborenen Kinder hinsichtlich des Wortverstehens und der Wortproduktion sogar besser ab als die bei der Geburt normal gewichtigen Kinder. Individuelle Unterschiede waren nicht auf die Gruppenzugehörigkeit (Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht vs. Termingeborene) zurückführbar, sondern auf die sprachliche Entwicklungsrate: Kinder, die früher die 100-Wort-Grenze des Wortverständnisses erreichten, hatten auch schneller die 50-Wort-Grenze der Wortproduktion überschritten.

### **Verzögerter oder abweichender Wortschatzerwerb**

Die überwiegende Zahl der Arbeiten, die Subgruppen unreif geborener Kinder nach Geburtsgewicht und Gestationsalter betrachten, deuten darauf hin, dass sowohl die rezeptive als auch die expressive Wortschatzentwicklung verzögert ist. Dabei sind allerdings vor allem sehr unreif geborene Kinder (< 32. Schwangerschaftswoche) oder Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (< 1.500 g) betroffen (LeNormand & Cohen, 1999; Largo, Molinari, Comenale Pinto et al., 1986; Luoma, Herrgard, Martikainen & Ahonen, 1998; Vohr, Garcia Coll, Flanagan & Oh, 1992).

Die Arbeit von Byers-Brown, Bendersky & Chapman (1986) zeigt, dass das Vorliegen und die Schwere einer intraventrikulären Gehirnblutung sich negativ auf den Spracherwerbsprozess auszuwirken scheint. Die frühen Lautäußerungen von 33 frühgeborenen Kindern wurden im korrigierten Alter von 9 und 22 Monaten untersucht. Dabei wurden die Kommunikationsfähigkeiten von 21 Kindern, bei denen in der Neugeborenenperiode Gehirnblutungen unterschiedlicher Schwere aufgetreten waren, mit denen von 12 Kindern ohne Gehirnblutungen verglichen. Die spontanen Lautproduktionen der Kinder wurden im freien Spiel und während

einer Laboruntersuchung zur Aufmerksamkeitsspanne erfasst. Zusätzlich wurden die Bayley Scales of Infant Development (BSID, Bayley, 1969) und das Sequenced Inventory of Communication Development (SICD, Hedrick et al., 1975) zur Ermittlung des Sprachproduktions- und Sprachverständnisses der Kinder eingesetzt. Die Kinder beider Gruppen erreichten im Vergleich mit den Entwicklungsnormen des SICD ein geringeres Sprachproduktions- und Sprachverstehensalter. Dabei zeigten die Kinder mit Gehirnblutungen stärkere Verzögerungen bei größerer Leistungsvarianz als die Kinder ohne Gehirnblutungen. Die große Leistungsvarianz wird auf multiple Verursachungsfaktoren zurückgeführt: Zum einen wird ein Zusammenhang mit der Schwere der Läsion, dem Ort der Blutung, der Reife des zentralen Nervensystems zum Zeitpunkt der Schädigung und der initialen Rückbildungsgeschwindigkeit bzw. zusätzlichen Komplikationen, wie Einblutungen in das Gewebe unterhalb der Ventrikel, vermutet. Zum anderen werden Unterschiede im Interaktionsverhalten angenommen, welches wiederum im Zusammenhang mit dem Ausmaß der Belastung durch die Risikogeburt und den verfügbaren Bewältigungsressourcen gesehen wird.

In Übereinstimmung damit sprechen die Ergebnisse von Bendersky & Lewis (1990) dafür, dass das Ausmaß der Erweiterung der Ventrikel, insbesondere in der linken Hemisphäre, negativ mit den expressiven Kommunikationsfähigkeiten im Alter von 16 Monaten assoziiert ist. Die Untersuchung von Grunau, Kearney & Whitfield (1990) zeigt, dass das Vorliegen und die Schwere einer intraventrikulären Gehirnblutung auch im Alter von drei Jahren noch die wichtigste Determinante der Wortschatzentwicklung ist. Insbesondere gilt das für die Subgruppe unreif geborener Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht.

### **3.2.3 Morphologisches und syntaktisches Regelwissen: Defizite in Phase III und IV**

Die Entdeckung des syntaktischen Prinzips, d.h. der Regeln, die die zulässige Kombination von Wörtern zu Satzgliedern und zu Sätzen festlegen, ist an die inhaltliche Differenzierung des Wortschatzes in die Kategorien Nomen, Verben, Adjektive und Funktionswörter gebunden. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen der zunehmenden Wortschatzgröße und der inhaltlichen Differenzierung: Ab einer Wortschatzgröße von 200 nimmt der prädikative Anteil am Gesamtwortschatz zu (Grimm, 1995a; 2000a). Der zweite relevante Meilenstein der grammatischen Entwicklung ist der Erwerb des Flexionssystems. Im dritten Lebensjahr beginnt das Kind zu erkennen, dass Wörter keine simplen Ganzheiten sind, sondern eine interne Struktur haben, die in Abhängigkeit von ihrer Rolle im Satz, d.h. in ihrer syntaktischen Funktion, regelhaft variiert. Die diesen syntaktisch bedingten Veränderungen in der Wortstruktur zugrundeliegenden Regeln machen die Flexionsmorphologie einer Sprache aus. Parallel zum

Erwerb morphologischer Regelmäßigkeiten erlernt das Kind variable Wortordnungen. Wie für das Lexikon gilt auch für die Morphologie und Syntax, dass die Entwicklung schrittweise vor sich geht (für einen Überblick vgl. auch Weissenborn, 2000). Nicht nur das frühe Wortverständnis, sondern auch das Verstehen und die Produktion einfacher Sätze hat sich im Alter von zwei Jahren als prädiktiv für die spätere Sprachentwicklung erwiesen. Differentialdiagnostisch hat sich gezeigt, dass Kinder mit einer Sprachentwicklungsstörung insbesondere bei Aufgaben, die den Einsatz abstrakten sprachlichen Regelwissens erfordern, zuverlässig schlechtere Leistungen zeigen (Grimm, 1995b, 2000c).

Es stellt sich nun die Frage, ob die beschriebenen Meilensteine der grammatischen Entwicklung von unreif geborenen Kindern verzögert erreicht werden. Die empirische Grundlage zur Beantwortung dieser Frage ist dünn, denn die meisten vergleichenden Untersuchungen betrachten die Sprachfähigkeiten von unreif geborenen Kindern bis zum Alter von drei Jahren oder aber ihre sprachlichen Leistungen im Schulalter. Damit ist die entwicklungskritische Phase, in der die angesprochenen schnellen und dramatischen Veränderungen des sprachlichen Wissens stattfinden, die von kognitiven Reorganisationsprozessen gesteuert und begleitet werden, bisher eher vernachlässigt worden. Zudem kommen die wenigen Arbeiten, wie auch schon die zur lexikalischen Entwicklung, zu widersprüchlichen Aussagen.

### **Unauffälliger Grammatikerwerb**

Gegen eine verzögerte grammatische Entwicklung bei unreif geborenen Kindern sprechen wiederum die Befunde von Menyuk et al. (1995). In ihrer bereits angeführten Längsschnittuntersuchung fanden sie bezüglich der Zusammensetzung des frühen Wortschatzes bei Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht keine Auffälligkeiten. Auch beim Satzverständnis zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Leistungen reif und unreif geborener Kinder. Die enorme Heterogenität der Gesamtgruppe der Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht maskierte hier aber möglicherweise signifikante Leistungsunterschiede: Im Mittel verstanden sie zwar als Gesamtgruppe 51,9 % der Sätze und unterschieden sich damit nicht von den termingeborenen Vergleichskindern. Wurden die Satzverstehensleistungen aber in Subgruppen nach Geburtsgewicht betrachtet, unterschieden sich die Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (< 1.500 g) mit nur 39,3 % verstandener Sätze sowohl von den termingeborenen Kindern als auch von den Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht. Zur Beurteilung der Satzproduktionsleistungen wurden Strukturanalysen durchgeführt. Diese zeigten, dass sich Kinder mit Produktionsschwierigkeiten dadurch auszeichneten, dass sie seltener Satzkonstruktionen verwendeten, die Verben beinhalten. Zurückgeführt wird das auf eine einzelheitli-

che Verarbeitung des Sprachinputs, die das Verb nicht in das Zentrum des Satzes stellt (Grimm, 1995b). Auch deutlich kürzere Äußerungen als sie für das chronologische Alter des Kindes typisch sind, könnten darauf hinweisen, dass es sich um ein Risikokind für die Ausbildung einer spezifischen Sprachentwicklungsstörung handelt. In der Untersuchung von Menyuk et al. (1995) unterschieden sich die morphosyntaktischen Kompetenzen der unreif geborenen Kinder allerdings nicht von denen reif geborener Kinder (vgl. auch Craig, Evans, Meisels & Plunkett, 1991).

### **Verzögerter oder abweichender Grammatikerwerb**

LeNormand & Cohen (1999) fanden in ihrer Untersuchung eben die von Menyuk et al. (1995) beschriebenen spezifischen Defizite bei unreif geborenen Kindern. Zur Klärung der Frage, ob der Erwerb von Verben durch den biologischen Risikostatus bei der Geburt beeinflusst wird, wurde die Produktion von Haupt- und Hilfsverben sowie nicht-finiten Verbtypen in einer zwanzigminütigen Spielsituation erfasst. Die unreif geborenen Kinder wurden in dieser Untersuchung, im Gegensatz zu der Arbeit von Menyuk et al. (1995), differenziert nach ihrem Geburtsgewicht betrachtet. Dabei unterscheiden sich die Einteilungen der Subgruppen wie folgt von den in Tabelle 1b aufgeführten Empfehlungen: extrem niedriges Geburtsgewicht (780 g – 1.200 g); sehr niedriges Geburtsgewicht (1.201 g – 1.500 g) und niedriges Geburtsgewicht (1.501 g – 2.210 g). Unabhängig von der Höhe ihres Gewichts bei der Geburt zeigten die unreif geborenen Kinder spezifische Beeinträchtigungen hinsichtlich der Diversität ihres Verbgebrauchs, d.h. sie produzierten signifikant weniger unterschiedliche Verben aus der Haupt- und Hilfsverbkategorie als termingeborene Kinder. Außerdem konnte ein deutlich verlangsamter Erwerb von Verben nachgewiesen werden. In Konsequenz produzierten die Frühgeborenen auch noch zu einem späteren Entwicklungszeitpunkt, nämlich im Alter von fünf Jahren, weniger und kürzere Sätze als die termingeborenen Vergleichskinder.

In eine ähnliche Richtung deuten die Befunde von Washington, McBurney & Grunau (1986), die eine verminderte Nutzung von Präpositionen, Konjunktionen und Artikeln in der Spontansprache sowie eine verminderte Äußerungslänge bei vierjährigen unreif geborenen Kindern dokumentiert haben. Daraus schlussfolgerten die Autoren, dass zumindest im Vorschulalter die Unreife bei der Geburt einen biologischen Risikofaktor für die Sprachentwicklung darstellt.

### 3.2.4 Entwicklungsrisiken und Defizite beim Sprachgedächtnis

Nach den bisherigen Ausführungen bildet der Wortschatzspurt die Schwelle zu allen weiteren Fortschritten der Sprachentwicklung. Auslöser dieser rapiden Ausweitung des Lexikons sind sowohl sprachspezifische als auch kognitive Faktoren: Die Symbolfunktion rückt als generelle Eigenschaft von Wörtern in den Vordergrund; die Fähigkeit zur Kategorienbildung ist mit der Einsicht in die Benennbarkeit aller Dinge und in den Systemcharakter der Sprache verbunden. Die frühen rezeptiven und expressiven Sprachfähigkeiten auf Wort- und Satzebene haben sich andererseits auch als sehr gute Prädiktoren der kognitiven Entwicklung erwiesen. Insbesondere die zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr stattfindenden Reorganisationsprozesse, durch die das implizite sprachliche Wissen für das Bewusstsein zugänglich wird, haben weitreichende Konsequenzen für die kognitive Entwicklung. Mit der Fähigkeit zur sprachlichen Repräsentation des Wissens geht die Loslösung des Denkens von konkreten Erfahrungen einher. Beide Funktionsbereiche, Sprache und Kognition, nehmen wechselseitigen Einfluss aufeinander, wobei sich die Kausalrichtung mit zunehmender Sprachkompetenz auch umkehrt (vgl. Grimm, 1999, 2001). Die funktionalen Beziehungen zwischen der Sprachentwicklung und der Entwicklung des Gedächtnisses spielen eine wichtige Rolle und werden im Folgenden näher betrachtet.

Unterschiede in der Wortschatzgröße können zu einem erheblichen Teil durch Unterschiede in der Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses erklärt werden (Gathercole & Baddeley, 1990). Dem phonologischen Arbeitsgedächtnis kommt als „crucial interface between memory and language“ (Gathercole & Baddeley, 1993, p. 3) eine wichtige Rolle bei der Verarbeitung sprachlicher Informationen und damit verbunden dem Erwerb von Sprache zu.

Die gehörte Sprache muss repräsentiert werden, damit sie erkannt und artikulatorisch als Output wiedergegeben werden kann. Für den Spracherwerb gilt, dass nur aus gespeicherten sprachlichen Einheiten Regelmäßigkeiten induziert werden können, die wiederum leitend für die eigene sprachliche Produktion und das Sprachverstehen sind.

(Grimm, 2001, S. 11)

Nach dem Modell des Arbeitsgedächtnisses von Baddeley (1997) erfolgt die Verarbeitung sprachlicher Informationen in der phonologischen Schleife. Innerhalb des Gedächtnisapparates ist sie eines der Hilfssysteme der zentralen Exekutive, die die Kontroll- und Koordinierungsfunktion übernimmt. Durch die Wiederholung der eingegangenen Information in Form von subvokaler Artikulation, dem „rehearsal“, wird diese in der phonologischen Schlei-

fe bis zu ihrer vollständigen Verarbeitung aufrecht erhalten. Je höher die Geschwindigkeit dieser subvokalen Artikulation, desto mehr sprachliche Information kann analysiert und in den Langzeitspeicher des Gedächtnissystems übertragen werden. Der Anstieg der Gedächtnisspanne mit zunehmendem Alter wird auf eine Zunahme der Verarbeitungsgeschwindigkeit zurückgeführt.

Die Befunde der Forschergruppe um Baddeley (Gathercole & Baddeley, 1989, 1993; Gathercole, Willis & Baddeley, 1991; Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1992) sprechen für deutliche Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit spezifischen Sprachentwicklungsstörungen. Der Wortschatzerwerb und die Entdeckung grammatischer Regelmäßigkeiten stehen in einer kausalen Beziehung zur Funktionstüchtigkeit dieses Gedächtnissystems. Mit zunehmender Sprachkompetenz gilt allerdings: Je effizienter die Sprache als Kodiersystem ist, desto wirksamer ihr Einfluss auf die Gedächtnisleistung (Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1992; vgl. auch Grimm, 2001).

Tallal, Miller & Fitch (1993) diskutieren als Ursache für Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis ein biologisch bedingtes auditives temporales Verarbeitungsdefizit (ATP-Defizit). Aufgrund dessen kommt es zu einer allgemein verlangsamten Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, die mit einer unvollständigen Rezeption schnell aufeinander folgender Reize, wie sie für den Sprachstrom typisch sind, einhergeht. Daraus resultiert als Sprachdefizit auf molarer Ebene die Beeinträchtigung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses und aufgrund dessen ein verlangsamter Wortschatzerwerb.

Neben einer genetischen Prädisposition könnten auch medizinische Komplikationen, die häufig mit der Unreife bei der Geburt einhergehen, kausale Faktoren für die Ausbildung eines ATP-Defizits sein (Kuhl, 1993). Bisher weiß man allerdings über die Gedächtnisentwicklung bei unreif geborenen Kindern wenig Genaues.

### **Unauffällige Sprachgedächtnisleistungen**

Klein, Hack, Gallagher & Fanaroff (1985) fanden im Alter von fünf Jahren ebenso wenig Unterschiede im Satzgedächtnis zwischen unreif geborenen Kindern mit sehr niedrigem Geburtsgewicht und Termingeborenen, wie Klein, Hack & Breslau (1989) im Alter von acht Jahren. Auch in der Untersuchung von Ross, Lipper & Auld (1991) schnitten die unreif geborenen Kinder im Wort-, Satz- und Textgedächtnis vergleichbar gut ab wie ihre termingeborenen Peers. Allerdings hatten die Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht eine geringere Kurzzeitgedächtnisspanne im Untertest *Digit Span* des Wechsler Intelligence Test for Children – Revised (WISC-R, Wechsler, 1974).

### **Auffällige Sprachgedächtnisleistungen**

Andererseits gibt es aber auch direkte Belege für eine Interferenz der biologischen Risikobelastung mit der normalen Entwicklung von bestimmten Gedächtnisleistungen.

Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen perinatalen, sozialen Risikofaktoren und dem Satzgedächtnis von dreijährigen Kindern mit extrem niedrigem Geburtsgewicht (Grunau et al., 1990) zeigte sich, dass nur das Vorliegen und die Schwere der Gehirnblutung sowie der mütterliche Bildungsstand mit den Leistungen in der Satzgedächtnisaufgabe assoziiert sind. Beide Variablen erklärten zusammen 41 % bis 55 % der Varianz in der Gedächtnisleistung, je nachdem, ob die Werte für das chronologische oder das korrigierte Alter zugrunde gelegt worden waren.

In einer Untersuchung von Williams, Lewandowski, Coplan & D'Eugenio (1987) lagen die verbalen, perzeptuellen und motorischen Leistungen von 13 Kinder mit intraventrikulärem Gehirnbluten in den McCarthy Scales of Children's Abilities (McCarthy, 1972) ebenso signifikant unter denen der 22 Kinder ohne Gehirnbluten wie in den Gedächtnisskalen. Dagegen unterschieden sich ihre Intelligenzleistungen nicht signifikant voneinander.

In eine ähnliche Richtung weisen die Befunde von Frisk & Whyte (1994). 68 Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht wurden mit 20, nach Alter und sozioökonomischem Status parallelisierten, termingeborenen Kindern hinsichtlich ihrer Sprach- und Sprachgedächtnisleistungen im Alter von sechs Jahren verglichen. Aufgrund ihrer Ultraschallergebnisse wurden die unreif geborenen Kinder in drei Gruppen eingeteilt: 27 Kinder ohne Hinweise auf Gehirnblutungen, 26 Kinder mit Blutungen I. oder II. Grades und 15 Kinder mit Blutungen III. oder IV. Grades (Einteilung nach Papile, Burnstein, Burnstein & Koffler, 1978). Aufgrund des bekannten Zusammenhangs zwischen der Schwere der medizinischen Komplikationen in der Neugeborenenphase und Sprachentwicklungsverzögerungen wurden die medizinischen Abschlussberichte nach weiteren Komplikationen in der Neugeborenenphase gesichtet. Die unreif geborenen Kinder ohne Gehirnbluten hatten weniger zusätzliche medizinische Komplikationen als die Läsionsgruppen. Ihre Leistungen unterschieden sich nicht von denen termingeborener Peers. Dagegen ergaben sich signifikante Leistungsunterschiede zwischen den drei Läsionsgruppen, die nicht auf die Schichtzugehörigkeit zurückführbar waren. Die Sprach- und Gedächtnisbeeinträchtigungen, die sich in einem reduzierten Wortverständnis und Benennungsschwierigkeiten sowie einem beeinträchtigten Kurzzeitgedächtnis äußerten, schienen sogar eine direkte Funktion des Ausmaßes der periventrikulären Schädigung zu sein und bis ins Schulalter bestehen zu bleiben. Dabei waren allerdings nicht alle Sprach- und Gedächtniskomponenten gleichermaßen betroffen: Wenngleich der rezeptive und expressive

Wortschatz der Kinder mit schweren Läsionen im Vergleich zu dem der Kontrollgruppen reduziert und das Satzverständnis beider Läsionsgruppen beeinträchtigt war, so lagen doch die Mittelwerte beider Gruppen im Normalbereich, d.h. diese Fähigkeiten schienen nur leicht beeinträchtigt zu sein. Entscheidender war dagegen das Defizit im phonologischen Arbeitsgedächtnis: Die unreif geborenen Kinder mit Gehirnläsionen zeigten bereits deutliche Schwierigkeiten bei der Ausführung einfacher Anweisungen, die sich noch verstärkten, wenn die zu verarbeitende Informationsmenge und die syntaktische Komplexität der Sätze zunahm. Dies dürfte auch zu Problemen mit dem selbstständigen und produktiven Arbeiten im schulischen Kontext und damit zu einem Anstieg der Unaufmerksamkeit und Ablenkbarkeit führen, über die häufig bei unreif geborenen Kindern berichtet wird. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Schwere der Schädigung in der periventrikulären Region mit dem Arbeitsspeicher interferiert, d.h. die gefundenen Sprachschwierigkeiten sind zumindest teilweise eine Folge der Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis.

In Übereinstimmung mit der eingangs erwähnten Verursachungshypothese von Tallal et al. (1993), führen Rose & Feldman (1996) bzw. Rose, Feldman & Jankowski (2001) die in ihren Untersuchungen gefundenen globalen Intelligenzunterschiede zwischen reif und unreif geborenen Kindern gänzlich auf elementare Verarbeitungsprozesse, wie Gedächtnisdefizite und eine Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zurück. Die von ihnen untersuchten unreif geborenen Kinder zeigten nicht nur schlechtere räumliche und sprachliche Fähigkeiten im Colorado Specific Abilities Test (DeFries & Plomin, 1985) und dem Cognitive Abilities Test (CAT, Determan, 1988, 1990), sondern auch schlechtere Gedächtnisleistungen, die über die Zeit stabil blieben. Diese waren mit dem Vorliegen und der Schwere eines Atemnotsyndroms assoziiert: Je dringender und je länger eine Atemhilfe benötigt wurde, desto schlechter waren die Gedächtnisleistungen. Die Unreife bei der Geburt scheint zudem einen selektiven Einfluss auf die Geschwindigkeit der Informationsverarbeitung zu haben: Die tachistoskopischen Schwellen der Kinder waren erhöht, d.h. Informationen wurden langsamer aufgenommen. Auch die Entscheidungszeiten waren verlängert, was nach Ausschluss motorischer Ursachen auf eine verlangsamte kognitive Verarbeitung von bzw. verzögertes Operieren mit bereits gespeicherten Informationen zurückgeführt wird. Die Übertragbarkeit dieser Befunde auf die Gesamtpopulation unreif geborener Kinder ist allerdings eingeschränkt, da es sich hier um eine Stichprobe von Unterschichtkindern handelte. Mittlerweile liegen jedoch Arbeiten vor, die zu ähnlichen Schlussfolgerungen auch bei frühgeborenen Kindern aus der Mittel- und Oberschicht kommen (Briscoe, Gathercole & Marlow, 2001).

### **3.2.5 Tragen unreif geborene Kinder ein erhöhtes Risiko für spezifische Störungen der Sprachentwicklung?**

Vor dem Hintergrund der bisherigen Befundlage stellt sich nun abschließend die Frage, ob die Unreife bei der Geburt und perinatale Komplikationen ein spezifisches Risiko für Sprachstörungen darstellen. Für spezifisch sprachentwicklungsgestörte Kinder ist ein verspäteter und verlangsamter Spracherwerb mit möglicher Plateaubildung charakteristisch. Des Weiteren fällt es diesen Kindern leichter, sprachliche Strukturformen zu verstehen als diese produktiv zu verwenden. Dennoch haben sie kein normales Sprachverständnis, ihre rezeptiven Leistungen sind nur relativ zu ihren Produktionsleistungen weniger beeinträchtigt. Insbesondere morphologische und syntaktische Defizite, die sich z.B. in fehlerhaften Formen, rudimentären Wortkombinationen und Problemen mit der Wortstellung äußern, begleiten den Sprachrückstand. Die nonverbale Testintelligenz der Kinder liegt dabei im Normalbereich (Grimm, 1995b; Grimm, 1999).

#### **Sprachentwicklungsstörungen als sekundäre Defizite**

In ihrer vergleichenden Untersuchung unreif und termingeborener Kinder wählten Aram, Hack, Hawkins et al. (1991) entsprechend als diagnostisches Kriterium der spezifischen Sprachentwicklungsstörung eine Diskrepanz von mehr als einer bzw. mehr als zwei Standardabweichungen zwischen dem nonverbalen und dem verbalen Intelligenzquotienten. Dabei konnten sie in der Kontrollgruppe Termingeborener mehr Kinder mit spezifischen Sprachentwicklungsproblemen identifizieren als in der Gruppe der Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht. Allerdings zeigten mehr als doppelt so viele Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht Sprachstörungen, die von einem niedrigen Handlungs-IQ-Wert, von Hörproblemen und neurologischen Defiziten begleitet waren. Die Befunde wurden dahingehend interpretiert, dass Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht genuin keine Risikokinder für die Ausbildung spezifischer Sprachentwicklungsprobleme sind, sondern ein höheres Risiko für die beschriebenen neurologischen und sensorischen Entwicklungsstörungen mit Sprachproblemen als sekundäres Defizit tragen (vgl. auch Wolke & Meyer, 1999b).

#### **Sprachentwicklungsstörungen als spezifische Defizite**

Andere Autoren kommen dagegen zu dem Schluss, dass es sich bei den sprachlichen Defiziten zumindest einer Teilgruppe der unreif geborenen Kinder um spezifische Defizite handelt. Rice, Spitz & O'Brien (1999) erfassten neben der allgemeinen Sprach- und Handlungsintelligenz über die Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised (WPPSI-R,

Wechsler, 1989) auch die linguistische Kompetenz bei 69 biologischen Risikokindern im Alter von vier Jahren. Der Wortschatz wurde mit dem Peabody Picture Vocabulary Test–Revised (PPVT-R, Dunn & Dunn, 1981) erfasst. Als Maße der morphologischen und syntaktischen Leistungen wurden die Fähigkeit zur korrekten Markierung der Vergangenheit sowie die mittlere Äußerungslänge (MLU) verwendet. Aufgrund ihrer Leistungen in den Intelligenz- und Sprachtests wurden drei Subgruppen unterschieden: Normal entwickelte Kinder, Kinder mit genereller Sprachstörung, die über einen Handlungs-IQ  $< 85$ , einen PPVT-Wert  $< 87$  oder einen MLU mehr als eine SD unter der Norm definiert waren sowie spezifisch sprachentwicklungsgestörte Kinder, deren Handlungs-IQ  $> 85$  bei gleichermaßen unterdurchschnittlichen Sprachleistungen liegt. Die Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung der Vergangenheitsform in den drei Gruppen wurden verglichen. Es ergaben sich signifikante Gruppenunterschiede in der erwarteten Richtung: Von den 22 Kindern mit genereller Sprachstörung schnitten 68 % weit unterdurchschnittlich ab, von den 20 Kindern mit spezifischer Sprachentwicklungsstörung 60 %. Dagegen zeigten nur 33 % der 27 normal entwickelten Kinder Leistungen im unteren Normbereich. Während die Sprachleistungen im Alter von vier Jahren nicht aufgrund der Berücksichtigung der Prädiktorvariablen Geburtsgewicht und Gestationsalter vorhersagbar waren, ergaben sich signifikante Zusammenhänge zwischen semantischen, nicht aber syntaktischen Sprachleistungen und Umweltvariablen, wie mütterlicher Bildungsstand und Einkommen. Dabei waren die Zusammenhänge zwischen semantischen Fähigkeiten und Umweltvariablen am höchsten bei den normal entwickelten Kindern. Im Gegensatz dazu profitierten die Kinder mit kognitiven und/oder sprachlichen Verzögerungen wenig oder gar nicht von den Förderangeboten ihrer Umwelt. Entsprechend gehen Rice et al. (1999) davon aus, dass hier nicht erfasste biologische Variablen eine bessere Vorhersage der sprachlichen, insbesondere der morphosyntaktischen Fähigkeiten erlaubt hätten.

In eine ähnliche Richtung weisen die Befunde von Briscoe, Gathercole & Marlow (1998). Die Autoren untersuchten die sprachlichen Leistungen von 26 Kindern, die mit einem Gestationsalter  $< 32$  Wochen und einem Geburtsgewicht zwischen 815 g – 1.985 g zur Welt kamen. Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 39 und 50 Monate alt. Die Größe des rezeptiven Wortschatzes wurde mit den British Picture Vocabulary Scales (Dunn et al., 1982) erfasst. Zur Diagnose des produktiven Wortschatzes wurde der Untertest Oral Vocabulary aus den McCarthy Scales of Mental Abilities (McCarthy, 1970) herangezogen. Der Bus Story Test of Continuous Speech (Renfrew, 1985), der sich in einer Untersuchung von Bishop & Edmundson (1987) als guter Prädiktor stabiler und vorübergehender Sprachschwierigkeiten bei Vorschulkindern erwiesen hatte, wurde eingesetzt, um die Fähigkeit zum

Nacherzählen einer Geschichte zu überprüfen. Außerdem wurde die Kurzzeitgedächtnisspanne über einen Gedächtnisspannentest und das Nachsprechen von Nichtwörtern, die allgemeine nonverbale Intelligenz mit Raven's Progressive Coloured Matrices (Raven, 1977) und die frühkindliche Entwicklung im Alter von 12 und 24 Monaten mit der Griffiths' Mental Scale of Development (Griffith, 1974) diagnostiziert. Die Leistungen der unreif geborenen Kinder wurden mit 26 termingeborenen Kindern derselben Altersgruppe verglichen. Die unreif geborenen Kinder zeigten ein Profil deutlich schlechterer Kurzzeitgedächtnis- sowie rezeptiver und produktiver Sprachfähigkeiten, die bei normalem nonverbalen IQ eine halbe Standardabweichung unter denen der Kontrollgruppe lagen. Insgesamt wurden 31 % der unreif geborenen Kinder aufgrund ihres *Information Score* im Bus Story Test als Risikokinder für eine spezifische Sprachentwicklungsstörung identifiziert. Diese Kinder schnitten bereits im Alter von 24 Monaten schlechter in der Subskala *Hearing and Speech* der Griffiths' Mental Scale ab. Die Leistungen in der Handlungs-Skala differierten aber weder im Alter von 12 noch im Alter von 24 Monaten zwischen den Gruppen. Die Daten sprechen, so die Interpretation der Autoren, dafür, dass etwa ein Drittel der unreif geborenen Kinder spezifische Sprachentwicklungsprobleme ausbildet – möglicherweise infolge einer Beeinträchtigung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses als Kernsymptom. Diese Probleme scheinen auf subtile Störungen der Gehirnfunktion zurückführbar zu sein. Die perinatalen Daten, die der von Briscoe et al. (1998) untersuchten Stichprobe vorlagen, sind begrenzt, legen aber die Vermutung nahe, dass Atmungsvariablen bedeutsame Risikofaktoren darstellen (vgl. dazu auch die Befunde von Rose & Feldman, 1996).

**Zusammenfassend** zeigen die unreif geborenen Kinder als Gesamtgruppe keine auffällige Sprachentwicklung. Werden allerdings Subgruppen nach biologischer Risikobelastung gebildet und vergleichend betrachtet, ergeben sich deutliche Sprachleistungsunterschiede zuungunsten der extrem leichten bzw. extrem unreifen Kinder. Die Befunde neuerer Untersuchungen betonen die Rolle spezifischer medizinischer Komplikationen in der kausalen Verursachungskette für eine verzögerte und gestörte Sprachentwicklung.

## 4. Neurologische Ursachen allgemeiner und spezifischer Defizite

Synergistic causal mechanisms [...] are well recognised in the field of developmental psychopathology, where simple cause-effect relationships are the exception rather than the rule and where the typical finding is that a factor X, is associated with increased risk of disorder, but is neither a necessary or sufficient cause.

Bishop (1999, p. 44)

Über die neurobiologischen Grundlagen von Entwicklungsstörungen ist bisher wenig bekannt. Locke (1993, 1994) sieht eine genetische Prädisposition in einer verlangsamten Gehirnreifung, durch die der Spracherwerbsprozess kumulativ, in der in Kapitel 2 geschilderten Weise, gestört wird. Aber auch Beschädigungen des Gehirngewebes vor, während oder nach der Geburt werden als Ursachen diskutiert. Nach Bishop (1999) lässt sich der Forschungsstand hierzu kurz und bündig zusammenfassen: Es gibt bisher keine Untersuchung, die eine strukturelle Läsion im Gehirn von spezifisch sprachentwicklungsgestörten Kindern nachweisen konnte.

Das zunehmende Wissen über die Prozesse und Prinzipien der Gehirnreifung hat aber zur Konzeptualisierung von neuropsychologischen Entwicklungsmodellen geführt, die der Komplexität von Zusammenhängen zwischen Gehirn und Verhalten, insbesondere im frühen Kindesalter Rechnung tragen. Vor diesem Hintergrund wird insbesondere auf die Frage eingegangen, welche Faktoren bei unreif geborenen Kindern zu einer Beschädigung des Gehirngewebes führen können und mit welchen Folgen für die weitere Entwicklung zu rechnen ist.

### 4.1 Physiologie der Gehirnentwicklung

Das Gehirnwachstum erstreckt sich weit in die postnatale Zeit. Während im Alter von drei Jahren etwa 70 % des erwachsenen Gehirnvolumens erreicht sind, sind es bei der Geburt zum Termin erst 23 % (Anderson et al., 2001; Rauh, 2002). Der erste wichtige Schritt der Entwicklung des zentralen Nervensystems findet in den ersten drei Wochen nach der Konzeption statt. Das Gewebe, das dazu bestimmt ist, sich zum menschlichen Nervensystem zu entwickeln, wird als Nervenplatte erkennbar. Das Ektoderm bildet die äußere, das Mesoderm die mittlere und das Endoderm die innere der drei embryonalen Zellschichten. Damit verlieren die ektodermalen Zellschichten das Potential, sich zu jedem beliebigen Körperzelltyp zu entwickeln. Im nächsten Schritt faltet sich die Nervenplatte ein und bildet die Nervenrinne. Anschließend verschmelzen die Ränder der Nervenrinne zum Nervenrohr. Dieser embryonale Hohlraum wird beim erwachsenen Organismus zum Zentralkanal und zu den Hirnventrikeln.

Im Alter von 40 Tagen kann man am vorderen Ende des Nervenrohrs deutlich drei Zellwülste erkennen, aus denen sich später das Vorder-, Mittel- und Rautenhirn entwickelt. Mit der Bildung des Nervenrohrs beginnt der erste Wachstumsschub des Gehirns um die 20. Schwangerschaftswoche. Er ist durch die schnelle Neubildung von Nervenzellen durch Zellteilung, die neuronale Proliferation, gekennzeichnet. Die meisten Zellteilungen treten in einer Schicht auf, die sich direkt an den flüssigkeitsgefüllten Hohlraum des Nervenrohrs (Ventrikel) anschließt und als Ventrikularzone bezeichnet wird.

Ab der zweiten Schwangerschaftshälfte entwickeln sich die Blutgefäße, die das Gehirn mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgen. Die neu gebildeten Nervenzellen wandern nun an ihren Bestimmungsort (Migration). Dabei orientieren sie sich an einem Netzwerk von Stützzellen (Gliazellen), die vorübergehend in dem sich entwickelnden Nervenrohr eine Matrix ausbilden. An Ort und Stelle müssen sich die Nervenzellen in den Verband anderer Zellen im gleichen Areal einpassen, um die Strukturen des Nervensystems aufzubauen. Diesen Vorgang nennt man Aggregation. Nachfolgend beginnt die Differenzierung der Nervenzellen und die Bildung von Verästelungen (Axonen), Verbindungen (Dendriten) und Kontaktstellen (Synapsen) mit Nervenzellen in anderen Projektionsgebieten. Die Isolierschichten der Nervenbahnen aus Myelin nehmen zu. Damit wird die schnelle Weiterleitung von Informationen über Nervenimpulse ermöglicht. Dieser zweite Wachstumsschub beginnt ab der 33. Schwangerschaftswoche und hat seine Spitze um den dritten bis vierten Monat nach der Geburt. Der Höhepunkt der Myelinisierung wird schließlich im dritten Lebensjahr erreicht (für einen Überblick siehe Anderson et al., 2001; Pinel, 1997).

#### **4.2 Neuropsychologische Entwicklungsmodelle**

Von den für die Gehirnentwicklung geltenden, allgemeinen Prinzipien hat das Prinzip der *Plastizität* die größte Beachtung in der Theoriebildung gefunden. Die Nervenzellen vermehren sich in der vorgeburtlichen Phase nicht nur, sondern sterben auch in großer Zahl ab. Auf eine Phase der Überproduktion erfolgt eine Auslese der funktionsnotwendigen Zellen und Zellverbindungen. Entsprechend bedeutet Entwicklung sowohl Zunahme als auch Abnahme und Selektion. Die Verfechter der Plastizitätstheorie gehen davon aus, dass das Gehirn des jungen Kindes weniger differenziert ist als das des Erwachsenen. Entsprechend können unversehrte Gehirnregionen sukzessive die Funktionen beschädigter Areale übernehmen (Kennard, 1936, 1940). Teuber (1962) legte das Kennard-Prinzip plakativ im Sinne der folgenden Regel aus: „When you´re going to have brain damage, have it early.“ (Anderson et al., 2001, p. 26). Viele Studien haben im Rahmen der Aphasieforschung den Einfluss biologischer

Risiken hinsichtlich der Frage untersucht, ob eine fokale linkshemisphärische Läsion in der frühen Kindheit die Sprachentwicklung stört. Die überraschende Antwort lautet: Es scheint keine spezifischen Langzeitfolgen zu geben. Eine Läsion, die beim Erwachsenen zu einer totalen und anhaltenden Aphasie führen würde, scheint kompatibel mit gutem Sprachverständnis und guter Sprachproduktion zu sein, sofern sie unilateral ist und sehr früh im Leben erworben wird (Bishop, 1999; Friederici & Hahne, 2000; vgl. auch Krägeloh-Mann, Toft, Lunding et al., 1999). Solche Befunde werden im Rahmen der Plastizitätstheorie als „Erholung von Funktionen“ interpretiert.

Die Annahme kritischer Phasen der Gehirnentwicklung, die auch in der Metatheorie der Entwicklungsbiologie von Locke (1997) vertreten wird, hat zu einer Erweiterung und Modifikation der Plastizitätstheorie geführt. Nach Mogford & Bishop (1993) wird eine kritische Phase als biologisches Zeitfenster definiert, in dem externale Einflüsse maximale Wirkung auf die Entwicklung haben. Bereits Hebb's Arbeiten in den 40er Jahren können in diesem Kontext gesehen werden. Hebb (1942, 1949) vertrat die Ansicht, dass in einigen Fällen ein frühkindlicher Gehirnschaden schlimmer ist als eine spätere Läsion, weil die Entwicklung spezifischer kognitiver Funktionen von der Unversehrtheit bestimmter zerebraler Strukturen in den jeweiligen Entwicklungsphasen abhängt. Ist eine Gehirnregion zerstört oder in einer kritischen Entwicklungsphase funktionsuntüchtig, kann daraus ein irreversibles Defizit in der Funktion resultieren, die durch die betroffene Gehirnregion gesteuert wird (Isaacson, 1975; Kolb, 1995).

Dennis (1989) hat eine einflussreiche neuropsychologische Heuristik vorgelegt, die der Kritik an den klassischen Plastizitätstheorien Rechnung trägt, und in die die beschriebenen Erweiterungen und Modifikationen eingehen. Für die vorliegende Arbeit ist diese Heuristik vor allem deshalb bedeutsam, weil Dennis auf die Entwicklung sprachlicher Fähigkeiten fokussiert. Dabei spielt die Entwicklungsstufe der Sprachfähigkeit zum Zeitpunkt der Schädigung eine wichtige Rolle. Prä- und perinatale Läsionen führen nach Dennis (1989) zu einem verspäteten Beginn und einer Verzögerung der gesamten Sprachentwicklung. Damit kann es langfristig auch zu einer Abweichung von den normalen Erwerbsmustern kommen. Während die Läsionen in der Kindheit zu verhältnismäßig wenig unmittelbaren Problemen führen, werden Entwicklungsmeilensteine auf höherem Niveau nicht erreicht. Die Kinder scheinen in ihre Störung „hineinzuwachsen“. Die Entwicklungsstufe zum Zeitpunkt der Schädigung determiniert somit die Art und die Schwere des Defizits. Je früher eine Schädigung auftritt, desto größer ist ihr Einfluss auf den Spracherwerbsprozess. Das ganze Ausmaß der Auswirkungen einer frühkindlichen Gehirnschädigung bleibt aber unklar, bis die Sprachfähigkeiten komplett entwi-

ckelt sind. Daraus folgt, dass dieselbe Schädigung unterschiedliche Auswirkungen auf die Sprachentwicklung haben kann, je nachdem in welcher Entwicklungsphase sie auftritt. Diese Modellvorstellung wird im allgemeinen durch die empirische Befundlage gestützt (für einen Überblick siehe Anderson et al., 2001).

Rourke (1987, 1989) geht in seiner Theorie der nonverbalen Lernschwäche im Gegensatz zu Dennis (1989) davon aus, dass die sprachlichen Fähigkeiten nach einem frühkindlichen Hirnschaden weitestgehend intakt bleiben. Vielmehr entwickeln die Kinder taktil-perzeptuelle Defizite, visuell-räumliche Integrationsprobleme und psychomotorische Koordinationsprobleme. Als Verursachungsfaktor wird die Zerstörung der weißen Gehirnmasse, die intermodale Integrationsfunktionen erfüllt, betrachtet.

Die Aussagen dieser beiden Theorien sind aber nicht unvereinbar: Milner (1974) war einer der ersten Forscher, der darauf hingewiesen hat, dass die Reorganisation von Funktionen zu einer Überlastung (crowding-effect) führen kann, wenn Funktionen, die normalerweise von zwei gesunden Hemisphären übernommen werden, von einer ausgeführt werden müssen. Eine allgemein herabgesetzte Leistungsfähigkeit ist eine mögliche Folge von kompensatorischen Reorganisationsprozessen (vgl. Kapitel 2.2).

### **4.3 Schädigende Einflüsse auf die Gehirnentwicklung bei unreif geborenen**

#### ***Kindern***

Damit stellt sich die Frage, welche der bei unreif geborenen Kindern auftretenden biologischen Risikofaktoren in Zusammenhang mit einem frühkindlichen Gehirnschaden oder einer abweichenden Gehirnentwicklung gebracht werden können. Abweichungen der Gehirnentwicklung entstehen u.a. dann, wenn (1) zu wenig Neuronen gebildet werden (Mikrozephalie) oder (2) Nervenzellen durch Sauerstoffunterversorgung oder Läsionen absterben. Neben diesen offensichtlichen, über Ultraschalluntersuchungen des Schädels quantifizierbaren Schädigungen des Gehirns, sind auch (3) subtilere Abweichungen der Gehirnentwicklung denkbar, die in Zusammenhang mit spezifischen Defiziten in den Fähigkeitsprofilen unreif geborener Kinder stehen (Anderson et al., 2001; Bishop, 1999). Des Weiteren bleibt zu klären, welche Konsequenzen dies für die Sprachentwicklung und damit auch für die allgemeine kognitive Entwicklung hat. Neben einer genauen Beschreibung der biologischen Risiken (vgl. auch Kapitel 1.2) werden im Folgenden erste Befunde aus der entwicklungsbiologischen Forschung zur Beantwortung dieser Frage dargestellt.

### 4.3.1 Mikrozephalie

Peterson, Vohr, Staib et al. (2000) stellten fest, dass sich die Zeit der Babys im Mutterleib proportional auf ihre Gehirnmasse auswirkt: Je früher sie in den Brutkasten kamen, desto größer war auch ihr Defizit im Gehirnvolumen selbst noch im Alter von acht Jahren im Vergleich zu Gleichaltrigen, die normal zur Welt kamen. Eine deutliche Differenz von 11 % bis 35 % zeigte sich in allen Regionen, besonders aber im Kleinhirn, im Corpus Callosum, in der Amygdala und im Hippocampus (vgl. auch Isaacs, Lucas, Chong et al., 2000). Kortikale Atrophie mit offenen Fissuren ist bei 83 % der Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht infolge einer Gehirnblutung im Alter von sechs Monaten auf dem Ultraschallbild sichtbar. Am schlimmsten betroffen waren die Kinder, die mit einem Gewicht von weniger als 1.000 g geboren wurden. Von den ehemaligen „Extrem-Frühchen“ ist laut US-Statistik jedes Zweite im Alter von acht Jahren lernbehindert (Spiegel Online, 2000b; Spiegel Online, 2002).

### 4.3.2 Ischämische und hämorrhagische Läsionen

Mangelnde Sauer- und Nährstoffversorgung der Nervenzellen sind bekannte perinatale Ursachen neurologischer Schäden beim Menschen. Dabei werden bevorzugt die Neuronen des cerebralen Cortex, insbesondere der hippocampalen CA1-Region beschädigt, die Gedächtnisfunktionen erfüllen (Volpe, 1995).

Die Unreife der Lungenfunktionen stellt ein hohes Risiko für eine Sauerstoff-Mangelversorgung des gesamten Organismus dar. Dies wird mit dem medizinischen Fachterminus Hypoxie oder Asphyxie belegt. Es wird heute versucht, die Beatmungsnotwendigkeit individuell an die Bedürfnisse der Kinder anzupassen und die Behandlungsmaßnahmen auf ihre Belastbarkeit abzustimmen (Linderkamp, Beetgen & Sontheimer, 1995; Marcovich, 1996; Porz, 1998). Durch künstliche Beatmung und Zuführung des Surfactant, einem bei sehr unreif geborenen Kindern noch nicht hinreichend gebildeten Stoff zur Verminderung des Lungendrucks, kann das Überleben vieler Hochrisikokinder gesichert werden. Die richtige Dosierung der Beatmung ist aber sehr schwierig. Wird die Sauerstoffsättigung und der Beatmungsdruck zu gering gewählt, kommt es zu wiederkehrenden Aussetzern der Atmung, den Dyspnoen oder Apnoen, die länger als 15 Sekunden andauern und mit dem Risiko einer Sauerstoffunterversorgung des Organismus verbunden sind. Je nach Schwere und Dauer der Atempausen wird ein Atemnotsyndrom (ANS) I., II., III. oder IV. Grades diagnostiziert. Ein schweres Atemnotsyndrom (III. bis IV. Grades) macht eine längere Beatmung mit höherer Sauerstoffkonzentration notwendig. Wird das Kind sehr lange oder mit zu großem Druck beatmet, können zum einen die Lungenbläschen reißen. Es bildet sich ein Pneumothorax. Die Folgen sind

ein akuter Blutdruckabfall und wiederum Sauerstoffmangel (Pschyrembel, 1998). Zum anderen droht die als chronische Atemwegserkrankung definierte Versteifung der Lunge bei Frühgeborenen, die länger als sieben Tage maschinell beatmet werden und über den 28. Lebenstag hinaus einen erhöhten Sauerstoffbedarf haben. Zusätzlich gehören unterschiedlich belüftete Lungenareale, die röntgenologisch nachweisbar sind, zur Diagnose der bronchopulmonalen Dysplasie (BPD). Bei etwa einem Viertel der Babys mit einem Geburtsgewicht unter 1.000 g manifestiert sich eine BPD (Pschyrembel, 1998; Bayerische Perinatalstatistik, 1995). Die Probleme bei der Dosierung der Beatmung stellen zudem ein Risiko für die Sehfähigkeit dar, indem die Blutgefäße zur Versorgung des Sehnervs durch eine erhöhte Sauerstoffzufuhr geschädigt werden können. Am häufigsten ist das Krankheitsbild der Netzhautablösung, die Neugeborenen-Retinopathie (ROP) genannt wird. Darüber hinaus können sie eine Ursache des Gehirnblutens oder des Absterbens von Nervenzellen sein (vgl. Kapitel 4.3.1).

Durch die Fragilität der Blutgefäße im Gehirn kann es vor, während oder nach der Geburt zu einer Hirnblutung kommen. Ihr Vorliegen und ihr Schweregrad wird durch eine Ultraschalluntersuchung des Schädels diagnostiziert und nach Papile et al. (1978) in die Grade I bis IV unterteilt. Es handelt sich dabei entweder um Einblutungen in die mit Cerebrospinalflüssigkeit gefüllten Hohlräume im Gehirn, die Ventrikel, oder um Blutungen im darunter liegenden Gewebe mit Narbenbildung (periventrikuläre Leukomalazie, PVL). Beide Formen können nach Frisk & Whyte (1994) nicht nur radiologisch durch ihre Lokalisation unterschieden werden, sondern auch hinsichtlich des Zeitpunktes ihres Auftretens:

- Einblutungen in die Ventrikel, die mit dem Oberbegriff *intraventrikuläres Hirnbluten (IVH)* bezeichnet werden, haben ihren Ursprung in der weißen Zellschicht, die die Ventrikel auskleidet. Diese ist ab dem letzten Schwangerschaftsdrittel von vielen dünnwandigen Blutgefäßen durchzogen. Aufgrund ihrer Unreife reißen sie leicht ein, was durch eine gestörte Stoffwechselregulation in Kombination mit einer Unreife des Gerinnungssystems und Sauerstoffunterversorgung begünstigt wird. Sie treten innerhalb der ersten Lebenswoche auf und verursachen in ihrer schwersten Form eine Erweiterung der Ventrikel: Die ständig neu gebildete Cerebrospinalflüssigkeit kann als Folge der Hirnblutung nicht mehr abfließen, staut sich in den Ventrikeln und dehnt dabei die noch nicht zusammengewachsenen Schädelknochen. Es bildet sich ein Wasserkopf (Hydrocephalus). Durch eine rechtzeitige Operation, der Ventrikeldrainage mit Shuntlegung, können Folgeschäden, die durch ein Zusammenpressen der Hirnmasse entstehen würden, abgemildert oder sogar vermieden werden.

- Periventrikuläre Blutungen betreffen dagegen das unterhalb der Ventrikel liegende Gewebe, z.B. die optischen Bahnen, die innere und äußere Sagittalschicht, die weiße Masse nahe des Foramens von Monro, das den Verbindungspunkt zwischen dem Corpus Callosum, der internalen und der externalen Kapsel bildet. Solche Blutungen können auch noch einige Wochen nach der Geburt auftreten und zu einer Narbenbildung (Nekrose) in der weißen Marksubstanz führen; eben der auf dem Ultraschallbild sichtbaren periventrikulären Leukomalazie (PVL) (Frisk & Whyte, 1994; Leviton & Paneth, 1990).

Einblutungen im subventrikulären Gewebe betreffen meistens die weiße Masse, also die Gliazellen (Volpe, 1996). Evrard, Miladi, Bonnier & Gressens (1992) postulieren, dass dies zu einer inadäquaten Myelinisierung führen kann. Eine selektive Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit wäre eine der möglichen Folgen, auf die Rose & Feldman (1996) bei ehemals unreif geborenen Kindern sogar noch im Alter von elf Jahren Hinweise fanden. Insbesondere bei der Informationsaufnahme und beim Agieren mit bereits gespeicherten Informationen waren die Studienkinder signifikant langsamer als die termingeborenen Kontrollkinder. Eine schwere Hirnblutung (III. und IV. Grades) und eine Langzeitbeatmung mit der Folge eines Lungenschadens (BPD) und dem erhöhtem Risiko für eine Sauerstoffunterversorgung (Hypoxie) erwiesen sich sowohl für die Sprach- als auch für die Kognitionsentwicklung als die wichtigsten einzelnen Risikofaktoren (Bendersky & Lewis, 1994; Hack, Merkatz, McGrath, Jones & Fanaroff, 1994; Landry, Schmidt & Richardson, 1989; Messinger et al., 1996; Vohr, Garcia Coll, Lobato et al., 1991; Vohr et al., 1992; Waugh et al., 1996). Landry, Fletcher & Denson (1993) fanden bei 40 % der Kinder mit schwerer Hirnblutung eine mentale Behinderung, Singer et al. (1997) bei 21 % der Kinder mit einer Bronchopulmonalen Dysplasie.

### **4.3.3 Subtile Abweichungen der Gehirnentwicklung**

Volpe (1995) geht davon aus, dass durch Blutungen oder Sauerstoffunterversorgung die Astrocyten zerstört werden. Dabei handelt es sich um große, sternförmige Gliazellen, die eine wichtige Rolle beim selektiven Transfer von Nährstoffen und Sauerstoff aus dem Blut in die Nervenzellen spielen. Außerdem bilden sie das Stützgewebe mit projektiven und assoziativen Nervenfasern und übernehmen in frühen Phasen der Gehirnentwicklung eine Art Platzhalterfunktion für die Nervenzellen, aus denen später die Cortexschichten II bis IV gebildet werden. Dadurch können bereits vor der Migration der Neuronen zu ihren Zielgebieten funktionale synaptische Verbindungen vom cerebralen Kortex zu subkortikalen Strukturen, wie z.B. zum Thalamus, hergestellt werden. Die Schicht der Astrocyten erreicht in der 22. bis 34. Schwan-

gerschaftswoche ihre maximale Dichte. Dies ist exakt der Zeitraum, in dem Blutungen in der germinalen intraventrikulären Matrix und periventrikuläre Infarkte bei unreif geborenen Kindern auftreten. Die Beschädigung der Astrocyten und deren Funktionsausfall kann somit zu einer abweichenden kortikalen Gesamtentwicklung führen, da die Neuronen ihre Zielgebiete nicht erreichen. Eine kortikalen Dysplasie oder eine Heterotopie sind die Folgen. Schwere Fehlorganisationen von Gehirnzellen gehen zumeist mit globalen kognitiven Beeinträchtigungen einher. Aber auch recht subtile Abweichungen könnten der Grund für Entwicklungsstörungen der höheren kognitiven Funktionen sein (Anderson et al., 2001; Bishop, 1999).

Weitere Risiken für subtile Abweichungen der Gehirnentwicklung und damit die psychologische Entwicklungsprognose stellen frühkindliche cerebrale Krampfanfälle und entzündliche Prozesse im Gehirn, die unter dem Oberbegriff *Neugeborenenensepsis* gefasst werden, dar. Während sich durch das wiederholte Auftreten cerebraler Krampfanfälle abnorme neuronale Verknüpfungen zwischen den Nervenzellen bilden können (von Suchodoletz, 2001), werden entzündliche Prozesse im Gehirn mit dem Absterben von Nervenzellen und damit dem Zerfall des betroffenen Gehirngewebes in Verbindung gebracht. Unreif geborene Kinder neigen durch ihr schwaches Immunsystem generell eher zu Infektionen. Prä- bzw. perinatal können Keime aus den Geburtswegen zu entzündlichen Prozessen führen. Die Keimbelastung ist insbesondere durch den vorzeitigen Blasensprung erhöht. Postnatal gelangen Bakterien oder Viren, die von der Mutter oder vom Pflegepersonal übertragen werden können, bevorzugt über Katheter und Kanülen, die Eintrittsstellen in den Körper bilden, in die Blutbahn. Operative Eingriffe, die relativ häufig bei angeborenen Herzfehlern (Ductus botalli apertus, PDA) und Darmentzündungen (nekrotisierende Enterocolitis, NEC) durchgeführt werden müssen, erhöhen die Infektionsgefahr zusätzlich. Einige Bakterien und Viren können die Blut-Hirn-Schranke passieren und entzündliche Prozesse im Gehirn hervorrufen. Prä- oder postnatale Infektionen mit Stäbchenbakterien (Streptokokken) oder Darmbakterien (*E. coli*) können mit Antibiotika zum Erliegen gebracht werden, nicht aber die bereits eingetretenen Hirnschäden durch das Absterben von Gehirnzellen rückgängig machen (Pinel, 1997; Pschyrembel, 1998).

#### **4.3.4 Zur Additivität von medizinischen Risikofaktoren**

Seit Mitte der 90er Jahre zeichnet sich ein vielversprechender Forschungstrend im anglo-amerikanischen Sprachraum ab, wobei die tatsächlichen, im Einzelfall vorliegenden, medizinischen Komplikationen in ihrer Summe bei der Entwicklungsprognose berücksichtigt werden. Die Forschergruppe um Korner (1990, 1991, 1993) konstruierte z.B. den „neonatal medi-

cal index“ (NMI). Dabei handelt es sich um ein einfaches Klassifikationssystem, das die Schwere und das Vorliegen medizinischer Risiken grob abbildet. Dazu wird ein gewichteter Summenwert klinisch bedeutsamer Komplikationen gebildet, z.B. Atemnotsyndrom, Beatmungsmodalität und -dauer, Apnoe- und Bradykardieneigung, Gehirnblutung, periventriculäre Leukomalazie und cerebrale Krampfanfälle. Die Studienkinder werden nach ihrem NMI-Wert einer von fünf Gruppen zugewiesen und hinsichtlich ihrer kognitiven, sprachlichen und motorischen Entwicklung verglichen. Der Nachweis der prädiktiven Validität des NMI gelang nur für die Kinder mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g. Dabei waren Auswirkungen der extremen Unreife, die häufig mit schwereren medizinischen Komplikationen einhergeht, auf alle untersuchten Entwicklungsbereiche bis zum 36. Lebensmonat nachweisbar. Der Einfluss der medizinischen Komplikationen war mindestens ebenso stark, wie der Einfluss der soziodemographischen Faktoren. Bei den schwereren Babys mit weniger medizinischen Komplikationen erwies sich der NMI dagegen nur als mäßiger Prädiktor der späteren motorischen Entwicklung im Alter von 12 und 24 Monaten, aber nicht mehr im Alter von 36 Monaten (Taylor et al. 1998; Thompson, Gustafson, Oehler et al., 1997). Der relative Einfluss der biologischen Risiken scheint mit der Zeit abzunehmen, sofern sie keine irreversiblen Hirnschäden verursachen. Psychosoziale Prozesse beeinflussen zunehmend das Fähigkeitsniveau. Insgesamt konnten die Auswirkungen der verkürzten Schwangerschaftsdauer und des sehr niedrigen Geburtsgewichts unter denen der medizinischen Komplikationen subsummiert werden. Demnach scheint ein so gebildeter, sinnvoll gewichteter Summenwert der biologischen Risikobelastung das Kriterium der Wahl zur Subgruppenbildung zu sein.

Auch Taylor et al. (1998) demonstrierten in ihrer Nachuntersuchung von 68 Kindern mit einem Geburtsgewicht < 750 g und 65 Kindern mit einem Geburtsgewicht von 750 bis 1.499 g im Alter von 6;8 Jahren die additive negative Wirkung extremer Unreife bei der Geburt und zusätzlicher Komplikationen in der Neugeborenenperiode auf die weitere Entwicklung. Die Kinder der ersten Gruppe schnitten in der Kaufman Assessment Battery for Children (K-ABC, dt. Fassung von Melchers & Preuss, 1994), in Wortschatzaufgaben, perzeptuell-motorischen Aufgaben, im Schreiben und im Rechnen signifikant schlechter ab. Sie hatten 3 bis 8mal häufiger weit unterdurchschnittliche Werte als die Gruppe mit höherem Reifestand bei der Geburt: 21 % der Kinder mit dem extrem niedrigen Geburtsgewicht hatten einen Kaufman-IQ-Wert < 70 und 40 % bis 50 % verbale, perzeptive und schulische Schwächen, 61 % besuchten eine Sonderschule. Auffällige Ultraschallbefunde, chronische Lungenkrankungen (BPD), Darmentzündungen (NEC) und häufige Atemaussetzer (Apnoen) stell-

ten jeweils spezifische Risiken dar. Kinder mit einem oder mehreren dieser Risiken schnitten jeweils um durchschnittlich 10 Testpunkte schlechter ab als Kinder ohne Risiken.

Neben diesen Zusammenhängen zwischen solchen Summenwerten medizinischer Risiken und kognitiven Funktionen dokumentieren die Untersuchungsergebnisse aus dem angloamerikanischen Sprachraum aber auch erste differentielle Zusammenhänge zwischen spezifischen Risiken und spezifischen Funktionsbereichen. So sind das Vorliegen und die Schwere einer intraventrikulären Gehirnblutung die besten Prädiktoren kognitiver Leistungen (Messinger et al., 1996; Vohr et al., 1992), während das Vorliegen und die Schwere einer Bronchopulmonalen Dysplasie eher mit motorischen Koordinationsproblemen und visuell-motorischen Integrationsschwierigkeiten in Zusammenhang gebracht werden kann (Singer et al., 1997; Vohr et al., 1991). Die Unversehrtheit der periventrikulären Region scheint dagegen eine wichtige Bedingung für den altersadäquaten Erwerb der Sprach- und Gedächtnisfähigkeiten bei unreif geborenen Kindern zu sein (Bendersky & Lewis, 1990; Byers-Brown et al., 1986; Frisk & Whyte, 1994; Grunau et al., 1990).

An dieser Stelle sei aber noch mal wiederholt darauf hingewiesen, dass medizinische Komplikationen zwar bei vielen unreif geborenen Kindern auftreten und das Risiko ihres Auftretens mit zunehmender Unreife bei der Geburt steigt. Dennoch ist das keinesfalls bei allen unreif geborenen Kindern der Fall bzw. wenn medizinische Komplikationen auftreten, führt sie nicht zwingend zu neurologischen Schäden oder Auffälligkeiten in bestimmten Entwicklungsbereichen. Über Plastizität oder Vulnerabilität des Gehirns entscheiden viele Faktoren, u.a. die Art und die Schwere der Läsion, der Zeitpunkt ihres Auftretens, das Geschlecht und der psychosoziale Kontext (Anderson et al., 2001, S. 112ff.).

## **5. Zusammenfassung des Forschungsstandes und Einordnung der eigenen Arbeit**

In den letzten beiden Jahrzehnten haben sich die Überlebenschancen unreif geborener Kinder entscheidend verbessert. Die neonatalen Erkrankungsraten sind demgegenüber jedoch relativ unbeeinflusst geblieben, d.h. die überlebenden Kinder tragen ein Risiko für eine Vielzahl von neurologischen und psychologischen Beeinträchtigungen. Damit ist auch das Forschungsinteresse an dem Zusammenhang zwischen biologischen Risiken und Entwicklungsstörungen gestiegen. Aufgrund umfassender methodischer Kritik an der Forschung der 70er und 80er Jahre (Aylward et al., 1989; Ornstein et al., 1991), versuchen Entwicklungsstudien neueren

Datums in ihrer methodischen Sorgfalt der Heterogenität dieser Kinder einerseits und der Komplexität der Entwicklungszusammenhänge andererseits gerecht zu werden. Wenngleich das nicht in vollem Umfang gelungen ist, wie die Ausführungen zu definitorischen und methodischen Problemen in Kapitel 3.1 verdeutlichen, haben diese Arbeiten wesentlich dazu beigetragen, Einblick in den Stand der kognitiven und sprachlichen Entwicklung unreif geborener Kinder zu gewinnen.

### **5.1 Der kleinste gemeinsame Nenner**

Die Frühgeborenenforschung ist durch eine Vielfalt, z.T. widersprüchlicher Befunde gekennzeichnet. Dennoch besteht weitestgehend Konsens über die Häufigkeit des Auftretens von Entwicklungsstörungen. Nach den Ausführungen von Ohrt (1999) durchlaufen etwas mehr als 33 % der unreif geborenen Kinder eine völlig unauffällig Entwicklung, ein weiteres Drittel zeigt leichtere, spezifische Defizite und knapp 27 % der Kinder sind von bleibenden und multiplen Defiziten betroffen. Des Weiteren stimmen die Ergebnisse darin überein, dass die Rate der langfristigen sprachlichen, aber auch kognitiven und sozialen Entwicklungsstörungen in Abhängigkeit von der Unreife der Babys bei der Geburt, dem Auftreten und der Schwere einer Hirnschädigung und der Entwicklungsumgebung, in der die Kinder aufwachsen, variiert.

### **5.2 Kontroversen und offene Fragen**

Neben der methodischen Uneinheitlichkeit, die vor allem die Frage nach dem Kriterium zur Bildung homogener Subgruppen sowie die Problematik der Alterskorrektur, aber auch die Selektivität der Stichproben und die Wahl der Untersuchungsinstrumente betrifft, gilt für nahezu alle Arbeiten, dass die beschreibende Ebene nicht verlassen wird. Abgesehen von der vergleichenden Längsschnittstudie zur Sprachentwicklung bei unreif geborenen und termingeborenen Kindern von Menyuk et al. (1995) und den Arbeiten zu den phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen unreif geborener Kinder (Briscoe et al., 1998, 2001) fehlt der Frühgeborenenforschung eine explizite entwicklungstheoretische Fundierung. Aktuellere Modellvorstellungen über die Sprachentwicklung (vgl. Kapitel 2) sind möglicherweise deshalb nicht in die Frühgeborenenforschung eingegangen, weil die Sprache dort nur als ein Aspekt der kognitiven Gesamtentwicklung betrachtet wird. Bisherige Befunde machen deutlich, dass ein erheblicher Teil der unreif geborenen Kinder ein Risiko für Sprachschwierigkeiten trägt. Es stellt sich aber nach wie vor die Frage, welche Ursachen für die Sprachschwierigkeiten in Frage kommen und ob Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht oder extrem unreif geborenen Kinder besonders vulnerabel sind. Des Weiteren ist ungeklärt, was diese Kinder von

denen unterscheidet, die zwar ein Risiko tragen, aber keine verzögerte oder auffällige Sprachentwicklung zeigen. Die sprachlichen Defizite werden in der aktuellen Frühgeborenenforschung zumeist in einen rein theoretischen Zusammenhang mit spezifischen medizinischen Komplikationen gebracht, aber nur in einigen Studien wird der vermutete Zusammenhang auch tatsächlich untersucht. Am verbreitetsten ist dabei noch die vergleichende Betrachtung von Subgruppen, bei denen z.B. eine Gehirnblutung unterschiedlichen Grades auftrat. Gehirnblutungen treten aber zumeist in Kombination mit anderen Komplikationen auf, die aus biopsychologischer Perspektive ebenfalls als Ursachen eines frühkindlichen Gehirnschadens oder einer abweichenden Gehirnentwicklung in Frage kommen. Die Interpretationen und Diskussionen der Befunde erfolgen zudem losgelöst von zugrundeliegenden neuropsychologischen Entwicklungsmodellen. Das verwundert, denn wie allein der kurze Überblick in Kapitel 4 zeigt, hat das zunehmende Wissen über die Prozesse und Prinzipien der Gehirnreifung zur Konzeptualisierung von Modellen geführt, die der Komplexität von Zusammenhängen zwischen Gehirn und Verhalten, insbesondere im frühen Kindesalter, Rechnung tragen. Diese werden aber auch in der aktuellen Frühgeborenenforschung kaum bzw. nur am Rande zur Kenntnis genommen, obwohl sie keinesfalls erst im letzten Jahrzehnt erschienen sind.

### ***5.3 Forschungsleitende Erwartungen und Fragestellungen***

Das Interesse der vorliegenden Arbeit richtet sich auf den Einfluss biologischer Risiken auf die Sprachentwicklung. Die Untersuchung unreif geborener Kinder bietet sich dafür aus mindestens zwei Gründen an: Erstens gibt es kaum eine andere Gruppe von Kindern, bei denen medizinische Komplikationen in der Neugeborenenperiode in vergleichbarer Heterogenität vorkommen und so gut dokumentiert sind. Zweitens entspricht dem eine ähnliche Heterogenität auf der Leistungsebene. Nach den bisherigen Befunden reicht die Varianz im Bereich der Sprachfähigkeiten von einer vollständig unauffälligen Entwicklung über spezifische Störungen der Sprachentwicklung bis hin zu Störungen der Sprachentwicklung als Folge mentaler Retardierung. Mit dem Anspruch einen Beitrag zu der Frage nach biologischen Ursachen von Sprachentwicklungsstörungen zu leisten, ist diese Arbeit an der Schnittstelle zwischen der entwicklungsbiologisch-medizinischen und sprachentwicklungspsychologischen Forschung einzuordnen. Die Metatheorie der Entwicklungsbiologie von Locke (1993, 1994) als Rahmenmodell des ungestörten und des gestörten Spracherwerbs verbindet entwicklungs-theoretische Vorstellungen der aktuellen Spracherwerbsforschung mit Elementen aktueller neuropsychologischer Entwicklungstheorien (vgl. Kapitel 2). Vor dem Hintergrund dieser

Theorie und der bisherigen empirischen Befunde aus der Frühgeborenenforschung werden die Fragestellungen und theoretischen Forschungshypothesen der vorliegenden Arbeit abgeleitet.

### **5.3.1 Biologische Risikobelastung: Indikatoren auf dem Prüfstand**

In einem ersten Analyseschritt wird der Einfluss biologischer Risiken auf die Sprachentwicklung untersucht. Ein Unterschied zu dem bisherigen Vorgehen besteht darin, dass die prädiktiven Zusammenhänge verschiedener Indikatoren der Risikobelastung mit den Sprachleistungen miteinander verglichen werden. Geburtsgewicht und Gestationsalter werden als distale Risikofaktoren bezeichnet, weil sie lediglich Trägervariablen tatsächlich aufgetretener medizinischer Komplikationen sind. Im Einzelfall sind bei vielen Kindern, die mit einem extrem niedrigen Geburtsgewicht oder extrem unreif zur Welt kommen, keine Entwicklungs- und Lernstörungen diagnostizierbar. Umgekehrt verläuft auch die Entwicklung bei vielen Kindern, die nach einer längeren Gestationsdauer mit einem höheren Geburtsgewicht zur Welt kommen, nicht ungestört (Taylor et al., 1998). Das Ausmaß der Entwicklungsgefährdung hängt vielmehr nach neuesten Befunden neben der Schwere auch von der Anzahl der aufgetretenen biologischen Risiken ab. Außerdem wird davon ausgegangen, dass nur solche medizinischen Risiken den Entwicklungsverlauf nachhaltig verändern, die zu einem Hirnschaden oder zu einer abweichenden Gehirnentwicklung führen (Thompson et al., 1998). In aktuellen Studien aus dem angloamerikanischen Sprachraum wurden diesen Ergebnissen und Annahmen entsprechend neurobiologische oder medizinische Risikoindikatoren gebildet, die eine genauere Prädiktion der späteren Entwicklung unreif geborener Kinder ermöglichten als die distalen Risikofaktoren Geburtsgewicht und Gestationsalter (u.a. Korner et al., 1993). In der vorliegenden Arbeit wird in Anlehnung an dieses Vorgehen erstmals im deutschen Sprachraum ein medizinischer Risikoindikator gebildet, der im Folgenden mit MIR abgekürzt wird. Dabei handelt es sich um einen Summenwert medizinischer Komplikationen in der Neugeborenenperiode, die aus biopsychologischer Perspektive bedeutsam sind. Da die distalen Risikofaktoren in der Frühgeborenenforschung als Trägervariablen der proximalen Risikobelastung betrachtet werden, wird für den Zusammenhang zwischen distalen und proximalen Risikofaktoren von den folgenden Annahmen ausgegangen:

1. Je niedriger das Geburtsgewicht bzw. je geringer das Gestationsalter, desto höher die medizinische Risikobelastung.

Die prädiktiven Zusammenhänge zwischen distalen Risikofaktoren und Sprachleistungen werden ebenso betrachtet wie die zwischen dem MIR und Sprachleistungen. In Übereinstimmung mit den Befunden der bisherigen Frühgeborenenforschung wird erwartet:

2. Je niedriger das Geburtsgewicht, desto ungünstiger der Verlauf der Sprachentwicklung.
3. Je geringer das Gestationsalter, desto ungünstiger der Verlauf der Sprachentwicklung.

Die Eignung des MIR zur Erklärung der Leistungsheterogenität in der Gesamtgruppe unreif geborener Kinder und zur Prädiktion ihrer Sprachleistungen im Vorschulalter wird im Vergleich zur Eignung der distalen Risikofaktoren geprüft. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit Risikoindikatoren im angloamerikanischen Sprachraum lautet die forschungsleitende Erwartung I:

- I. Der MIR ist ein geeigneteres Kriterium der Subgruppenbildung als das Geburtsgewicht und das Gestationsalter.

Diese Hypothese lässt sich wie folgt spezifizieren:

- I.1 Der MIR unreif geborener Kinder erklärt mehr Varianz in den Sprachleistungen der Gesamtgruppe als seine Trägervariablen Geburtsgewicht und Gestationsalter.
- I.2 Durch die Berücksichtigung des MIR werden die Trefferraten bei der Klassifikation von Kindern mit unauffälliger Sprachentwicklung und Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen erhöht.

### **5.3.2 Sprachliche und nichtsprachliche Defizite unreif geborener Kinder: Eine Frage der biologischen Risikobelastung?**

Eng im Zusammenhang mit der Frage nach dem geeignetsten Kriterium der Subgruppenbildung steht die Frage nach den sprachlichen Defiziten, die unreif geborene Kinder mit unterschiedlicher Risikobelastung zeigen. Nach der Metatheorie der Entwicklungsbiologie (Locke, 1993, 1994) ist sprachliches Handeln im menschlichen Entwicklungssystem genetisch verankert. Das Sprachlernen erfolgt innerhalb von biologischen Zeitfenstern und beruht auf nicht-sprachlichen sowie sprachspezifischen Vorausläuferfähigkeiten. Das Kind wächst in die sprachlichen Handlungsformen hinein, wobei soziale Voraussetzungen eine wichtige Rolle spielen (Grimm, 1999, 2002). Die bisherigen Befunde sprechen für den kompensatorischen Einfluss elterlicher Verhaltensweisen und Einstellungen auf die Sprachleistungen bei Kindern mit leichter bis mittlerer Risikobelastung. Bei Kindern mit hohem biologischen Risiko haben die mit der Unreife assoziierten Komplikationen dagegen einen größeren Einfluss auf die Entwicklung als die sozialen Faktoren (Riegel et al., 1995; Wolke & Meyer, 1999a, b). Entsprechend lässt sich vor dem Hintergrund der empirischen Befunde und den theoretischen Modellvorstellungen die forschungsleitende Erwartung II ableiten:

II. Zwischen den Subgruppen nach biologischer Risikobelastung ergeben sich deutliche Unterschiede in den Sprachleistungsprofilen.

Diese Erwartung II lässt sich wie folgt spezifizieren:

- II.1 Kinder mit geringer Risikobelastung zeigen bessere Sprachleistungen als die höher risikobelasteten Vergleichsgruppen.
- II.2 Kinder mit mittlerer Risikobelastung zeigen schlechtere Sprachleistungen als die Kinder mit geringer Risikobelastung, aber bessere als die Kinder mit hoher Risikobelastung.
- II.3 Kinder mit hoher Risikobelastung zeigen schlechtere Sprachleistungen als die geringer risikobelasteten Vergleichsgruppen.

Im Rahmen der Metatheorie der Entwicklungsbiologie wird zur Erklärung eines gestörten Spracherwerbs davon ausgegangen, dass Inaktivierung der linkshemisphärischen Mechanismen, ebenso wie ihre Beschädigung zu Kompensationsprozessen führt. Homologe Strukturen der rechten Hemisphäre werden in die linguistische Analyse einbezogen. Da diese aber nicht auf mentale phonologische Operationen spezialisiert sind, kommt es zu einer defizitären Sprachentwicklung. Des Weiteren wird durch das Gedränge von Funktionen in einer Hemisphäre die Effizienz der neuronalen Mechanismen reduziert. Bei unauffälliger und defizitärer Sprachentwicklung kann die Intelligenzleistung im allgemeinen betroffen sein, aber auch spezielle Fähigkeiten, wie die visuell-räumliche Wahrnehmung oder die visuell-motorische Integrationsleistung (vgl. auch Rourke, 1989). Entsprechend lässt sich die forschungsleitende Erwartung III ableiten:

III. Zwischen den Subgruppen nach biologischer Risikobelastung ergeben sich deutliche Unterschiede in anderen Funktionsbereichen der Entwicklung sowie in ihren intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Wolke & Riegel (1999b) konnten alle signifikanten Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen auf den Einfluss der Intelligenz zurückführen. Dagegen sprechen die Befunde der aktuellen Sprachentwicklungsforschung für eine sich ausbreitende, negative Wirkung einer anfänglichen Verzögerung der Sprachentwicklung auf den kognitiven und den sozial-emotionalen Bereich (Grimm, 2001). Des Weiteren konnte ein spezifischer Einfluss der Unreife bei der Geburt und perinataler Komplikationen auf die Sprachentwicklung nachgewiesen werden (z.B. Stamm, Schöler & Weuffen, 2002). Die aus diesen widersprüchlichen Befunden ableitbaren Erwartungen lauten wie folgt:

- IVa. Die Sprachleistungsunterschiede zwischen den Subgruppen nach biologischer Risikobelastung verschwinden, wenn der Einfluss der Intelligenz kontrolliert wird.
- IVb. Die Sprachleistungsunterschiede zwischen den Subgruppen nach biologischer Risikobelastung bleiben auch dann bestehen, wenn der Einfluss der Intelligenz kontrolliert wird.

In der vorliegenden Untersuchung werden diese, durch empirische Befunde jeweils bestätigten, konkurrierenden Erwartungen auf ihre Gültigkeit geprüft. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob sich höhere Zusammenhangsmuster als erwartet, zwischen sprachlichen und nicht-sprachlichen Fähigkeiten in biologisch höher risikobelasteten im Vergleich zu geringer risikobelasteten Subgruppen unreif geborener Kinder ergeben.

### **5.3.3 Stabilität oder Diskontinuität der Entwicklung sprachlicher Leistungen?**

Locke (1997) geht in seiner Metatheorie der Entwicklungsbiologie davon aus, dass die Phasen I bis IV aufeinander aufbauen (vgl. Kapitel 2.1). Bei Kindern, denen es in *Phase I* und *II* nicht gelingt, die kritische Masse an Sprachmaterial für die in *Phase III* erfolgende linguistische Analyse und Regelinduktion einzuspeichern, kommt es zu einer defizitären Sprachentwicklung und in *Phase IV* zu einer Prädisposition für spätere Probleme beim Schriftspracherwerb (siehe Kapitel 2.2; vgl. auch Grimm, 1999). Entgegen dieser theoretischen Annahme, die hohe Stabilität impliziert, gehen viele Kliniker davon aus, dass zumindest ein Teil der unreif geborenen Kinder anfängliche Verzögerungen der Sprachentwicklung aufzuholen vermag. Dieses Aufholwachstum wird wiederum auf den nachlassenden Einfluss der biologischen Risikofaktoren zugunsten anderer, vornehmlich sozialer Schutzfaktoren, zurückgeführt. Wolke (1997) und Thompson et al. (1997) schränken diese Aussage allerdings auf die Kinder mit geringer bis mittlerer Risikobelastung ein: Sozialen Schutzfaktoren, deren Wirken in den untersuchten Stichprobe angenommen, aber nicht geprüft wird, kommt mit zunehmendem Alter nur dann eine größere Bedeutung zu, wenn keine medizinischen Risiken aufgetreten sind, die den Entwicklungsverlauf nachhaltig verändert oder irreversible Hirnschäden verursacht haben.

Daraus lassen sich die forschungsleitenden Erwartungen V. und VI. ableiten:

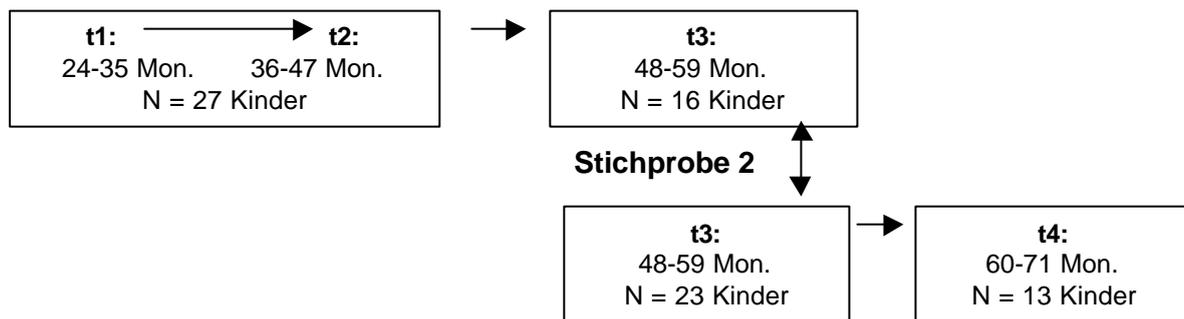
- V. Die Sprachleistungsunterschiede zwischen den Subgruppen bleiben über die Zeit stabil.
- VI. Der prognostische Wert von frühen Sprachmaßen ist bei Kindern mit hoher biologischer Risikobelastung größer als bei Kindern mit geringer biologischer Risikobelastung.

## 6. Methodisches Vorgehen

Die Untersuchung der zentralen Fragestellungen sowie die statistische Überprüfung der formulierten Annahmen, Erwartungen und theoretischen Hypothesen erfolgte im Rahmen eines Quer-Längsschnittdesigns. Mit der Wahl dieses Designs wurde einerseits das Ziel verfolgt, den Sprachentwicklungsstand unreif geborener Kinder im Alter von zwei, drei, vier und fünf Jahren und deren Sprachentwicklung in diesem Alter zu beschreiben. Die zweite, unabhängige Stichprobe unreif geborener Kinder wurde untersucht, um den in dieser Arbeit neu gebildeten medizinischen Indikator der Risikobelastung (MIR) im Alter von vier Jahren zu validieren.

Abbildung 1 gibt einen ersten zusammenfassenden Überblick über die Untersuchungszeitpunkte, die jeweiligen Altersbereiche und die Größe der Stichproben im Rahmen dieses Designs.

### Stichprobe 1



**Abb. 1:** Quer-Längsschnittdesign mit zwei Stichproben unreif geborener Kinder (t = Untersuchungszeitpunkt; Angabe des Alters der Kinder in Monaten; N = Stichprobengröße)

Es wurden insgesamt 50 unreif geborene Kinder, die mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g zur Welt kamen, anfallend untersucht. Sie verteilen sich auf zwei separate Stichproben, die im Folgenden als Stichprobe 1 und Stichprobe 2 bezeichnet werden. Die Testungen begannen im Juli 1998 und endeten im Dezember 2001. Wie Abbildung 1 zeigt, liegen zum ersten Testzeitpunkt im Altersbereich von 24 bis 35 Monaten für 27 unreif geborene Kinder vollständige Datensätze vor. Genau ein Jahr später konnten alle Kinder zum zweiten Testzeitpunkt im Altersbereich von 36 bis 47 Monaten erneut untersucht werden. Eine Teilstichprobe von 16 dieser Kinder wurde bis zum dritten Testzeitpunkt im Altersbereich von 48 bis 59 Monaten verfolgt. Zum dritten Testzeitpunkt wurden zusätzlich 23 unreif geborene Kinder einer zweiten, unabhängigen Stichprobe untersucht. Für eine Teilstichprobe von 13 dieser Kinder liegen

vollständige Datensätze auch zum vierten und letzten Testzeitpunkt im Altersbereich von 60 bis 71 Monaten vor. Eine genauere Beschreibung der Alters- und Geschlechtsverteilung in den Stichproben erfolgt im Zusammenhang mit den deskriptiven Analysen ihrer biologischen Risikobelastung (vgl. Kapitel 7.1.2).

### **6.1 Ablauf der Untersuchung**

Die Kontakte zu Familien mit Kindern, die unreif mit sehr niedrigem Geburtsgewicht zur Welt kamen, wurden unter Mithilfe des Klinikums II in Minden, des Sozial-pädiatrischen Zentrums in Bielefeld (Bethel), der Kinderklinik Kreis Herford, den Frühförderstellen Detmold, Lemgo und Gütersloh, den „Frühchenvereinen“ Minden und Detmold sowie vieler Krankengymnasten und Kinderärzte der Region Ostwestfalen hergestellt. Diese verteilten die Briefe zur Elterninformation nebst Einverständniserklärung und Anamnesebogen für Eltern unreif geborener Kinder (siehe Anhang) an ihre Klientel. Da diese Zielpopulation nur knapp 2 % aller Lebendgeburten pro Jahr ausmacht, gestaltete sich die Stichprobengewinnung problematisch. Hinzu kam, dass nur ein Teil der angeschriebenen Eltern mit der Untersuchungsteilnahme einverstanden war. Viele Kinder hatten zum Zeitpunkt des Erstkontaktes mit den Eltern noch nicht das gewünschte chronologische Testalter von mindestens 24 Monaten (Stichprobe 1) bzw. mindestens 48 Monaten (Stichprobe 2) erreicht, sodass sich z.T. erhebliche Wartezeiten bis zur Ersttestung ergaben.

Zum ersten Termin pro Untersuchungszeitraum wurde jeweils der Sprachentwicklungsstand der unreif geborenen Kinder erfasst. Zum zweiten Termin kam ein Verfahren zur Diagnose des allgemeinen Entwicklungsstandes bzw. der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Einsatz. Zwischen den beiden Terminen lagen jeweils maximal fünf Tage. Damit ergeben sich pro Kind bis zu sechs Testtermine für den gesamten Untersuchungszeitraum. Alle Tests wurden von der Autorin der vorliegenden Arbeit selbst durchgeführt. Die Untersuchungen fanden bei den Kindern zu Hause in vertrauter Umgebung statt. Im Mittel dauerte die Durchführung der Sprachentwicklungstests bei den unreif geborenen Kindern zwischen 30 und 40 Minuten. Der zeitliche Aufwand für die Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes bzw. der Intelligenzleistungen im Alter von drei, vier und fünf Jahren lag bei 60 bis 90 Minuten. Je nach Konzentrations- und Leistungsfähigkeit des Kindes variierte die Durchführungsdauer allerdings erheblich. Alle Tests wurden den Kindern als Spiel präsentiert. Da die Materialien im allgemeinen kindgerecht, ansprechend und farbig gestaltet sind, fiel es leicht, die Kinder dafür zu interessieren und zur Mitarbeit zu motivieren. Ein Elternteil, meistens die Mutter, füllte währenddessen den Anamnesebogen für Eltern unreif ge-

borener Kinder (siehe Anhang) aus. Zusätzlich wurden die Eltern um eine Kopie des medizinischen Abschlussberichtes aus der behandelnden Kinderklinik gebeten. Beides diente der Erfassung des Vorliegens und der Schwere von Komplikationen, die in der Neugeborenenperiode aufgetreten waren (vgl. Kapitel 6.2.3).

## **6.2 Operationalisierung der Konstrukte**

Im Folgenden werden zunächst die zur Erfassung der sprachlichen Leistungen eingesetzten Testinstrumente dargestellt. Des Weiteren werden die zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes und der Intelligenz ausgewählten Verfahren beschrieben. Abschließend wird auf die in dieser Arbeit ausgewählten Möglichkeiten der Operationalisierung der biologischen Risikobelastung eingegangen und die Bildung des medizinischen Indikators der Risikobelastung (MIR) beschrieben.

### **6.2.1 Sprachliche Leistungen und Sprachgedächtnis**

Vor dem Hintergrund der methodischen Kritik an der bisherigen Frühgeborenenforschung wurden die folgenden Ansprüche an die diagnostischen Instrumente zur Erfassung der Sprachverarbeitungsfähigkeiten gestellt: Erstens sollten sie eine standardisierte und differenzierte Beurteilung des Erreichens der lexikalischen und grammatischen Meilensteine der Sprachentwicklung ermöglichen. Zweitens sollten die eingesetzten Instrumente im Alter von zwei, drei und vier Jahren auf vergleichbaren entwicklungstheoretischen Konzepten beruhen und dieselben zugrundeliegenden Konstrukte erfassen, um eine längsschnittliche Betrachtung der Sprachentwicklung zu ermöglichen. Da es sich bei der untersuchten Stichprobe um biologische Risikokinder handelt, war es drittens von besonderer Wichtigkeit, dass eine Differenzierung auch im unteren Leistungsbereich möglich ist. Darüber hinaus sollte das Testmaterial kindgerecht und ansprechend sein. Aufgrund der zu vermutenden eingeschränkten Aufmerksamkeitsspanne bei diesen Kindern war auch eine zeitökonomische Durchführbarkeit bei maximaler Zuverlässigkeit der Aussagen über den Entwicklungsstand wichtig.

#### **6.2.1.1 Erfassung der rezeptiven und produktiven Sprachverarbeitungsfähigkeiten im Alter von zwei Jahren (SETK-2)**

Im Altersbereich von 24 bis 35 Monate wurde der SETK-2 (Grimm, 2000b) eingesetzt. Es handelt sich hierbei um ein Verfahren, das auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und empirischen Befunden zum normalen und gestörten Spracherwerb basiert (Ritterfeld, 2000; Sarimski, 2001). Im Folgenden werden die Untertests dieses Verfahrens kurz beschrie-

ben. Für eine umfassende Darstellung sei an dieser Stelle auf das Testmanual verwiesen (Grimm, 2000b).

### **Sprachverstehen**

Die Zusammenstellung der Aufgaben des SETK orientiert sich an dem Meilensteinkonzept der Sprachentwicklung. Das frühe Wortverständnis und das Verstehen einfacher Sätze haben sich im Alter von zwei Jahren als prädiktiv für die weitere Sprachentwicklung erwiesen (Grimm, 1999). Entsprechend werden diese Verstehensleistungen im SETK-2 mit den Untertests *Verstehen I: Wörter* und *Verstehen II: Sätze* erfasst.

Im Untertest *Verstehen I: Wörter* werden dem Kind insgesamt neun Bildkarten vorgelegt, auf denen Gegenstände des täglichen Gebrauchs (z.B. Schere) oder Tiere (z.B. Kuh) abgebildet sind. Das Zielitem befindet sich jeweils mit drei Distraktoren zusammen auf einer Bildkarte. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, auf die Aufforderung „Zeige mir...“ hin, das passende Objekt zu zeigen.

Eine verbale Reaktion des Kindes ist auch im Untertest *Verstehen II: Sätze* nicht erforderlich. Dem Kind werden insgesamt acht Bildkarten vorgelegt, die einfache Satzinhalte repräsentieren, die vorgesprochen werden. Die Aufgabe des Kindes besteht wiederum darin, unter jeweils vier Bildern nach der Aufforderung „Zeige mir...“ auf dasjenige zu zeigen, das dem vorgesprochenen Satzinhalt entspricht (z.B. Bildkarte 1: Der Hund läuft oder Bildkarte 6: Der Stift ist in der Tasse).

### **Sprachproduktion**

Das Erreichen der beiden Meilensteine der Sprachproduktion, der Wortschatzspurt und damit einhergehend die ersten Mehrwortäußerungen, werden im SETK-2 mit den Untertests *Produktion I: Wörter* und *Produktion II: Sätze* abgeprüft.

Im Untertest *Produktion I: Wörter* werden dem Kind zunächst sechs konkrete Objekte (z.B. Schlüssel, Puppe) gezeigt, um die Aufgabe möglichst einfach zu gestalten. Im Anschluss daran werden 24 auf Karten abgebildete Objekte (z.B. Auto, Stuhl, Schwein, Stern) vorgegeben. Die Wörter sind unterschiedlich schwierig, was eine gute Differenzierungsmöglichkeit zwischen den Kindern gewährleisten soll. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, auf die Frage „Was ist das?“ hin, den Namen des jeweiligen Objektes zu produzieren.

Im Untertest *Produktion II: Sätze* werden dem Kind Bilder mit sehr einfachem (z.B. „Das Baby schläft.“), mit mittlerem (z.B. „Der Junge fängt den Ball.“) und schwierigem Gehalt (z.B. „Das Schaf springt über den Bach.“) vorgegeben. Zunächst wird die spontane Produk-

tivität auf die Frage „Was siehst Du auf diesem Bild?“ hin erfasst. Aus der freien Antwort des Kindes ist nicht unbedingt ersichtlich, ob es den Bildinhalt semantisch und grammatisch korrekt beschreiben kann. Ist die Antwort des Kindes noch unvollständig, werden unter Berücksichtigung der Erstantwort die Zielsatzteile wie Subjekt, Prädikat oder Objekt systematisch und in standardisierter Weise durch den Testleiter abgefragt.

### **6.2.1.2 Erfassung der Sprachverarbeitungsfähigkeiten und der auditiven Gedächtnisleistungen im Alter von drei bis fünf Jahren (SETK 3-5)**

Der SETK 3-5 stellt die entwicklungslogische Fortsetzung des Sprachentwicklungstests für zweijährige Kinder (SETK-2) dar (Culp, 2002; Sarimski, 2002). Als relevante Meilensteine im Altersbereich von 36 bis 71 Monate werden fortgeschrittenere grammatische Fähigkeiten, komplexere Enkodierleistungen sowie solche auditiven Gedächtnisleistungen gemessen, die in einer funktionalen Beziehung zur Sprachkompetenz stehen (vgl. Kapitel 3.2.4).

#### **Sprachverstehen**

Zur Erfassung des Sprachverstehens wird der Untertest *Verstehen von Sätzen (VS)* eingesetzt. Dieser besteht für die dreijährigen Kinder aus neun Bildkarten (Entscheidungsaufgaben) und 10 Manipulationsaufgaben. Den vier- und fünfjährigen Kindern werden keine Entscheidungsaufgaben mehr vorgegeben, dafür aber 15 Manipulationsaufgaben.

Fünf von den neun Bildkarten, die bei den Entscheidungsaufgaben gezeigt werden, wurden schon im SETK-2 verwendet, vier neue kommen hinzu. Nach dem Hören des Satzes besteht die Aufgabe des Kindes darin, zu entscheiden, welches der Bilder am besten den Satzinhalt repräsentiert (vgl. SETK-2 Untertest *Verstehen II: Sätze*).

Bei den Manipulationsaufgaben erhalten die Kinder verbale Instruktionen unterschiedlicher grammatischer Komplexität, die sie mit verschiedenen Materialien in Handlungen umsetzen sollen. Bei den grammatisch einfacheren Sätzen stimmen Satz- und Handlungsstruktur überein (z.B. „Zeig mir den größten roten Knopf.“). Schwieriger sind die Temporalsätze mit „bevor“ und „nachdem“ (z.B. „Gib mir die Kiste nachdem du den Knopf reingelegt hast.“) und Kausalsätze (z.B. „Zeig mir: Der Sack fällt runter, weil du ihn mit dem Stift angestoßen hast.“). Die höchste grammatische Komplexität weisen die Relativsätze auf, bei denen die morphologische Markierung des Artikels die Reihenfolge von Handlungsakteur und –objekt anzeigt (z.B. „Zeig mir: Der gelbe Ball, den der weiße Ball anstößt, fällt vom Tisch.“). Diese werden nur den vier- und fünfjährigen Kindern vorgegeben.

### **Sprachproduktion**

Zur Erfassung der Sprachproduktion wird bei den dreijährigen Kindern der Untertest *Enkodierung semantischer Relationen (ESR)* eingesetzt. Dieser schließt direkt an den Untertest *Produktion II: Sätze* des SETK-2 an, was den direkten Vergleich der Antworten bei einer längsschnittlichen Betrachtung eines Kindes ermöglicht. Insgesamt handelt es sich um elf Karten, die räumlich-relationale Inhalte abbilden. Von diesen Bildkarten wurden sechs schon im SETK-2 eingesetzt. Ihre Versprachlichung verlangt Präpositionalstrukturen (z.B. „Die Kinder gehen über die Straße.“ „Die Katze springt in den Eimer.“).

Sowohl bei den dreijährigen Kindern als auch bei den Vier- und Fünfjährigen wird der Untertest *Morphologische Regelbildung (MR)* vorgegeben.

In diesem Untertest des SETK 3-5 wird die Fähigkeit zur morphologischen Markierung der Mehrzahl erfasst. Anhand von Bildkarten wird eingeführt, wie eines der gezeichneten Objekte heißt und gefragt, wie viele bzw. mehrere davon heißen. Während den Kindern im Alter von drei Jahren insgesamt ausschließlich zehn bekannte Wörter wie *Fisch* oder *Vogel* für die Pluralbildung vorgegeben werden, bekommen die Vier- und Fünfjährigen zusätzlich zehn Pseudo- oder Kunstwörter (z.B. eine Ribane, ein Dolling).

### **Gedächtnis für Sprache**

Die Sprachgedächtnisleistungen werden bei allen Altersgruppen mit dem Untertest *Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)* erfasst. Es werden allerdings unterschiedliche Wortlisten verwendet. Die Liste für die Dreijährigen besteht aus 13 zwei- bis viersilbigen Nichtwörtern unterschiedlicher Wortähnlichkeit (z.B. Billop, Nebatsubst, Ronterklabe), während die Liste für die Vier- bis Fünfjährigen zusätzlich fünf fünfsilbige Nichtwörter enthält.

Die weiteren Untertests zur Erfassung des Sprachgedächtnisses, *Gedächtnisspanne für Wortfolgen (GW)* und *Satzgedächtnis (SG)* werden nur bei den Vier- und Fünfjährigen durchgeführt. Die Gedächtnisspanne für Wortfolgen wird in dem gleichnamigen Untertest des SETK 3-5 über die Vorgabe von Wörtern im Einsekundentakt erfasst. Die Kinder sollen die Wörter unmittelbar in der vorgegebenen Reihenfolge reproduzieren. Die Anzahl der vorgegebenen Wörter beginnt bei zwei und nimmt dann stetig um ein weiteres Wort bis auf sechs zu. Es handelt sich ausschließlich um Wörter von hohem Bekanntheitsgrad, die so angeordnet sind, dass zwischen ihnen keine semantischen Relationen nahegelegt werden. Als Gedächtnisspanne gilt die maximale Anzahl der Wörter, die vollständig korrekt und in der richtigen Reihenfolge wiederholt wird.

Im Untertest *Satzgedächtnis* wird geprüft, wie gut ein Kind erworbene grammatische Strukturen für die Reproduktion von Sätzen nutzen kann. Es werden Sätze vorgesprochen, die zwischen sechs und zehn Wörtern umfassen und die entweder inhaltlich sinnvoll (semantische Sätze, z.B. „Die Maus wird von der Katze gejagt.“) oder rein syntaktisch-morphologisch korrekt gebildet sind (syntaktische Sätze, z.B. „Der Kindergarten wird von den roten Bären geschüttelt“). Die Aufgabe des Kindes besteht darin, die ihm vorgesprochenen Sätze unterschiedlicher Komplexität korrekt wiederzugeben.

## **6.2.2 Intelligenzleistungen und allgemeiner Entwicklungsstand**

Im Alter von drei, vier und fünf Jahren wurden neben den sprachlichen auch kognitive Leistungen in anderen Funktionsbereichen sowie intellektuelle Fähigkeiten und Fertigkeiten der unreif geborenen Kinder erfasst. Dabei galten im Prinzip dieselben Ansprüche an die Testverfahren, wie an die beschriebenen Sprachtests. Das heißt: Sie sollten eine Feinanalyse der Fähigkeiten in unterschiedlichen Entwicklungsbereichen ermöglichen, dieselben zugrundeliegenden Konstrukte erfassen und ihre Konzeption sollte auf denselben entwicklungs-theoretischen Grundlagen basieren. Darüber hinaus wurde auf eine gute Differenzierung im unteren Leistungsbereich, die Verwendung kindgerechten und ansprechenden Materials sowie die zeitökonomische Durchführbarkeit bei maximaler Zuverlässigkeit der Aussagen über den kindlichen Entwicklungsstand geachtet.

### **6.2.2.1 Erfassung der Intelligenz und der Leistungen in kognitiven Funktionsbereichen im Alter von drei Jahren (BSID-II, WET)**

Im Alter von drei Jahren wurden als grobes Maß der nichtsprachlichen Intelligenz vier non-verbale Items aus den Bayley Scales of Infant Development II (BSID-II, Bayley, 1993) vorgegeben. Es handelt sich dabei um die Items

149. Baut eine Brücke.

150. Baut eine Mauer.

165. Vervollständigt Puzzelbrett in 30 Sekunden.

168. Vervollständigt Muster.

Deren korrekte Ausführung durch das Kind wird auf einem Protokollbogen (s. Anhang) vermerkt. Da aufgrund der geringen Itemschwierigkeit nur eine gute Differenzierung im untersten Leistungsbereich zu erwarten ist, wurde zusätzlich im Alter von drei Jahren der Wiener Entwicklungstest (WET, Kastner-Koller & Deimann, 1998) eingesetzt. Trotz seiner aus-

gewiesenen methodischen Mängel, wie der mangelnden Durchführungs- und Auswertungsobjektivität bei einigen Untertests sowie der Konfundierung von produktiver Sprachentwicklung und kognitiver Entwicklung bei den Subtests *Quiz* und *Gegensätze* (Doil & Frevert, 1999), ist er das einzige Verfahren im deutschen Sprachraum, das für diesen Altersbereich den Anspruch erhebt, alle relevanten Funktionsbereiche der Entwicklung zu überprüfen.

### **Motorik**

Die Untertests *Turnen* und *Lernbär* sind dem Funktionsbereich Motorik zugeordnet.

Beim *Turnen* soll das Kind insgesamt zehn vom Testleiter erläuterte oder vorgeturnte Übungen nachmachen (z.B. Zehenspitzenang, Drehsprung). In Ergänzung zu diesem Untertest, der Rückschlüsse auf die grobmotorischen Fähigkeiten eines Kindes erlauben soll, wird der Untertest *Lernbär* vorgegeben, der die feinmotorischen Fähigkeiten des Kindes erfasst.

Zu Beginn dieses Untertests wird dem Kind ein Teddybär gegeben, dessen Kleidung vier unterschiedlich schwierige Verschlüsse aufweist. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, dem Bären „beim Anziehen“ zu helfen (z.B. Schließen eines Druckknopfes).

### **Visuomotorik/Visuelle Wahrnehmung**

Zur Beurteilung des Entwicklungsstandes im Funktionsbereich *Visuelle Wahrnehmung/Visuomotorik* wurden die Untertests *Nachzeichnen* und *Bilderlotto* verwendet.

Bei dem Untertest *Nachzeichnen* soll das Kind zehn auf Kärtchen abgebildete geometrische Figuren (z.B. Kreuz, Kreis, Quadrat) nacheinander in die Felder eines Arbeitsblattes abzeichnen. Die gezeigten Leistungen sollen Aufschluss über die graphomotorischen Fähigkeiten und visuell-motorischen Koordinationsleistungen geben.

Beim Untertest *Bilderlotto* liegt der diagnostische Schwerpunkt auf der differenzierten visuellen Raum-Lage-Wahrnehmung (Kastner-Koller & Deimann, 1998). Die Aufgabe des Kindes besteht darin, insgesamt 24 einzelne Kärtchen auf vier Bildtafeln mit sechs Feldern richtig zuzuordnen (z.B. Tafel 1: Blume mit Blatt und zwei Schmetterlingen, wobei das Blatt und die Schmetterlinge auf jedem der 6 Bilder woanders sind).

### **Lernen und Gedächtnis**

Der Funktionsbereich *Lernen und Gedächtnis* wird durch die Untertests *Zahlen Merken* und *Schatzkästchen* abgeprüft. Im Untertest *Zahlen Merken* wird die auditive Kurzzeitgedächtnisspanne über das Nachsprechen von Zahlenreihen im Einsekundentakt erfasst. Als Gedächtnisspanne des Kindes wird die längste, richtig reproduzierte Zahlenfolge gewertet. Der Untertest

*Schatzkästchen* prüft die Kapazität des visuell-räumlichen Speichers. Dabei werden das unmittelbare Behalten, die Kurzzeitspeicherung und die Anzahl der Lerndurchgänge getrennt voneinander und in einem Gesamtscore erhoben. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, die in sechs Laden des Schatzkästchens versteckten Gegenstände (z.B. Auto, Puppe, Ring) wiederzufinden.

### **Kognitive Entwicklung**

Zur Erfassung des Funktionsbereichs *Kognitive Entwicklung* gibt es insgesamt vier Untertests, von denen bei den dreijährigen Kindern aber nur die folgenden drei vorgegeben werden:

Der Untertest *Muster Legen* erfasst das zweidimensionale räumliche Denken über die Reproduktionsleistung von insgesamt zehn Mustern, die aus zwei bis vier Mosaiksteinchen bestehen. Der Testleiter modelliert die Handlung, in dem er die Muster bis auf eines vorbaut. *Muster Legen* kann als einziger Untertest dieses Funktionsbereichs als nonverbal betrachtet werden. Die anderen beiden Untertests haben dagegen eine starke verbale Komponente, wie auch die Aufgabenbeispiele zeigen.

Der Untertest *Gegensätze* überprüft anhand von 15 Aufgaben die Fähigkeit des Kindes zum analogen Denken. Der Testleiter liest Sätze wie z.B. „Der Ofen ist heiß, der Kühlschrank ist...“ vor, die das Kind vollenden soll.

Bei dem Untertest *Quiz* werden dem Kind insgesamt 11 Fragen zur Überprüfung seiner Orientierung in der Lebenswelt gestellt (z.B. „Warum hat ein Haus Fenster?“).

### **Sozial-emotionale Entwicklung**

Der Funktionsbereich *Sozial-emotionale Entwicklung* wird schließlich nur über den Untertest *Fotoalbum* erfasst. Dabei werden dem Kind neun Bilder von Kindern oder Erwachsenen gezeigt. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, den dargestellten mimischen Gefühlsausdruck zu erkennen und zu benennen.

Für eine detaillierte Beschreibung der Untertests und der genauen Vorgehensweise bei der Testdurchführung sei auf die Handanweisung verwiesen (Kastner-Koller & Deimann, 1998).

### **6.2.2.2 Erfassung der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von vier und fünf Jahren (K-ABC)**

Im Alter von vier und fünf Jahren wurde die Kaufman-Assessment Battery for Children (K-ABC, dt. Fassung von Melchers & Preuß, 1994) als Verfahren zur Erfassung der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten eingesetzt. Im Unterschied zu den meisten anderen Intelligenztests wird hier Intelligenz als „Art und Weise, in der ein Individuum Probleme löst“, definiert (Berg, 1997). Die 16 Untertests, von denen je nach Alter maximal 13 durchgeführt werden, sind zu Skalen intellektueller Funktionen zusammengefasst.

Die beiden Skalen intellektueller Fähigkeiten, *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* und die *Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)*, sind verarbeitungsorientiert, d.h. auf die Frage ausgerichtet, ob die Reize einzelheitlich-sukzessiv oder ganzheitlich-simultan verarbeitet werden.

#### **Skala einzelheitlichen Denkens (SED)**

Zur Erfassung der einzelheitlichen Verarbeitung werden bei den Vier- und Fünfjährigen die Untertests *Handbewegungen*, *Zahlennachsprechen* und *Wortreihe* vorgegeben. Obwohl die Beanspruchung des Kurzzeitgedächtnisses ein Gesichtspunkt jedes Untertests ist, besteht die einheitliche Anforderung im folgerichtigen Umgang mit den Reizen (z.B. Wiederholen einer geordneten Folge von Handbewegungen, die dem Kind vorgemacht werden bzw. Wiederholen von Zahlen, die dem Kind vorgesprochen werden).

#### **Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)**

Zur Erfassung der ganzheitlichen Verarbeitung werden den Vierjährigen die Untertests *Zauberfenster*, *Wiedererkennen von Gesichtern*, *Gestaltschließen* und *Dreiecke* vorgegeben. Bei den Fünfjährigen entfallen die Untertests *Zauberfenster* und *Wiedererkennen von Gesichtern*, hinzu kommen dafür die Untertests *Bildhaftes Ergänzen* und *Räumliches Gedächtnis*. Es handelt sich immer um räumlich-gestaltliche Aufgaben, die Analogieschlüsse oder Organisation der Reize verlangen. Die Aspekte der Vorgabe müssen gleichzeitig integriert und zusammengefügt werden (z.B. Erinnern der räumlichen Reizeanordnung, Erkennen einer teilweise unvollständigen Zeichnung eines Objektes, Zusammenfügen eines abstrakten Musters aus einer Reihe gleicher Dreiecke).

### **Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF) und Sprachfreie Skala (NV)**

Die beiden beschriebenen Skalen der K-ABC bilden gemeinsam die *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)*. Die Untertests, die ohne Benutzung von Sprache durchführbar und rein motorisch zu beantworten sind, werden zur *Sprachfreien Skala (NV)* kombiniert. Im Alter von vier Jahren sind dies *Wiedererkennen von Gesichtern, Handbewegungen* und *Dreiecke*. Im Alter von fünf Jahren handelt es sich um die Untertests *Handbewegungen, Dreiecke, Bildhaftes Ergänzen* und *Räumliches Gedächtnis*.

### **Fertigkeitenskala (FS)**

Durch die Untertests der *Fertigkeitenskala (FS)*, *Wortschatz, Gesichter und Orte, Rechnen* und *Rätsel*, werden dagegen Faktenwissen und Fertigkeiten abgeprüft, deren Erwerb gewöhnlich in der Schule oder durch Aufgeschlossenheit der Umwelt gegenüber stattfindet. Die Aufgaben umfassen visuelle und sprachliche Reize, sprachliches Verständnis bei nichtsprachlichem Ausdruck sowie Aspekte einzelheitlicher und ganzheitlicher Informationsverarbeitung (z.B. beim Untertest *Rätsel*, der die ganzheitliche Verarbeitung einzelheitlich vorgegebener Attribute erfordert). Die Leistungen in diesen Untertests sollen eine Einschätzung des gegenwärtigen Bildungsstandes des Kindes und die Vorhersage seiner zukünftigen schulischen Leistungen ermöglichen.

Für eine genaue Beschreibung der Untertests und detaillierte Informationen zu deren Durchführung sei auf das Durchführungs- und Auswertungshandbuch sowie das Interpretationshandbuch zur K-ABC (Melchers & Preuß, 1994) verwiesen.

## **6.2.3 Biologische Risikobelastung**

Um Beziehungen zwischen biologischen Risiken und den Sprach- und Intelligenzleistungen herstellen zu können, ist es erforderlich die biologische Risikobelastung auf geeignete Weise zu erfassen. Die in der vorliegenden Arbeit gewählten Vorgehensweisen werden im Folgenden beschrieben.

### **6.2.3.1 Geburtsgewicht**

Die einfachste und gängigste Methode zur Erfassung der biologischen Risikobelastung ist die Bestimmung des Geburtsgewichts. Nach den Richtlinien der WHO (1980) werden Kinder, deren Geburtsgewicht zwischen 500 g und 2.500 g liegt, als zu leicht geboren bezeichnet.

Innerhalb dieser Einteilung werden drei Gruppen voneinander unterschieden: Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht (1.500 g – 2.499 g), Kinder mit sehr niedrigem Geburtsgewicht (1.000 g – 1.499 g) und Kinder mit extrem niedrigem Geburtsgewicht (< 1.000 g) (vgl. Tabelle 1b). Aufgrund der enormen medizinischen Fortschritte haben sich, zumindest in den Industrienationen, in den letzten beiden Jahrzehnten die Überlebenschancen von Kindern mit extrem niedrigem Geburtsgewicht erheblich verbessert (Aylward et al., 1991; Ornstein et al., 1989). Außerdem konnten die Auftretenshäufigkeiten von neurologischen Erkrankungen und psychologischen Auffälligkeiten in den Gruppen der Kinder mit niedrigem und sehr niedrigem Geburtsgewicht gesenkt werden (Ohr, 1999; Riegel et al., 1995). Deshalb rechnet man heute erst ab einem Geburtsgewicht unter 1.500 g mit entwicklungspsychologischen Auffälligkeiten, die ursächlich mit der Unreife verknüpft sind (vgl. Kapitel 3.2). Um den medizinisch-technischen Fortschritten Rechnung zu tragen, werden in der vorliegenden Arbeit drei Subgruppen nach Geburtsgewicht unterschieden und wie folgt definiert:

- mäßig leicht geboren (Geburtsgewicht > 1.250 g),
- sehr leicht geboren (Geburtsgewicht 750 g – 1.250 g),
- extrem leicht geboren (Geburtsgewicht < 750 g).

### **6.2.3.2 Gestationsdauer**

Eine weitere Methode zur Operationalisierung der biologischen Risikobelastung ist die Erfassung der Gestationsdauer. Da ihre Anwendbarkeit die genaue Bestimmung des Konzeptionszeitpunktes voraussetzt, ist sie weniger verbreitet (Rauh, 1984). Ein Kind, das vor Vollendung der 36. Schwangerschaftswoche entbunden wird, wird als früh oder unreif geboren bezeichnet. Für die Subgruppenbildung nach Gestationsdauer gibt es allerdings keine einheitlichen Kriterien (vgl. Kapitel 1.1). In der vorliegenden Arbeit folgt die Einteilung nach Gestationsdauer dem Vorgehen von Riegel et al. (1995):

- mäßig unreif geboren (Gestationsdauer >31 Wochen),
- sehr unreif geboren (Gestationsdauer 28-31 Wochen),
- extrem unreif geboren (Gestationsdauer < 28 Wochen).

### **6.2.3.3 Medizinischer Indikator der Risikobelastung (MIR)**

In neueren Arbeiten aus dem angloamerikanischen Sprachraum wird die biologische Risikobelastung über klinisch erfasste medizinische Komplikationen in der Neugeborenenperiode operationalisiert (Korner et al., 1993; Taylor et al., 1998; Thompson et al., 1997), aus denen

---

ein gewichteter Summenwert gebildet wird. Die eingehenden Komplikationen, deren Gewichtung und das Vorgehen bei der Einteilung von Gruppen mit unterschiedlichen Risikoprofilen unterscheiden sich allerdings von Untersuchung zu Untersuchung. In allen Arbeiten wird das Auftreten und die Schwere von Atmungsproblemen, von Gehirnblutungen mit und ohne Ventrikelerweiterungen und Narbenbildung im Gewebe unterhalb der Ventrikel sowie von cerebralen Krampfanfällen und Gehirninfectionen (Neugeborenenensepsis) berücksichtigt. Die Beatmungsdauer, das Auftreten von Atemaussetzern (Apnoen) und Herzrhythmusstörungen (Bradykardien), die Schwere der Gelbsucht und spezifischen Infektionen wie der Darmentzündung gehen in einige Indikatoren ein, in andere nicht. Des Weiteren unterscheiden sich die Risikoindikatoren darin, ob das Geburtsgewicht als eigener Risikofaktor mit aufgenommen wird. Die Gestationsdauer wird dagegen in keiner der neueren Arbeiten als solcher berücksichtigt. Die höhere Gewichtung einzelner Risikofaktoren (Periventrikuläre Leukomalazie und Bronchopulmonale Dysplasie) werden durch Befunde empirischer Arbeiten gerechtfertigt, die diese als die besten Prädiktoren späterer Leistungen identifiziert haben (Taylor et al., 1998). Aufgrund der Höhe des Risikowertes werden zwei (Taylor et al., 1998), drei (Thompson et al., 1997) oder fünf Subgruppen (Korner et al., 1993) gebildet.

Die Bildung solcher Risikoindikatoren hat sich, ungeachtet der genannten methodischen Unterschiede, als äußerst erfolgversprechend erwiesen: Die Auswirkungen einer verkürzten Schwangerschaftsdauer und des niedrigen Geburtsgewichts konnten unter denen der medizinischen Komplikationen subsummiert werden (vgl. Kapitel 3.3). Somit könnte ein sinnvoll gewichteter Summenwert der biologischen Risikobelastung das Kriterium der Wahl zur Subgruppenbildung sein. Vor dem Hintergrund dieser Befunde soll in der vorliegenden Arbeit ebenfalls ein solcher Indikator der Risikobelastung gebildet werden.

- Im *ersten Schritt* wurden die medizinischen Abschlussberichte der Studienkinder aus den Kinderkliniken zur Erfassung der medizinischen Risikobelastung in der Neugeborenenperiode gesichtet. Ein Beispiel eines derartigen Berichtes ist dem Anhang zu entnehmen. Zusätzlich wurden ergänzende Informationen über Schwangerschafts- und Geburtskomplikationen, über Folgeerkrankungen der Kinder vom Zeitpunkt der Entlassung aus der Neugeborenenintensivstation bis zum ersten Testzeitpunkt über den Anamnesebogen für Eltern unreif geborener Kinder (s. Anhang) erhoben.
- Um entscheiden zu können, welche Komplikationen mit welchem Gewicht in den MIR eingehen sollen, wurden im *zweiten Schritt* der Vollständigkeit halber alle Risikofaktoren, die in der Neugeborenenperiode häufig auftreten aufgelistet (vgl. Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Erfasste Komplikationen und deren Gewichtung im medizinischen Indikator der Risikobelastung (MIR)

	Risikofaktoren	Schweregrad	Auswirkungen	Wert im MIR
<b>Cerebrale Hämorrhagie</b>	Pränatale Gehirnblutung	leicht	Schädigung vermutet	1
		schwer	Schädigung bestätigt	2
	Gehirnbluten, intraventriculär (IVH)	IVH I.°-II°	vermutlich kompensierbar	1
		IVH III.° IVH IV.°	Schädigung bestätigt Schädigung bestätigt	2 3
Periventriculäre Leukomalazie (PVL)	leicht schwer	Schädigung bestätigt Schädigung bestätigt	1 2	
<b>Cerebrale Ischämie</b>	Apnoen/Bradykardien	leicht	Schädigung nur in Kombination mit ANS oder BPD	0
		schwer		0
	Ductus botalli apertus			0
	Atemnotsyndrom (ANS)	ANS I.°	vermutlich kompensierbar	1
ANS II.° ANS III.° ANS IV.°		Schädigung vermutet Schädigung bestätigt schwere Schädigung	2 3 4	
Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)	leicht	vermutlich kompensierbar	1	
	schwer mit Lungenblutung	Schädigung bestätigt schwere Schädigung	2 3	
<b>Risiko für Gehirninfektionen</b>	Infektionsneigung (allgemein)	leicht, einmalig	i.d.R. gut medikamentös behandelbar	0
		leicht, wdh. schwer		0
	Darmentzündung (nekrotisierende Enterocolitis)	NEC ohne OP künstl. Darm- ausgang Entf. eines Darmabschnitts	Schädigung nur in Kombination mit dem Auftreten einer Sepsis Nachweisbar	0 0 0
Neugeborenenensepsis	leicht	Schädigung bestätigt schwere Schädigung	1	
	schwer		2	
<b>zentral-motorische Auffälligkeiten</b>	Cerebrale Krampfanfälle	einmalig wiederholt	Schädigung bestätigt schwere Schädigung	1 3
	Cerebralparese (CP) Muskeltonusstörungen	leicht schwer	motorische Beeinträchtigungen bestätigt	0 0
<b>peripher-/zentral-perzeptuelle Auffälligkeiten</b>	Hörbeeinträchtigung	leicht, durch Otitis Media	Zusammenhang mit sprachlichen Minderleistungen bestätigt	1
		schwer, durch Otitis media / Polypen		2
	zentr. auditive Verarbeitungsschwäche		4	
Neugeborenen-Retinopathie (ROP)	ROP I°.-III.°	gut behandelbar	0	

Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Komplikationen gestuft nach Schweregrad, ihre Auswirkungen nach den Forschungsbefunden und dementsprechend ihre Gewichtung im Summenwert der medizinischen Risikobelastung (MIR). Es werden nur die Einzelrisiken berücksichtigt, die nach den aktuellen Forschungsbefunden in einen ursächlichen Zusammenhang mit dem Auftreten frühkindlicher Gehirnschäden bzw. einer abweichenden Gehirnentwicklung gebracht werden können (vgl. Kapitel 4.3). Insgesamt wird dem Auftreten und der Schwere von acht Komplikationen Rechnung getragen.

- Cerebrale Blutungen gehen über drei Risikofaktoren ein: pränatales und intraventrikuläres Gehirnbluten sowie Narbenbildung im Gehirngewebe unterhalb der Ventrikel (periventrikuläre Leukomalazie). Der abgestuften Schwere dieser Komplikationen wird zunächst durch jeweils einen Risikopunkt mehr im MIR Rechnung getragen.
- Cerebrale Sauerstoff- und Nährstoffunterversorgung wird über die beiden Risikofaktoren Atemnotsyndrom und Bronchopulmonale Dysplasie berücksichtigt. Atemaussetzer (Apnoen) gehören zu den Diagnosekriterien des Atemnotsyndroms und werden entsprechend nicht gesondert gewertet. Herzrhythmusstörungen (Bradykardien) und Herzfehler (Ductus botalli apertus) gehen ebenfalls nicht in den MIR ein, da es sich um Komplikationen handelt, die mit den Atmungsfunktionen und der Sauerstoffversorgung des Organismus zusammenhängen. Das Vorliegen eines schweren Atemnotsyndroms (III. bis IV. Grades) wird dabei stärker, mit drei bzw. vier Risikopunkten im MIR gewichtet als das Vorliegen eines leichten Atemnotsyndroms (I. und II. Grades), da die Forschungsbefunde für einen spezifischen Zusammenhang mit Sprach- und Gedächtnisdefiziten sprechen (vgl. Briscoe et al., 1998; Rose & Feldman, 1996). Den Schweregraden der Bronchopulmonalen Dysplasie (BPD) wird wiederum durch jeweils einen Risikopunktwert mehr Rechnung getragen.
- Das Auftreten von Infektionen im Gehirngewebe (Neugeborenenensepsis) wird ebenfalls im MIR aufgenommen und deren Schweregrade analog berücksichtigt. Einer allgemein erhöhten Infektionsneigung und dem Auftreten einer Darmentzündung wird nicht gesondert Rechnung getragen, da eine Gehirnschädigung nur dann auftritt, wenn die Bakterien die Blut-Hirn-Schranke passieren und ins Gehirn eindringen (vgl. Pinel, 1997).
- Von den zentral-motorischen Auffälligkeiten wird das Auftreten cerebraler Krampfanfälle in den MIR aufgenommen. Insbesondere dann, wenn diese wiederholt auftreten, werden sie in Zusammenhang mit der Bildung abnormer Zellverbindungen und damit

einer abweichenden Gehirnentwicklung gebracht (vgl. von Suchodoletz, 2001). Dem entsprechend werden sie mit drei Risikopunkten im MIR berücksichtigt, während bei einmalig aufgetretenen Krämpfen nur ein Risikopunkt vergeben wird. Weitere zentral-motorische Auffälligkeiten haben vermutlich einen Einfluss auf die motorische Entwicklung, nicht aber auf die Sprachentwicklung. Entsprechend wird die Cerebralparese, die vermutlich durch Gehirnbluten und Absterben von Nervenzellen durch Sauerstoffunterversorgung verursacht wird (Riegel et al., 1995), ebenso wenig gesondert berücksichtigt, wie das Auftreten von Muskeltonusstörungen.

- Von den zentral- und peripher-perzeptuellen Auffälligkeiten werden Hörstörungen als sprach-spezifischer Risikofaktor berücksichtigt. Den Schweregraden der Hörbeeinträchtigung durch Mittelohrentzündungen und Polypen wird durch einen Risikopunkt mehr im MIR Rechnung getragen. Bei Kindern, die während der ersten beiden Lebensjahre wiederholt solche Entzündungen hatten, tragen nachweislich ein hohes Risiko, auditorische Lernprobleme und defizitäre Sprachfähigkeiten auszubilden (vgl. Grimm, 2003). Besteht bei unreif geborenen Kindern schon in der Neugeborenenperiode aufgrund von EEG-Ableitungen der Verdacht auf eine zentrale auditive Verarbeitungsschwäche, wird dies als wichtiger Indikator für spätere Sprachschwierigkeiten betrachtet und entsprechend stärker im MIR gewichtet (vgl. Weisglas-Kuperus, Bearts, de Graaf et al., 1993).
- Im *dritten Schritt* wurde der individuelle Risikowert durch die Addition der vergebenen Punkte ermittelt. Dieses sei am Beispiel von Nils<sup>1</sup> erläutert:

Nils kam mit einem Geburtsgewicht von rund 1.000 g nach einer Schwangerschaftsdauer von 31 Wochen zur Welt. Er litt unter schweren Atemaussetzern (Apnoen) mit Herzstillständen (Bradykardien) (= 0 Risikopunkte), die zu einem Atemnotsyndrom II. Grades (= 2 Risikopunkte) und einer leichten Schädigung der Lunge (BPD) (= 1 Risikopunkt) führten. Die Ultraschalluntersuchungen des Schädels zeigten Vernarbungen im unterhalb der Ventrikel liegenden Nervengewebe. Diese leichte Periventrikuläre Leukomalazie (= 1 Risikopunkt) wurde von den behandelnden Kinderärzten als Hinweis auf eine stattgefundene pränatale Gehirnblutung (= 1 Risikopunkt) interpretiert. Hinzu kamen einmalig zentral-motorische Krampfanfälle (= 1 Risikopunkt). Damit hat er einen MIR-Risikowert von 6 Punkten.

---

<sup>1</sup> Name wurde geändert.

---

Der maximale Risikowert beträgt 23 Punkte, d.h. alle medizinischen Komplikationen liegen in ihrer schwersten Ausprägung vor. Bei einem Kind mit so massiven Beeinträchtigungen der Vitalfunktionen sind die Überlebenschancen gering bzw. im Fall des Überlebens ist mit schweren Mehrfachbehinderungen zu rechnen.

- Im *vierten Schritt* wurde a priori die zunächst willkürliche und damit vorläufige Klassifikation nach medizinischer Risikobelastung vorgenommen. In Anlehnung an die Vorgehensweise von Thompson et al. (1997) werden drei, hinsichtlich ihres Punktwertes gleichabständige Risikogruppen gebildet und wie folgt benannt:
  - geringe Risikobelastung (MIR-Risikowert  $< 6$ ),
  - mittlere Risikobelastung (MIR-Risikowert  $6 - 11$ ),
  - hohe Risikobelastung (MIR-Risikowert  $\geq 12$ ).

#### **6.2.4 Zusammenfassung**

Tabelle 6 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Testzeitpunkte und die eingesetzten Verfahren zur Operationalisierung der Sprachleistungen, der Intelligenzleistungen und der biologischen Risikobelastung.

Tabelle 6: Untersuchungszeitpunkte und –instrumente

Alter	Untersuchungstag 1			Untersuchungstag 2	
	Testverfahren	Konstrukte	Untertest(s)	Testverfahren	Konstrukte
2 Jahre	<b>SETK-2</b> (Grimm, 2000b)	Sprach- verstehen  Sprach- produktion	Verstehen I: Wörter Verstehen II: Sätze  Produktion I: Wörter Produktion II: Sätze		
3 Jahre	<b>SETK 3-5</b> (Grimm, 2001)	Sprach- verstehen  Sprach- produktion  Gedächtnis für Sprache	Verstehen von Sätzen (VS)  Enkodierung semantischer Relationen (ESR) Morphologische Regelbildung (MR)  Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)	<b>BSID-II</b> (Bayley, 1993)  <b>WET</b> (Kastner-Koller & Deimann, 1998)	nonverbale Intelligenz  Motorik Visuomotorik Lernen und Gedächtnis Kognitive Entwicklung Sozial-emotionale Entwicklung
4 Jahre/ 5 Jahre	<b>SETK 3-5</b> (Grimm, 2001)	Sprach- verstehen  Sprach- produktion  Gedächtnis für Sprache	Verstehen von Sätzen (VS)  Morphologische Regelbildung (MR)  Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)  Satzgedächtnis (SG)  Gedächtnis für Wortfolgen (GW)	<b>K-ABC</b> (Melchers & Preuß, 1994)	Einzelheitliches Denken (SED)  Ganzheitliches Denken (SGD)  Intellektuelle Fähigkeiten (SIF)  Fertigkeiten (FS)  Nonverbale Intelligenz (NV)
<p><b>Erfassung der biologischen Risikobelastung:</b> Geburtsgewicht Gestationsdauer</p> <p><b>Bildung des MIR:</b> Anamnesebogen für Eltern unreif geborener Kinder und Medizinischer Abschlussbericht</p>					

### **6.3 Ermittlung der Testergebnisse und statistische Datenanalyse**

Die Untertests der eingesetzten Diagnoseinstrumente wurden nach den Richtlinien in den Testmanualen durchgeführt und ausgewertet. Für jeden Untertest wurden die Rohwerte ermittelt und nach den Vorgaben in den Manualen in Standardwerte transformiert. Dazu muss beim SETK das chronologische Testalter durch die Subtraktion des Geburtsdatums des Kindes vom Testdatum ermittelt und der T-Wert für die entsprechende Altersgruppe aus der T-Wert-Tabelle abgelesen werden. Entsprechend wurde bei den eingesetzten Verfahren zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes und der Intelligenz verfahren. Beim WET wurden die ermittelten Rohwerte nach den Vorgaben im Manual in C-Werte, bei der K-ABC in Standardwerte transformiert. Standardisierte Testwerte werden über den Leistungsmittelwert und die Leistungsverteilung in der Grundgesamtheit definiert. Damit haben sie den Vorteil, dass sie implizit einen Vergleich mit der Normierungsstichprobe enthalten. Entsprechend der Abweichung vom Mittelwert werden die Leistungen der Kinder als überdurchschnittlich, durchschnittlich oder unterdurchschnittlich klassifiziert.

Bei der Ermittlung der biologischen Risikobelastung wurde in Ermangelung einer verbindlichen Vorgehensweise, die am geeignetesten erscheinende aus der bisherigen Forschungsliteratur übernommen bzw. das eigene Vorgehen daraus abgeleitet. Die Subgruppeneinteilungen nach Geburtsgewicht, Gestationsdauer und MIR werden, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, a priori vorgenommen. Auf den explorativen Charakter dieses Ansatzes sei an dieser Stelle ausdrücklich hingewiesen. Zur Überprüfung der Güte der a priori Klassifikationen werden Diskriminanzanalysen gerechnet. Die statistische Datenanalyse erfolgte mit dem Programmsystem *SPSS für Windows, Version 10.0* nach den folgenden Konventionen:

- Sofern keine anders lautenden Angaben gemacht werden, beträgt das Niveau des  $\alpha$ -Fehlers bei zweiseitigen Signifikanztests 5 %.
- Zur Überprüfung von Verteilungsvoraussetzungen wird gemäß der Empfehlungen von Borz (1999) ein  $\alpha$ -Fehler von 25 % herangezogen.
- Bei der Analyse von Mittelwertsunterschieden werden die Ergebnisse parametrischer Verfahren berichtet, wenn die Verteilungsvoraussetzungen gegeben sind oder wenn nonparametrische Verfahren zu vergleichbaren Ergebnissen führen. So wurden aufgrund der geringen Stichprobengrößen von 27 bzw. 23 unreif geborenen Kindern z.B. für den Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben alternativ zu t-Tests parameterfreie Mann-Whitney-U-Tests berechnet. Falls der F-Test Hinweise auf die Verletzung der Varianzhomogenität gab, wurde der t-Test mit separat geschätzten Varianzen verwendet. Für den Vergleich der mittleren T-Werte in den Subgruppen nach Geburtsgewicht, Gestationsdauer

er und MIR wurden einfaktorielle Varianzanalysen und alternativ jeweils der parameterfreie Kruskal-Wallis-Test (Bortz, 1999) berechnet, um den geringen Gruppengrößen Rechnung zu tragen. Für die Post-hoc-Vergleiche wurde jeweils der Scheffé-Test berechnet. Gab der Bartlett-Test Hinweise auf eine Verletzung der Homogenität der Varianzen, werden stattdessen die Ergebnisse des parameterfreien Dunnett-T3-Tests (Bortz, 1999; Bortz & Döring, 1995) berichtet.

- Alle Varianzanalysen wurden erneut mit der Kovariate *Alter* berechnet um auszuschließen, dass signifikante Haupteffekte der distalen oder der proximalen Risikobelastung Artefakte einer ungleichen hypothesenkonformen Altersverteilung in den Subgruppen sind (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2000). Die Ergebnisse dieser Kovarianzanalysen werden nur im Falle eines signifikanten Alterseffektes berichtet.

## 7. Ergebnisse und Diskussion

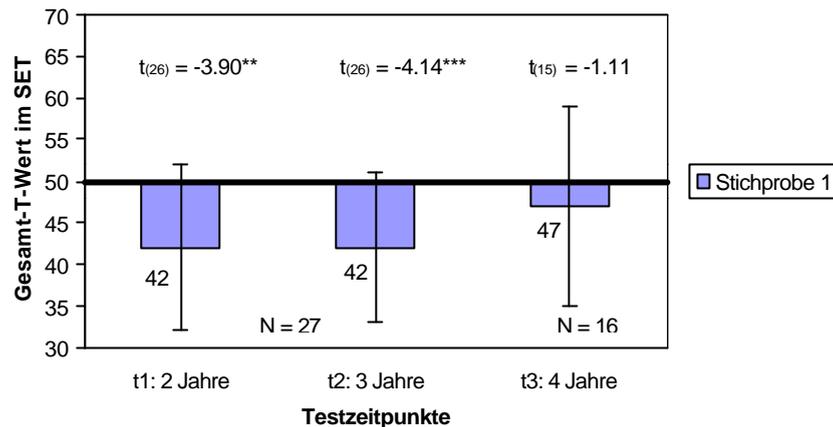
In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Eignung des MIR als Prädiktor der späteren Sprachleistungen im Alter von zwei, drei, vier und fünf Jahren dargestellt. Dazu wird die Güte der Vorhersage durch den MIR mit den traditionellen Indikatoren der biologischen Risikobelastung, Geburtsgewicht und Gestationsdauer, verglichen. Die Feinanalyse der rezeptiven und produktiven sprachlichen Leistungen sowie der Sprachgedächtnisleistungen erfolgt im Anschluss daran für Subgruppen unreif geborener Kinder nach dem Kriterium, dass sich als das geeignetste erwiesen hat. Ebenso werden die Leistungen in anderen Funktionsbereichen der Entwicklung vergleichend in Subgruppen nach biologischer Risikobelastung betrachtet. In der bisherigen Frühgeborenenforschung wird kontrovers diskutiert, ob sprachliche Leistungsunterschiede zwischen unreif geborenen Kinder auf deren Unterschiede in der allgemeinen Intelligenz zurückführbar sind. Die kovarianz- und korrelationsanalytischen Befunde der vorliegenden Arbeit leisten einen Beitrag zur Klärung dieser Kontroverse. Abschließend werden die Sprachentwicklungsprofile unreif geborener Kinder im Alter von zwei bis fünf Jahren beschrieben. Dabei steht die Frage nach der Stabilität von Subgruppenunterschieden sowie die Frage nach dem prognostischen Wert früher Sprachmaße in Subgruppen nach biologischer Risikobelastung im Vordergrund.

### 7.1 Deskriptive Daten

Zunächst werden die sprachlichen Leistungen, der allgemeine Entwicklungsstand und die Intelligenzleistungen der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 1 und 2 beschrieben. Des Weiteren werden die biologischen Risikoprofile der untersuchten unreif geborenen Kinder dargestellt.

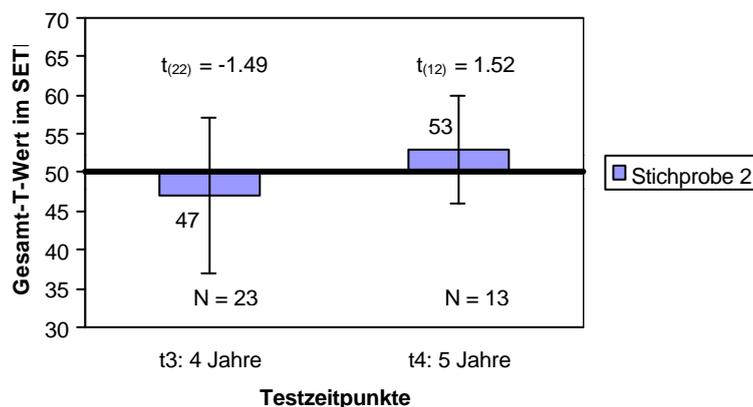
#### 7.1.1 Sprach- und Intelligenzleistungen

Die Abbildungen 2a und 2b veranschaulichen die sprachlichen Gesamtleistungen der unreif geborenen Kinder zu den vier Testzeitpunkten. Die Säulen der Abbildung 2a stellen die mittleren Gesamt-T-Werte der Stichprobe 1 im SETK-2 bzw. im SETK 3-5 als Abweichung vom Mittelwert der Normierstichprobe dar. Die Fehlerbalken entsprechen den Standardabweichungen vom Gruppenmittelwert. Statistische Kennwerte der t-Tests sowie die Signifikanz der Abweichung von den standardisierten Normwerten sind über den Säulen aufgeführt. Das selbe gilt analog für die Abbildung 2b, deren Säulen die mittleren Gesamt-T-Werte der Stichprobe 2 im SETK 3-5 zeigen.



**Abb. 2a:** Mittlere Gesamt-T-Werte und Standardabweichungen der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 1 im SETK-2 (t1: 2 Jahre, N = 27) und im SETK 3-5 (t2: 3 Jahre, N = 27 bzw. t3: 4 Jahre, N = 16) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Wie der Abbildung 2a zu entnehmen ist, erreichen die unreif geborenen Kinder der Stichprobe 1 im Alter von zwei und drei Jahren einen mittleren Gesamt-T-Wert von 42 bei einer Standardabweichung von 10 bzw. 9 T-Wert-Punkten. Damit unterscheiden sich ihre sprachlichen Leistungen auf dem 1 %- bzw. 0,1 %-Niveau signifikant von dem mittleren Normwert. Im Alter von vier Jahren sind die sprachlichen Gesamtleistungen der 16 Kinder aus Stichprobe 1 mit einem mittleren Gesamt-T-Wert von 47 und einer leicht erhöhten Leistungsstreuung ( $SD = 12$ ) als altersgerecht zu bezeichnen.

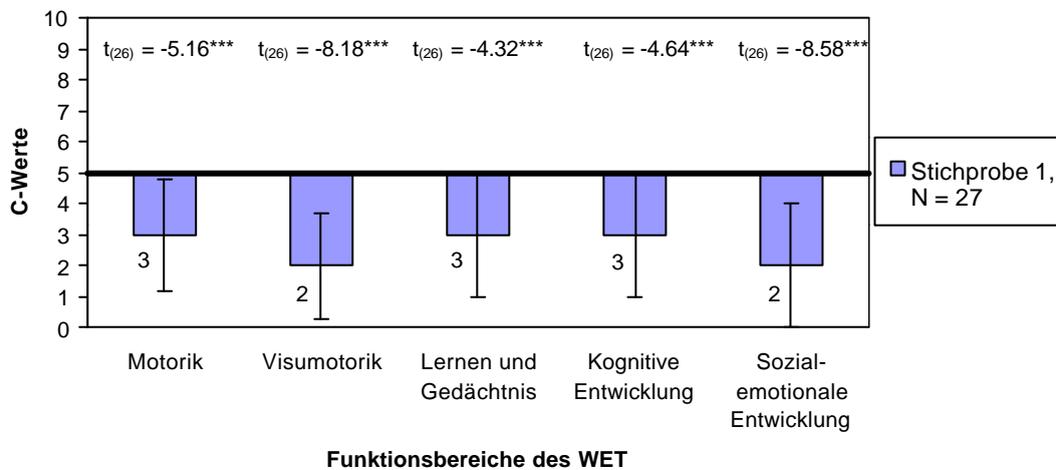


**Abb. 2b:** Mittlere Gesamt-T-Werte und Standardabweichungen der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 2 in den Untertests des SETK 3-5 (t3: 4 Jahre, N = 23 bzw. t4: 5 Jahre, N = 13) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Wie Abbildung 2b zeigt, erreichen die 23 unreif geborenen Kinder der Stichprobe 2, ebenso wie die 16 Kinder der Stichprobe 1, im Alter von vier Jahren einen mittleren Gesamt-T-Wert von 47 bei normaler Leistungsstreuung ( $SD = 10$ ). Damit schneiden sie altersentsprechend ab. Dasselbe gilt für die 13 Kinder dieser Stichprobe, die im Alter von fünf Jahren nachuntersucht werden konnten: Mit einem mittleren Gesamt-T-Wert von 53 ( $SD = 7$ ) liegen ihre sprachlichen Gesamtleistungen sogar leicht über dem mittleren Normwert.

Im Folgenden werden die Leistungen der unreif geborenen Kinder in den Funktionsbereichen des WET im Alter von drei Jahren sowie ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten in der K-ABC im Alter von vier Jahren beschrieben.

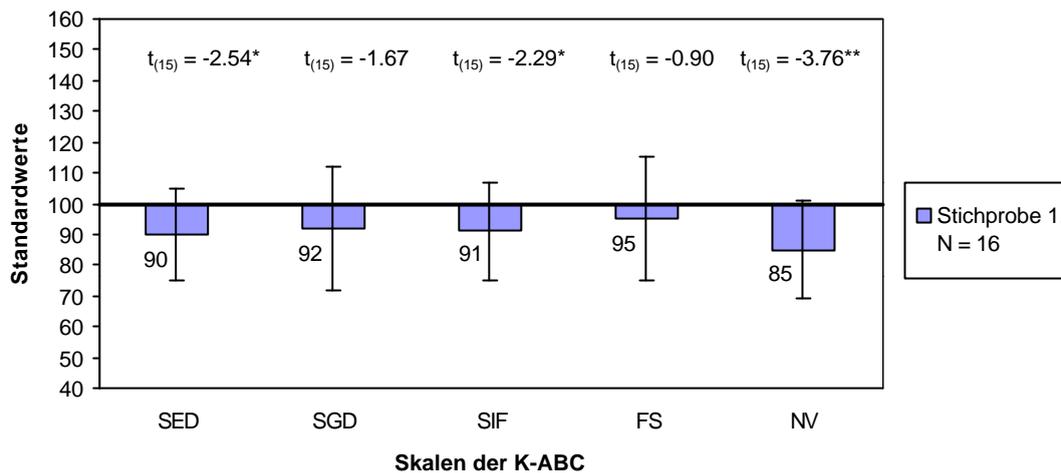
Abbildung 3a sind die Leistungsmittelwerte und -streuungen der 27 unreif geborenen Kinder der Stichprobe 1 in den Funktionsbereichen des WET zu entnehmen. Zur besseren Vergleichbarkeit mit der Normierungsstichprobe des WET werden C-Werte angegeben. Ein C-Wert von 5 mit einer Standardabweichung von 2 entspricht einer durchschnittlichen Leistung. Über den Säulen sind jeweils die Ergebnisse der t-Tests für eine Stichprobe angegeben.



**Abb. 3a:** Mittlere C-Werte und Standardabweichungen der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 1 in den Funktionsbereichen des WET ( $t_2$ : 3 Jahre) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Die Leistungen der unreif geborenen Kinder unterscheiden sich in allen Funktionsbereichen des WET auf dem 0,1%-Niveau signifikant von dem mittleren Normwert. Besonders niedrige mittlere C-Werte werden in den Funktionsbereichen *Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung* und *Sozial-emotionale Entwicklung* erreicht. In den Funktionsbereichen *Motorik*, *Lernen und Gedächtnis* und *Kognitive Entwicklung* liegen die Leistungen der unreif geborenen Kinder noch eben am unteren Rand des Normbereichs.

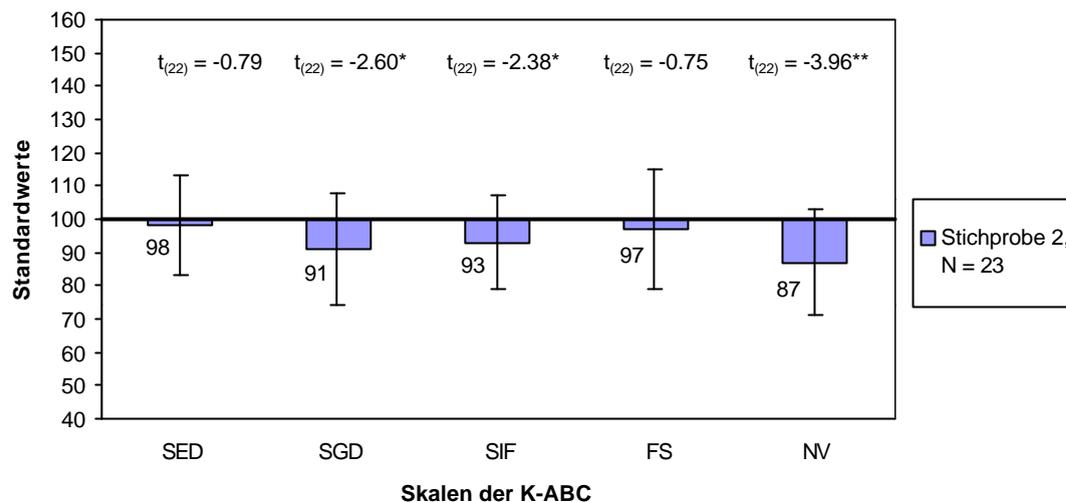
Abbildung 3b zeigt die Leistungsmittelwerte und –streuungen der 16 unreif geborenen Kinder in den Skalen der K-ABC im Alter vier Jahren. Die Standardwerte der Skalen sind auf einen Mittelwert von 100 mit einer Standardabweichung von 15 normiert. Die Ergebnisse der t-Tests für eine Stichprobe auf Leistungsunterschiede der unreif geborenen Kindern von der Norm sind jeweils über den Säulen angegeben.



**Abb. 3b:** Mittlere Standardwerte und Leistungsstreuung (SD) der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 1 in den Skalen der K-ABC (t3: 4 Jahre) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Die Leistungen der unreif geborenen Kinder unterscheiden sich in der *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* mit einem mittleren Standardwert von 90 ( $SD = 15$ ), ebenso wie in der *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)* mit einem mittleren Standardwert von 91 ( $SD = 16$ ) auf dem 1%-Niveau signifikant von der Norm. Besonders deutlich werden die Leistungsunterschiede in der *Sprachfreien Skala (NV)*. Mit einem mittleren Standardwert von 85 ( $SD = 16$ ) liegen die nonverbalen Leistungen der unreif geborenen Kinder am unteren Rand des Normbereichs und unterscheiden sich auf dem 0,1%-Niveau von der Normierungsstichprobe. In der *Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)* und in der *Fertigkeitenskala (FS)* liegen die mittleren Standardwerte von 92 bzw. 95 bei jeweils erhöhter Leistungsstreuung ( $SD = 20$ ) zwar ebenfalls unter dem Mittelwert der Normierungsstichprobe. Die Leistungsunterschiede werden aber statistisch nicht signifikant.

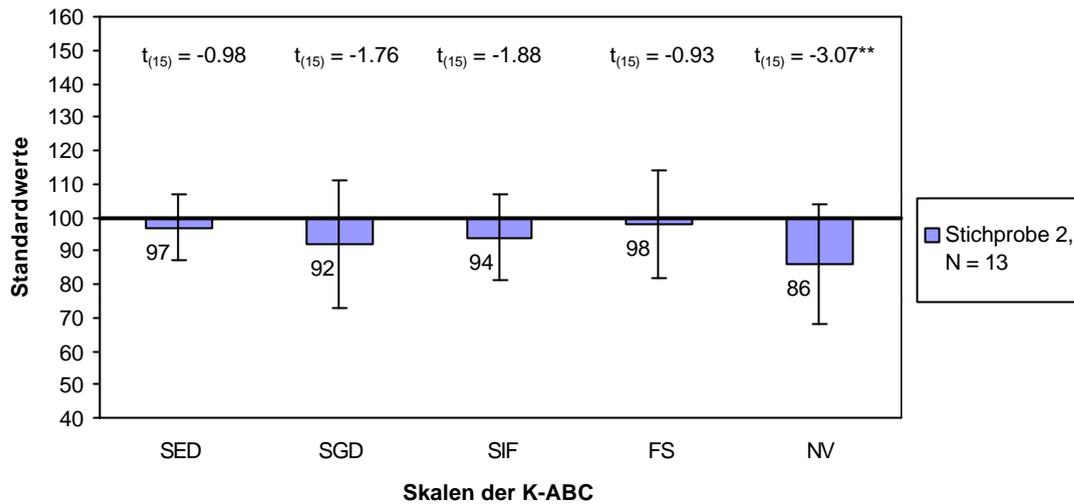
In den Abbildungen 4a und 4b sind die erreichten Standardwerte in den Skalen der K-ABC für die unreif geborenen Kinder der Stichprobe 2 im Alter von vier und fünf Jahren dargestellt. Die Ergebnisse der t-Tests für eine Stichprobe auf Leistungsunterschiede der unreif geborenen Kindern von der Norm sind wiederum über den Säulen angegeben.



**Abb. 4a:** Mittlere Standardwerte und Leistungsstreuung (SD) der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 2 in den Skalen der K-ABC (t3: 4 Jahre) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Wie die Abbildung 4a zeigt, erreichen die unreif geborenen Kinder der Stichprobe 2 im Alter von vier Jahren einen mittleren Standardwert von 98 ( $SD = 15$ ) in der *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)*. Damit entsprechen ihre Leistungen etwa der Norm. Dasselbe gilt für die *Fertigkeitenskala (FS)*. Hier erreichen die Kinder einen mittleren Standardwert von 97, allerdings bei erhöhter Leistungsstreuung ( $SD = 20$ ). Deutlich schlechter schneiden sie allerdings mit mittleren Standardwerten von 91 und 93 in der *Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)* und der *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)* ab. Hier unterscheiden sie sich auf dem 5%-Niveau signifikant von der Norm. Besonders deutliche Leistungsunterschiede ergeben sich wiederum in der *Sprachfreien Skala (NV)*: Die unreif geborenen Kinder erreichen einen mittleren Standardwert von 87 ( $SD = 16$ ), der sich auf dem 1%-Niveau signifikant von dem mittleren Standardwert 100 unterscheidet.

Das beschriebene Befundmuster setzt sich auch im Alter von fünf Jahren fort, wenngleich zu diesem letzten Testzeitpunkt nur 13 der 23 unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 2 nachuntersucht werden konnten (vgl. Abbildung 4b).



**Abb. 4b:** Mittlere Standardwerte und Leistungsstreuung (SD) der unreif geborenen Kinder aus Stichprobe 2 in den Skalen der K-ABC (t4: 5 Jahre) im Vergleich zu der Leistungsnorm. Signifikante Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Während in der *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* und der *Fertigkeitenskala (FS)* wiederum mittlere Standardwerte von 97 bzw. 98 ( $SD = 10$  bzw. 11) erreicht werden, die etwa der Norm entsprechen, liegen die Standardwerte in der *Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)* und der *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)* im Mittel bei 92 bzw. 94 ( $SD = 18$  bzw. 13). Der numerische Leistungsunterschied verpasst allerdings knapp die statistische Signifikanzgrenze. Mit einem mittleren Standardwert von 86 und einer ebenso großen Leistungsstreuung wie in der *Skala ganzheitlichen Denkens* ( $SD = 18$ ) liegen die nichtsprachlichen Leistungen der Kinder am unteren Rand des Normbereichs. Dieser Leistungsunterschied zur Norm wird auf dem 1%-Niveau signifikant.

**Zusammenfassend** zeigt bereits die Betrachtung des Abschneidens in globalen Sprach-, Entwicklungs- und Intelligenzmaßen, dass die Leistungen der unreif geborenen Kinder bei teilweise erhöhter Leistungsstreuung im Mittel im unteren Normbereich liegen. Das gilt nach den bisherigen deskriptiven Daten insbesondere im Alter von zwei und drei Jahren. Im Alter von vier Jahren und fünf Jahren unterscheiden sich die unreif geborenen Kinder in ihren sprachlichen Gesamtleistungen dagegen nur noch unwesentlich von der Norm. Dasselbe scheint auch für die verbalen Intelligenzleistungen zuzutreffen. Dagegen liegen die nonverbalen Intelligenzleistungen auch im Alter von fünf Jahren noch signifikant unter dem mittleren Normwert der Altersgruppe. Dieses Befundmuster stimmt mit den Ergebnissen der bisherigen Frühgeborenenforschung überein (vgl. Aylward et al., 1991; Ornstein et al., 1989). Es stellt sich nun die Frage, wodurch die Abweichungen von der Norm im Alter von zwei und drei Jahren zustande

kommen. Des Weiteren bleibt zu klären, warum sprachliche Leistungsunterschiede im Alter von vier und fünf Jahren nicht mehr erkennbar sind.

In der Forschungsliteratur werden Leistungsunterschiede von einer halben bis einer Standardabweichung auf den Einfluss der Unreife bei der Geburt zurückgeführt. Die graduelle Verbesserung der Leistungen mit zunehmendem Alter wird bei unreif geborenen Kindern vielfach mit einer Abnahme des negativen Einflusses der Unreife und einer Zunahme des Einflusses sozialer Faktoren auf die Sprach- und Intelligenzleistungen erklärt (Laucht et al., 1996; 1998; Taylor et al., 1998; Wolke, 1997). Allerdings gilt dies nach den bisherigen Befunden nur für Kinder mit leichtem bis mittlerem biologischen Risiko, nicht aber für Kinder mit hoher biologischer Risikobelastung. Während das Adaptationspotential der geringer belasteten Kinder nur kurzfristig beeinflusst wird, verändern medizinische Komplikationen den Entwicklungsverlauf nachhaltig, wenn sie irreversible Schädigungen des Gehirns oder gravierende Abweichungen der Gehirnentwicklung verursachen (Thompson et al., 1997; Wolke, 1997). Bevor der Einfluss der biologischen Risikobelastung auf die Sprachleistungen in Kapitel 7.2 untersucht wird, erfolgt zunächst eine Beschreibung der biologischen Risikoprofile der Studienkinder.

### **7.1.2 Biologische Risikobelastung der Stichproben**

Die biologische Risikobelastung nach Geburtsgewicht bzw. Gestationsdauer lässt sich für jedes Kind der Stichproben 1 und 2 einfach bestimmen, indem man auf die entsprechenden Informationen im medizinischen Abschlussbericht zurückgreift. Auf die Bildung des kumulativen Indikators der medizinischen Risikobelastung (MIR) aus acht medizinischen Einzelrisiken wurde bereits im Methodenteil eingegangen (vgl. Kapitel 6.2.3). Die Auftretenshäufigkeit dieser Einzelrisiken wird für die Stichproben 1 und 2 gesondert sowie insgesamt dargestellt. Im Anschluss daran werden diese Einzelinformationen für die untersuchten Stichproben zusammengefasst.

Tabelle 6 zeigt die medizinischen Einzelrisiken, die in den MIR eingehen, die Häufigkeit und die Schwere ihres Auftretens in den Stichproben 1, 2 und bei den 50 Studienkindern insgesamt sowie deren Gewichtung im MIR.

**Tabelle 6:** Häufigkeit und Schwere des Auftretens medizinischer Komplikationen in Stichprobe 1, Stichprobe 2 und insgesamt sowie deren Berücksichtigung im MIR.

Risikofaktoren	Schweregrad	Häufigkeiten in			Wert im MIR
		Stichprobe 1 N = 27	Stichprobe 2 N = 23	Gesamt N = 50	
Atemnotsyndrom (ANS)	ANS I.°	3	2	5	1
	ANS II.°	5	6	11	2
	ANS III.°	9	5	14	3
	ANS IV.°	2	3	5	4
Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)	leicht	6	4	10	1
	schwer	5	5	10	2
	mit Lungen- blutung	2	1	3	3
Pränatale Gehirnblutung	leicht	2	6	8	1
	schwer	2	0	2	2
Gehirnbluten, intraventrikulär (IVH)	IVH I.°-II°	3	2	5	1
	IVH III.°	2	2	4	2
	IVH IV.°	2	0	2	3
Periventrikuläre Leukomalazie (PVL)	leicht	4	6	10	1
	schwer	3	1	4	2
Neugeborenen- sepsis	leicht	4	4	8	1
	schwer	3	1	4	2
Cerebrale Krampfanfälle	einmalig	3	2	5	1
	wiederholt	4	4	8	3
Hörbeeinträchtigung	leicht	2	0	2	1
	schwer	3	1	4	2
	zentr. auditive Verarbeitungs- schwäche	3	0	3	4

Atmungsprobleme sind bei unreif geborenen Kindern sehr häufig Verursachungsfaktoren cerebraler Durchblutungsstörungen. Bei 19 Kindern der Stichprobe 1 und 16 Kindern der Stichprobe 2 wurde ein Atemnotsyndrom (ANS) unterschiedlichen Schweregrades diagnostiziert. Bei insgesamt 23 Kindern führten die respiratorischen Probleme in Kombination mit einer verlängerten Beatmungsdauer zu einer Lungenschädigung (Bronchopulmonale Dysplasie, BPD). Knapp die Hälfte der Kinder entwickelte nur eine leichte BPD, während die Atmungs-

probleme bei zehn Kindern zur Versteifung der Lunge führten, in drei Fällen sogar zum Auftreten einer Lungenblutung mit Vernarbungen des Lungengewebes.

Hämorrhagische Läsionen im Gehirn durch eine Gehirnblutung traten bei 11 der 27 Kinder in Stichprobe 1 und 10 der 23 Kinder in Stichprobe 2 entweder bereits im Mutterleib oder kurz nach der Geburt auf. Dabei handelte es sich bei insgesamt fünf Kindern um leichte Einblutungen ohne Ventrikelerweiterungen (IVH I. oder II. Grades). Bei vier Kindern wurde eine intraventrikuläre Gehirnblutung III. Grades diagnostiziert. Eine Blutung IV. Grades, die zur Bildung eines Wasserkopfes (Hydrocephalus) oder zu Durchbruchblutungen führen kann, lag bei zwei weiteren Kindern vor. Narbenbildungen in der weißen Marksubstanz unterhalb der Ventrikel (Periventrikuläre Leukomalazie) waren bei insgesamt 14 Kindern auf dem Ultraschallbild erkennbar. Je nach Ausdehnung und betroffenen Arealen wurden sie bei 10 der 14 Kinder als leicht, bei den übrigen vier Kindern als schwer klassifiziert.

Das Vorliegen einer Gehirninfection wurde bei insgesamt vier Kindern gesichert diagnostiziert, wobei bei einem Kind bereits eine Keimbelastung vor bzw. unter der Geburt vermutet wird. Bei acht weiteren Kindern deuteten zwar alle Symptome, wie Kreislauf-, Atem-, Gedeihstörungen und cerebrale Krämpfe, auf eine leichte Gehirninfection hin, ein gesicherter Keimnachweis gelang in diesen Fällen aber nicht. Bei insgesamt 13 unreif geborenen Kindern traten cerebrale Krampfanfälle auf, davon bei fünf Kindern einmalig, bei acht Kindern wiederholt.

Eine mäßige und schwere Hörbeeinträchtigung durch Mittelohrentzündungen und Polypen berichteten die Eltern von fünf unreif geborenen Kindern der Stichprobe 1, jedoch nur die Eltern eines Kindes der Stichprobe 2. Der Verdacht auf das Vorliegen einer zentralen auditiven Verarbeitungsschwäche wurde bereits in den medizinischen Abschlussberichten der drei später tatsächlich betroffenen Kinder der Stichprobe 1 geäußert.

Die Tabellen 7a und 7b enthalten die deskriptiven Informationen über die Altersverteilung, die Verteilung nach Geschlecht, nach Gestationsdauer, nach Geburtsgewicht und nach Punktwerten im medizinischen Indikator der Risikobelastung (MIR) in den Stichproben 1 und 2. Wie Tabelle 7a zeigt, wurden im Alter von zwei und drei Jahren neun Mädchen und 18 Jungen untersucht. Die Kinder waren zum ersten Testzeitpunkt im Mittel 29 Monate alt. Zum zweiten Testzeitpunkt betrug ihr mittleres Alter 41 Monate. Mit einer Streubreite von 25 bis 35 Monaten bzw. 37 bis 47 Monaten sind sie gut über die Altersbereiche 2;0-2;11 bzw. 3;0-3;11 Jahre verteilt.

**Tabelle 7a:** Beschreibung der Stichprobe 1 im Alter von zwei, drei und vier Jahren (N = Stichprobengröße; Fettdruck: Mittelwert; Normaldruck: Streubreite).

	Stichprobe 1	
	2 Jahre / 3 Jahre N = 27	4 Jahre N = 16
<b>Alter</b>	<b>29 Monate</b> 25-35 Monate	<b>52 Monate</b> 49-59 Monate
	<b>41 Monate</b> 37-47 Monate	
<b>Geschlecht</b>	9 Mädchen, 18 Jungen	7 Mädchen, 9 Jungen
<b>Gestationsdauer</b>	<b>29 Wochen</b> 23-36 Wochen	<b>29 Wochen</b> 23-36 Wochen
<b>Geburtsgewicht</b>	<b>1.046 g</b> 430 g – 1.490 g	<b>1.053 g</b> 430 g – 1.490 g
<b>MIR</b>	<b>6 Risikopunkte</b> 0–8 Risikopunkte	<b>5 Risikopunkte</b> 0-17 Risikopunkte

Mit einer mittleren Schwangerschaftsdauer von 29 Wochen kamen die Kinder der Stichprobe 1 *sehr unreif* zur Welt. Sie setzt sich allerdings nach der Klassifikation von Riegel et al. (1995), die in der vorliegenden Arbeit übernommen wird, aus neun *extrem unreif geborenen* Kindern (< 28. Schwangerschaftswoche), 13 *sehr unreif geborenen* Kindern (28.-31. Schwangerschaftswoche) und fünf *mäßig unreif geborenen* Kindern (32.-36. Schwangerschaftswoche) zusammen. Alle Kinder hatten nach der Klassifikation der WHO (1980) ein *sehr niedriges* Geburtsgewicht (< 1.500 g). Im Mittel liegt es bei 1.046 g. Nach der in dieser Arbeit vorgenommenen Einteilung (vgl. Kapitel 5.2.2) werden fünf Kinder als *extrem leicht* geboren (Geburtsgewicht < 750 g), 13 Kinder als *sehr leicht* geboren (Geburtsgewicht 750 g – 1.250 g) und neun Kinder als *mäßig leicht* geboren (Geburtsgewicht > 1.250 g) klassifiziert.

Mit einem mittleren Risikowert von 6 Punkten im MIR trägt die Stichprobe 1 eine *mittlere Risikobelastung*. Nach der in Kapitel 5.2.3 vorgeschlagenen Einteilung setzt sie sich aus fünf Kindern mit *hoher* (MIR ≥ 12 Risikopunkte), sieben Kindern mit *mittlerer* (MIR 6-11 Risikopunkte) und 15 Kindern mit *geringer Risikobelastung* (MIR < 6 Risikopunkte) zusammen.

Zum dritten Testzeitpunkt konnten 16 Kinder der Stichprobe 1, sieben Mädchen und neun Jungen, bis zum Schlusstermin Ende Dezember 2001 nachuntersucht werden. Hinsichtlich der Zusammensetzung nach Schwangerschaftsdauer, Geburtsgewicht und MIR ergaben sich im

Mittel nur geringfügige Änderungen. Mit einem Wert von im Mittel 5 Risikopunkten wäre die Stichprobe nun als *gering risikobelastet* einzustufen, wobei sich die Streubreite kaum verringert hat.

Tabelle 7b enthält analog die deskriptiven Informationen über die Charakteristika der Stichprobe 2 zu den Testzeitpunkten im Alter von vier und fünf Jahren.

**Tabelle 7b:** Beschreibung der Stichprobe 2 im Alter von vier und fünf Jahren (N = Stichprobengröße; Fettdruck: Mittelwert; Normaldruck: Streubreite).

	Stichprobe 2	
	4 Jahre N = 23	5 Jahre N = 13
<b>Alter</b>	<b>54 Monate</b> 49-59 Monate	<b>65 Monate</b> 61-71 Monate
<b>Geschlecht</b>	15 Mädchen, 8 Jungen	12 Mädchen, 1 Junge
<b>Gestationsdauer</b>	<b>30 Wochen</b> 25-34 Wochen	<b>31 Wochen</b> 28-34 Wochen
<b>Geburtsgewicht</b>	<b>1.134 g</b> 560 g – 1.490 g	<b>1.160 g</b> 870 g – 1.490 g
<b>MIR</b>	<b>4 Risikopunkte</b> 0-12 Risikopunkte	<b>2 Risikopunkte</b> 0-6 Risikopunkte

Die Kinder in Stichprobe 2 waren zum dritten Testzeitpunkt im Mittel 54 Monate alt. Mit einer Streubreite von 49 bis 59 Monaten verteilen sie sich gleichmäßig über den gesamten Altersbereich 4;0-4;11 Jahre. Es wurden 15 Mädchen und acht Jungen untersucht.

Mit einer mittleren Gestationsdauer von 30 Wochen kamen sie, ebenso wie die Kinder der Stichprobe 1, *sehr unreif* zur Welt. Die Stichprobe 2 setzt sich aus fünf, bei der Geburt *extrem unreifen*, 13 *sehr unreifen* und fünf *mäßig unreifen* Kindern zusammen.

Bei einem mittleren Geburtsgewicht von 1.134 g besteht die Stichprobe aus einem, bei der Geburt *extrem leichten* Kind, 12 *sehr leichten* und sieben *mäßig leichten* Kindern.

Mit im Mittel 4 Risikopunkten im MIR handelt es sich um eine *gering risikobelastete* Stichprobe, die sich aus drei Kindern mit *hoher Risikobelastung*, sechs Kindern mit *mittlerer Risikobelastung* und 14 Kindern mit *geringer Risikobelastung* zusammensetzt.

Im Alter von fünf Jahren konnten 13 Kinder der Stichprobe 2 bis zum Schlusstermin nachuntersucht werden. Das Testalter beträgt in der Gesamtgruppe im Mittel 65 Monate mit einer Streubreite von 61 bis 71 Monaten. Da die Eltern der Mädchen sich nicht nur zahlreicher, sondern auch eher mit der Untersuchung einverstanden erklärt hatten, ergibt sich eine extreme Ungleichverteilung des Geschlechts: Es konnten 12 Mädchen aber nur ein Junge erneut untersucht werden.

Hinsichtlich der Zusammensetzung nach Schwangerschaftsdauer und Geburtsgewicht ergaben sich durch den Ausfall von zehn Kindern im Mittel nur geringfügige Änderungen. Das gilt beim Geburtsgewicht auch für die Verteilung der Kinder: 7 der 15 *sehr leicht geborenen* und sechs der acht *mäßig leicht geborenen* Kinder konnten nachuntersucht werden. Allerdings ändert sich die Verteilung nach Gestationsdauer: Für 9 der 13 *sehr unreif geborenen* Kinder sowie vier der fünf *mäßig unreif geborenen* Kinder, aber keines der *extrem unreif geborenen* Kinder liegen vollständige Datensätze vor.

Am gravierendsten wirkt sich die Stichprobenreduktion aber auf den mittleren Risikopunktwert im MIR aus: Die Kinder sind im Mittel 2 Risikopunkten *gering belastet*. Der höchste auftretende Risikopunktwert ist 6. Damit setzt sich die Stichprobe 2 im Alter von fünf Jahren aus drei Kindern mit *mittlerer* und 10 Kindern mit *geringer Risikobelastung* zusammen.

**Zusammenfassend** zeigt die vergleichende Betrachtung der Stichprobenzusammensetzungen, dass die Kinder der Stichprobe 2 zum dritten Testzeitpunkt, bei gleicher Altersstreuung, im Mittel um zwei Monate älter sind als die Kinder der Stichprobe 1. Außerdem wurden sie im Mittel eine Woche reifer geboren, waren bei ihrer Geburt geringfügig schwerer und hatten weniger Komplikationen in der Neugeborenenperiode. Zudem kommt es durch den Ausfall von 10 Kindern zum letzten Testzeitpunkt im Alter von fünf Jahren zu einer selektiven Veränderung der Stichprobe 2: Nur die Kinder mit vergleichsweise wenigen medizinischen Komplikationen in der Neugeborenenperiode konnten nachuntersucht werden.

---

## **7.2 Die Bedeutung des medizinischen Indikators der Risikobelastung (MIR) als Prädiktor der Sprachleistungen**

In der bisherigen Frühgeborenenforschung werden sowohl das Geburtsgewicht als auch die Gestationsdauer als globale Indikatoren oder Trägervariablen der biologischen Risikobelastung betrachtet. Die Befunde sprechen dafür, dass die Entwicklungsprognose mit abnehmendem Geburtsgewicht bzw. extremen Verkürzungen der Gestationsdauer schlechter wird. Daraus lassen sich die folgenden Vorannahmen ableiten (vgl. Kapitel 5.3), deren Gültigkeitsüberprüfung im ersten Analyseschritt erfolgt:

1. Je niedriger das Geburtsgewicht bzw. je geringer die Gestationsdauer, desto höher die medizinische Risikobelastung.
2. Je geringer das Geburtsgewicht, desto verminderter die Sprachleistungen.
3. Je kürzer die Gestationsdauer, desto verminderter die Sprachleistungen.

Mit der Berücksichtigung des Auftretens und der Schwere medizinischer Einzelrisiken im MIR wird das Ziel verfolgt, ein praktikables und verlässliches Maß der biologischen Risikobelastung zu entwickeln. Entsprechend wird erwartet, dass der MIR ein geeigneterer Prädiktor der Sprachleistungen ist. Zur Überprüfung dieser zentralen forschungsleitenden Erwartung wird die Güte der Vorhersage der sprachlichen Gesamtleistungen durch den MIR mit der Güte der Vorhersage durch die traditionellen Indikatoren biologischer Risikobelastung, Geburtsgewicht und Gestationsdauer verglichen. In Kapitel 5.3.1 wurden entsprechend die folgenden Spezifikationen der forschungsleitenden Erwartung I formuliert:

- I.1 Der MIR erklärt mehr Varianz in den Sprachleistungen als die Trägervariablen Geburtsgewicht und Gestationsdauer.
- I.2 Durch den MIR werden die Trefferraten bei der Klassifikation von Kindern mit unauffälliger bzw. auffälliger Sprachentwicklung erhöht.

### **7.2.1 Zusammenhänge zwischen Indikatoren der biologischen Risikobelastung**

Zur Überprüfung der Vorannahme 1 wurden Pearson-Produkt-Moment-Korrelationen sowie Spearman-Rho-Koeffizienten berechnet. Die Tabellen 8a und 8b zeigen die Zusammenhangsmuster zwischen den Erklärungsvariablen Geburtsgewicht, Gestationsalter und dem Summenwert der aufgetretenen medizinischen Komplikationen (MIR) in der Gesamtstichprobe 1 und 2 der 27 bzw. 23 unreif geborenen Kinder.

**Tabelle 8a:** Korrelationen zwischen den tatsächlich aufgetretenen medizinischen Komplikationen (MIR) und ihren Trägervariablen in Stichprobe 1 der unreif geborenen Kinder (N = 27).

	Geburtsgewicht	Gestationsalter
medizinische	-.38 <sup>1</sup>	-.61**
Risikobelastung (MIR)	-.35 <sup>2</sup>	-.68***

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Koeffizient

**Tabelle 8b:** Korrelationen zwischen den tatsächlich aufgetretenen medizinischen Komplikationen (MIR) und ihren Trägervariablen in Stichprobe 2 der unreif geborenen Kinder (N = 23).

	Geburtsgewicht	Gestationsalter
medizinische	-.31 <sup>1</sup>	-.51
Risikobelastung (MIR)	-.38 <sup>2</sup>	-.62*

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Koeffizient

Wie den Tabellen 8a und 8b zu entnehmen ist, sind die mäßigen negativen Zusammenhänge zwischen Geburtsgewicht und aufgetretenen medizinischen Komplikationen zwar praktisch bedeutsam, werden aber nicht signifikant. Dagegen stützen negative Korrelationen von bis zu -.68 die Annahme, dass mit zunehmender Verkürzung der Gestationsdauer das Risiko für das Auftreten der im MIR berücksichtigten medizinischen Komplikationen steigt.

**Zusammenfassend** scheint damit die Gestationsdauer eine bessere Trägervariable der im MIR berücksichtigten, aufgetretenen medizinischen Komplikationen zu sein als das Geburtsgewicht. Die mäßigen Korrelationen zwischen Geburtsgewicht und im MIR berücksichtigten Komplikationen gehen möglicherweise darauf zurück, dass das Geburtsgewicht eine Trägervariable für Einzelrisiken ist, die bisher noch nicht in den MIR eingegangen sind.

---

## 7.2.2 Prädiktive Zusammenhänge zwischen biologischer Risikobelastung und Sprachleistungen

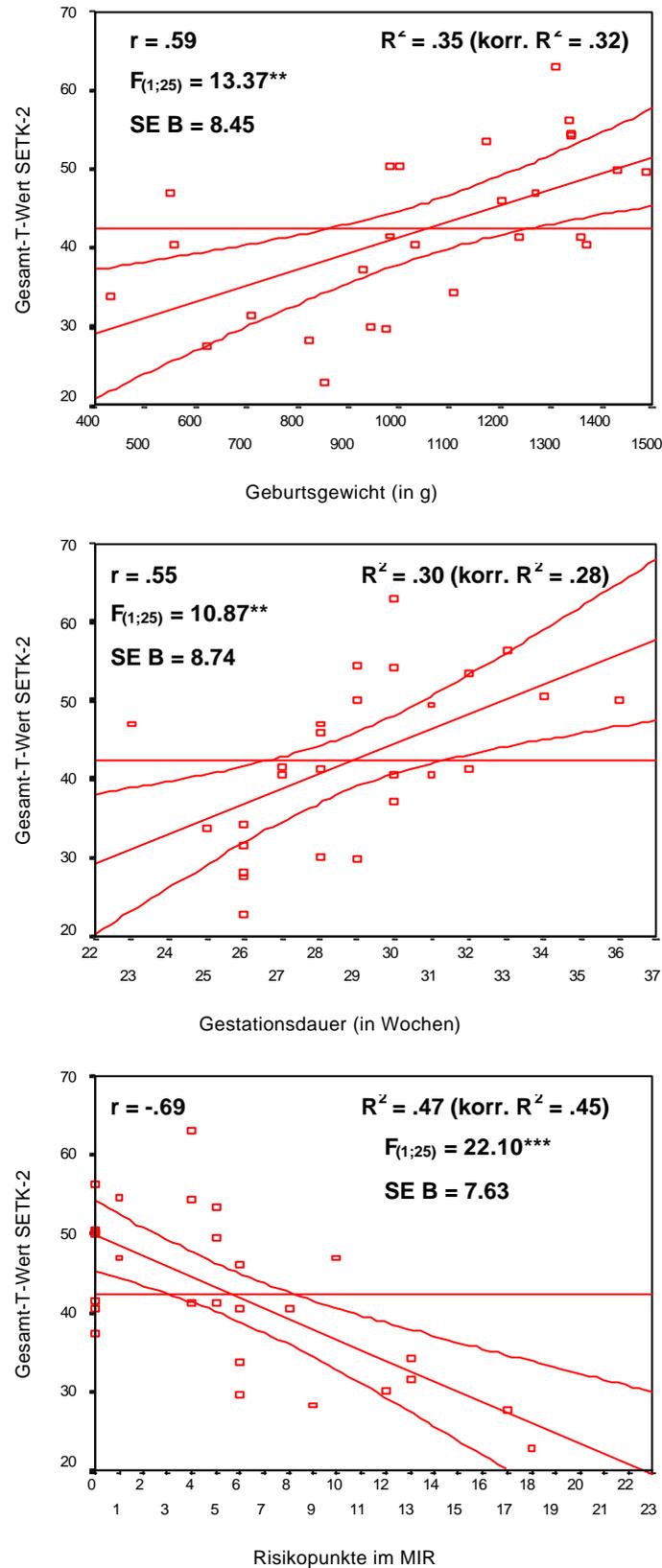
Zur Überprüfung der Vorannahmen 2 und 3 sowie zur Überprüfung der Eignung des MIR als Prädiktor der späteren Sprachleistungen wurden einfache sowie schrittweise Regressionsanalysen mit den Prädiktorvariablen Geburtsgewicht, Gestationsdauer und MIR sowie dem jeweiligen Gesamt-T-Wert im SETK als Prognosevariable gerechnet. Die regressionsanalytischen Ergebnisse werden getrennt nach Testzeitpunkten und Stichproben dargestellt.

### 7.2.2.1 Zusammenhangsmuster in Stichprobe 1

Die Abbildungen 5a-c veranschaulichen zunächst die Streuungen der Gesamt-T-Werte im SETK-2 in Abhängigkeit von den Prädiktorvariablen im Alter von zwei Jahren. Als globale Gütemaße zur Prüfung der Regressionsfunktion werden jeweils das unkorrigierte Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) bzw. das korrigierte Bestimmtheitsmaß, die F-Statistik und der Standardfehler angegeben.

Wie Abbildung 5a zu entnehmen ist, zeigen die Kinder mit höherem Geburtsgewicht tendenziell bessere sprachliche Gesamtleistungen als Kinder, die bei der Geburt extrem wenig gewogen haben. Allerdings sind die Kinder mit den schlechtesten Gesamt-T-Werten im SETK-2 ebenso wenig diejenigen mit dem niedrigsten Geburtsgewicht, wie die Kinder mit den besten Werten diejenigen sind, die das höchste Geburtsgewicht haben. Entsprechend ergibt sich ein positiver Zusammenhang in mittlerer Höhe ( $r = .59$ ) zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und dem Geburtsgewicht. Durch die Berücksichtigung dieser Prädiktorvariable wird ein signifikanter Anteil von 35% der Leistungsvarianz in den Sprachleistungen aufgeklärt.

Ähnliches gilt für den Zusammenhang zwischen Gestationsdauer und Sprachleistungen, den Abbildung 5b veranschaulicht. Die reifer geborenen Kinder erreichen zwar tendenziell höhere Gesamt-T-Werte im SETK-2, der Zusammenhang ist aber insgesamt geringfügig schwächer als der zwischen Geburtsgewicht und Sprachleistungen ( $r = .55$ ). Entsprechend wird durch die Berücksichtigung der Prädiktorvariable Gestationsdauer auch nur ein Anteil von 30 % der Leistungsvarianz erklärt.



**Abb. 5a-c:** Streudiagramme der Gesamt-T-Werte im SETK-2 in Stichprobe 1 in Abhängigkeit von den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Statistische Kennwerte der regressionsanalytischen Berechnungen.

---

Für die Verteilung der sprachlichen Gesamtleistungen in Abhängigkeit von den Risikopunkten im MIR wurde erwartet, dass die Entwicklungsprognose mit zunehmender Risikobelastung schlechter wird. Wie Abbildung 5c zeigt, wird diese Erwartung ebenfalls bestätigt. Mit Ausnahme eines Kindes erreichen alle Kinder mit einem Risikopunktwert von 0 bis 5 einen Gesamt-T-Wert im Normbereich. Alle Kinder mit einem Risikopunktwert über 12 zeigen unterdurchschnittliche Leistungen. Der negative lineare Zusammenhang zwischen sprachlichen Gesamtleistungen und MIR wird allerdings durch das Abschneiden der Kinder im Bereich zwischen 6 und 11 Risikopunkten etwas vermindert. Dennoch ist er mit  $r = -.69$  immer noch höher als zwischen sprachlichen Gesamtleistungen und Geburtsgewicht bzw. Gestationsdauer. Entsprechend wird auch ein vergleichsweise größerer Anteil von 47 % der Leistungsvarianz durch die Berücksichtigung des MIR erklärt.

Um zu ermitteln, ob die Prädiktoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Sprachleistungsvarianz im Alter von zwei Jahren liefern, oder ob ihr Einfluss unter dem des MIR subsummierbar ist, wurden schrittweise Regressionsanalysen mit allen drei Indikatoren gerechnet. Die Kriterien zur Aufnahme (PIN) bzw. Elimination (POUT) einer der unabhängigen Variablen wurden größtmöglich gewählt, um deren Beitrag zur Varianzerklärung zu ermitteln. Die Reihenfolge der Aufnahme in das Regressionsmodell lässt die Wichtigkeit des Risikofaktors, d.h. die höchste positive oder negative Korrelation mit dem Abschneiden im Sprachtest erkennen. Da es sich um mehrere Regressionskoeffizienten handelt, werden als Maße zu deren Prüfung der B-Wert, der standardisierte Beta-Wert ( $\beta$ ) und der Zuwachs an erklärter Varianz durch die hinzugenommene Prädiktorvariable ( $\Delta R^2$ ) berichtet (Backhaus et al., 2000). Die regressionsanalytischen Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

**Tabelle 9a:** Zusammenfassung der multiplen Regressionsanalyse (STEPWISE) mit den Prädiktorvariablen Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Sprachleistungen im SETK-2 (Gesamt-T-Wert) (N = 27).

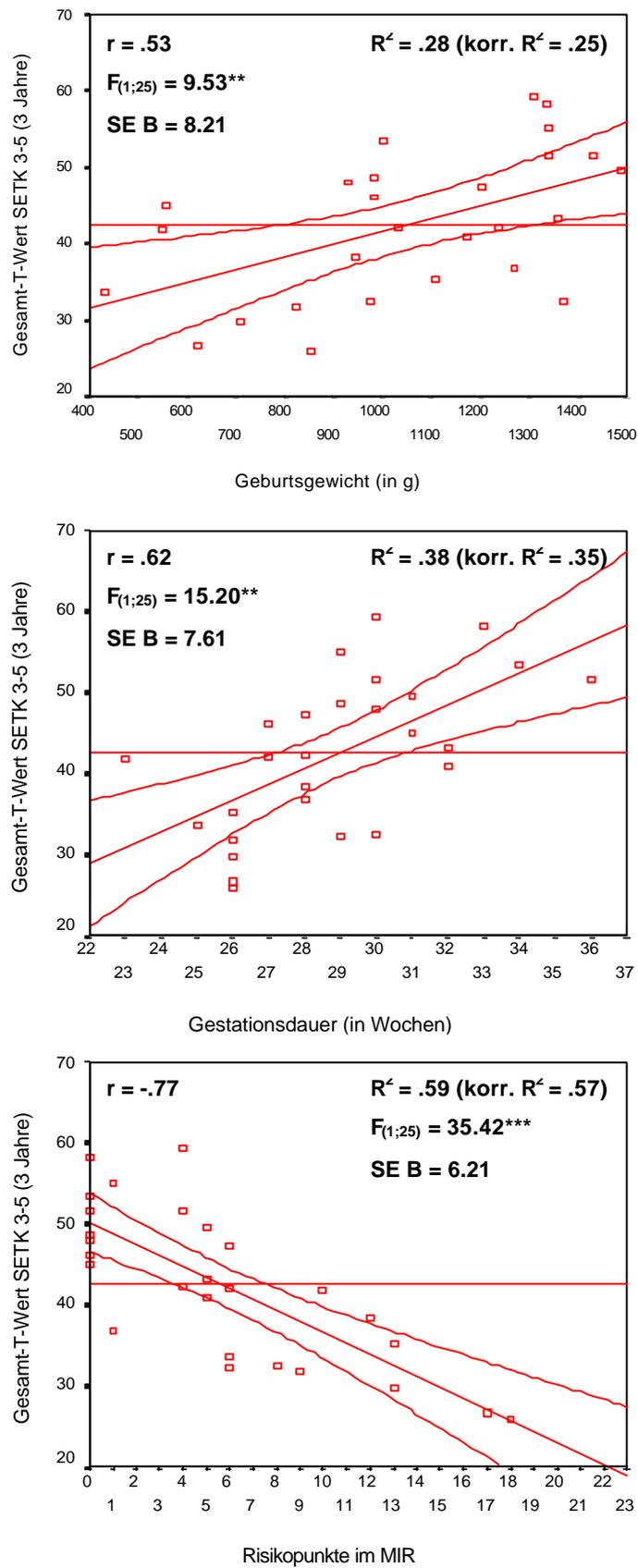
Prädiktorvariable	ANOVA	B	SE B	b	R <sup>2</sup> (korr. R <sup>2</sup> )	DR <sup>2</sup>
<b>1. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;25)</sub> = 22.10***	-1.26	0.27	-.69	<b>.47 (.45)</b>	
<b>2. Schritt</b>						
MIR		-0.99	0.26	-.54		
Geburtsgewicht	F <sub>(1;24)</sub> = 17.80***	0.01	0.01	.39	<b>.60 (.56)</b>	<b>.13*</b>
<b>3. Schritt</b>						
MIR		-1.02	0.31	-.56		
Geburtsgewicht		0.01	0.01	.40		
Gestationsalter	F <sub>(1;23)</sub> = 11.41***	-0.13	0.68	-.04	<b>.60 (.55)</b>	<b>.001</b>

**Anmerkungen:** \*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Wie bereits aus dem Vergleich der Ergebnisse der einfachen Regressionsanalysen ersichtlich wird, ist der MIR der erste Faktor in der Regressionsgleichung. Er erklärt alleine einen Anteil von 47 % der Leistungsvarianz ( $p < .001$ ). Der zweite Faktor in der Regressionsgleichung ist das Geburtsgewicht mit einer Korrelation von .59 mit dem Gesamt-T-Wert im SETK-2. Durch die Aufnahme des Geburtsgewichts in das Regressionsmodell wird ein signifikanter Anteil von 13 % zusätzlicher Varianz erklärt ( $p < .05$ ). Im dritten Schritt wird schließlich der Faktor Gestationsdauer aufgenommen, der um .55 mit den sprachlichen Gesamtleistungen korreliert. Allerdings ist keine Verbesserung der Varianzaufklärung mehr durch die Aufnahme dieses Faktors zu verzeichnen.

Insgesamt wird damit durch die Risikofaktoren MIR und Geburtsgewicht ein Anteil von 60 % der Leistungsvarianz im Gesamt-T-Wert des SETK-2 erklärt. Die F-Statistik weist jeweils eine sehr gute Anpassung der Regressionsfunktion an die beobachteten Sprachleistungen aus. Die durch die Regressionsbeziehung postulierten Zusammenhänge werden auf dem 0,1%-Niveau signifikant.

Die Abbildungen 6a-c veranschaulichen analog die Streuungen der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 im Alter von drei Jahren in Abhängigkeit von den Prädiktorvariablen. Als globale Gütemaße zur Prüfung der Regressionsfunktion werden wiederum jeweils das unkorrigierte Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) bzw. das korrigierte Bestimmtheitsmaß, die F-Statistik und der Standardfehler angegeben.



**Abb. 6a-c:** Streudiagramme der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 in Stichprobe 1 in Abhängigkeit von den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Statistische Kennwerte der regressionsanalytischen Berechnungen.

Auch im Alter von drei Jahren ergeben sich signifikante Zusammenhänge in der erwarteten Richtung zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Durch die Berücksichtigung des Geburtsgewichts wird 28% der Leistungsvarianz erklärt.

Wie Abbildung 6a zeigt, schneiden die extrem leichten Kinder im Mittel schlechter ab als die bei der Geburt schwereren Kinder. Allerdings treten unterdurchschnittliche Sprachleistungen auch bei sehr und mäßig leichten Kindern auf. Dasselbe gilt für Sprachleistungen im Normbereich: Die mäßig leichten Kinder schneiden zwar im Mittel besser ab als die bei der Geburt leichteren Kinder, dennoch erreichen auch bei der Geburt sehr und extrem leichte Kinder im Alter von drei Jahren durchschnittliche Gesamt-T-Werte.

Etwas enger ist der Zusammenhang zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und Gestationsdauer zum zweiten Testzeitpunkt ( $r = .62$ ). Entsprechend wird mit einem erklärten Anteil von 38 % der Leistungsvarianz durch die Berücksichtigung dieses Prädiktors 10 % mehr Varianz erklärt als durch den Prädiktor Geburtsgewicht. Wie Abbildung 6b zeigt, erreicht keines der mäßig unreif geborenen Kinder einen unterdurchschnittlichen Gesamt-T-Wert. Nur zwei der Kinder, die vor Vollendung der 28. Schwangerschaftswoche geboren wurden, erreichen einen Gesamt-T-Wert am unteren Rand des Normbereichs. Am ungenauesten ist die Vorhersage der Leistungen im mittleren Bereich: Die sehr unreif geborenen Kinder zeigen sowohl unterdurchschnittliche, durchschnittliche als auch leicht überdurchschnittliche Leistungen.

Auch im Alter von drei Jahren ist der negative Zusammenhang zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und dem MIR am höchsten ( $r = -.77$ ). Entsprechend wird durch die Berücksichtigung des MIR ein Anteil von 59 % der Leistungsvarianz erklärt. Wie Abbildung 6c zeigt, liegen mit einer Ausnahme die Gesamt-T-Werte aller Kinder mit geringen Werten (0-5 Risikopunkte im MIR) im Normbereich. Ebenfalls mit einer Ausnahme zeigen alle Kinder mit einem Risikopunktwert  $> 6$  unterdurchschnittliche Sprachleistungen.

Um zu ermitteln, ob die Prädiktoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Sprachleistungsvarianz im Alter von drei Jahren liefern, oder ob ihr Einfluss unter dem des MIR subsummierbar ist, wurden wiederum schrittweise Regressionsanalysen mit allen drei Indikatoren gerechnet. Die regressionsanalytischen Ergebnisse fasst Tabelle 10 zusammen.

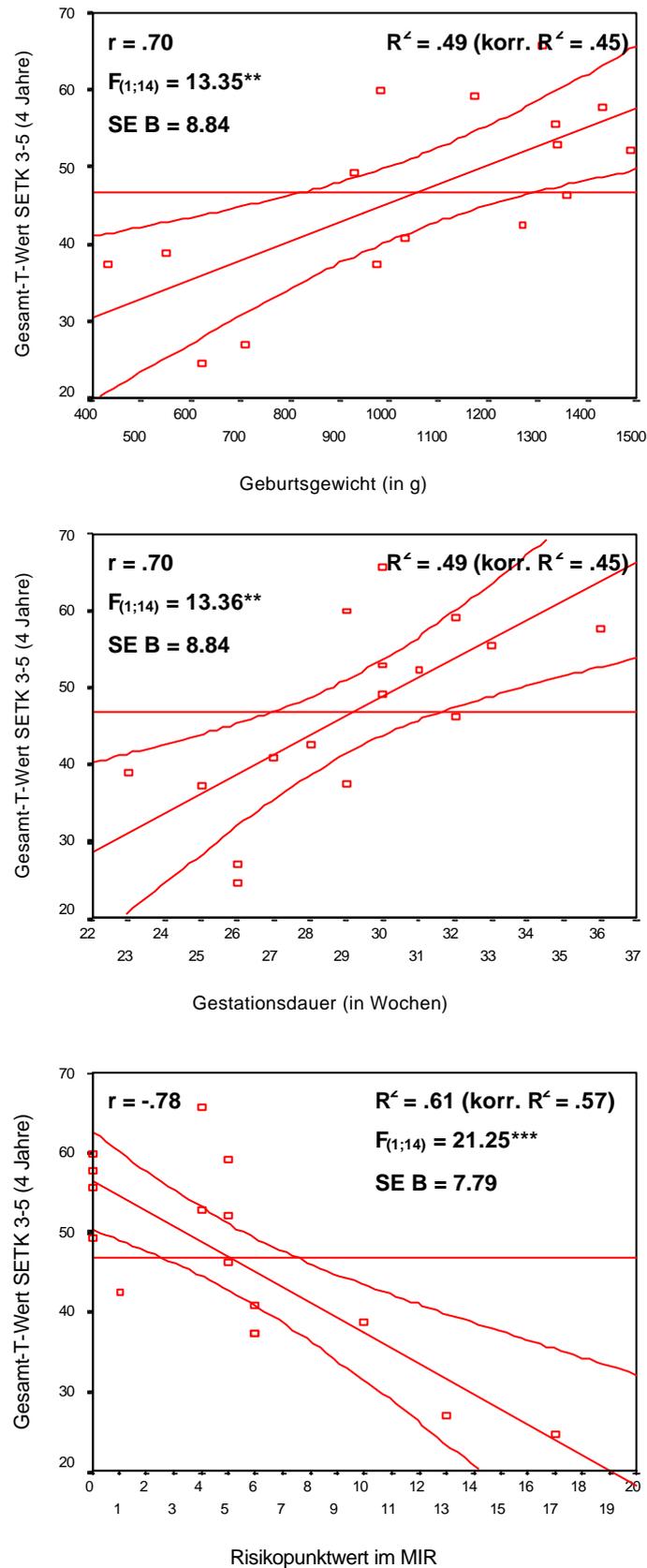
**Tabelle 10:** Zusammenfassung der multiplen Regressionsanalyse (STEPWISE) mit den Prädiktorvariablen Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Sprachleistungen im SETK 3-5 (Gesamt-T-Wert, 3 Jahre) (N = 27).

Prädiktorvariable	ANOVA	B	SE B	b	R <sup>2</sup> (korr. R <sup>2</sup> )	DR <sup>2</sup>
<b>1. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;25)</sub> = 35.42***	-1.30	0.22	-.77	<b>.59 (.57)</b>	
<b>2. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;24)</sub> = 22.40***	-1.12	0.22	-.66	<b>.65 (.62)</b>	<b>.07*</b>
Geburtsgewicht		0.09	0.004	.28		
<b>3. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;23)</sub> = 14.55***	-1.05	0.26	-.62	<b>.66 (.61)</b>	<b>.004</b>
Geburtsgewicht		0.07	0.01	.24		
Gestationsalter		0.29	0.58	.09		

**Anmerkungen:** \*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Der MIR ist wiederum der erste Faktor in der Regressionsgleichung. Wie bereits aus dem Vergleich der Ergebnisse der einfachen Regressionsanalysen ersichtlich wird, erklärt er alleine einen Anteil von 59 % der Leistungsvarianz im Gesamt-T-Wert des SETK 3-5 ( $p < .001$ ). Der Faktor Geburtsgewicht korreliert mit dem Gesamt-T-Wert um .53. Damit ist er wiederum der zweite Faktor im Regressionsmodell. Durch seine Aufnahme wird ein signifikanter Anteil von 7 % zusätzlicher Leistungsvarianz erklärt ( $p < .05$ ). Die Aufnahme des Faktors Gestationsalter im dritten Schritt erbringt keine weitere signifikante Verbesserung der Varianzerklärung. Zusammen erklären die Faktoren MIR und Geburtsgewicht 65 % der Varianz in den sprachlichen Gesamtleistungen im SETK 3-5. Die F-Statistik weist wiederum jeweils eine sehr gute Anpassung der Regressionsfunktion an die beobachteten Sprachleistungen auf. Die durch die Regressionsbeziehung postulierten Zusammenhänge werden auf dem 0,1%-Niveau signifikant.

Die Abbildungen 7a-c veranschaulichen die Streuungen der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 zum dritten und letzten Testzeitpunkt der Stichprobe 1.



**Abb. 7a-c:** Streudiagramme der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 in Stichprobe 1 in Abhängigkeit von den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Statistische Kennwerte der regressionsanalytischen Berechnungen.

Wie die Streudiagramme zeigen, ergeben sich enge Zusammenhänge in der erwarteten Richtung zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und allen biologischen Risikoindikatoren ( $r = .70$  für Geburtsgewicht bzw. Gestationsdauer;  $r = -.78$  für MIR). Je schwerer und reifer die Kinder bei der Geburt waren, desto höhere Gesamt-T-Werte erreichen sie im Alter von vier Jahren. Entsprechend wird durch die Berücksichtigung des Geburtsgewichts bzw. der Gestationsdauer jeweils ein Anteil von 49 % der Leistungsvarianz erklärt.

Je weniger medizinische Komplikationen die unreif geborenen Kinder in der Neugeborenenperiode hatten, desto besser sind ihre sprachlichen Gesamtleistungen im Alter von vier Jahren. Mit einem Anteil von 61 % erklärter Varianz ist der MIR auch im Alter von vier Jahren der beste Prädiktor der Sprachleistungen.

Um zu ermitteln, ob die Prädiktoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Sprachleistungsvarianz im Alter von vier Jahren liefern, oder ob ihr Einfluss unter dem des MIR subsummierbar ist, wurden wiederum schrittweise Regressionsanalysen mit allen drei Indikatoren gerechnet. Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse fasst Tabelle 11 zusammen.

**Tabelle 11:** Zusammenfassung der multiplen Regressionsanalyse (STEPWISE) mit den Prädiktorvariablen Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Sprachleistungen im SETK 3-5 (Gesamt-T-Wert, 4 Jahre) (N = 16).

Prädiktorvariable	ANOVA	B	SE B	b	R <sup>2</sup> (korr. R <sup>2</sup> )	DR <sup>2</sup>
<b>1. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;14)</sub> = 21.98***	-1.86	0.40	-.78	<b>.61 (.58)</b>	
<b>2. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;13)</sub> = 12.89**	-1.43	0.48	-.60	<b>.67 (.61)</b>	<b>.054</b>
Geburtsgewicht		0.01	0.01	.29		
<b>3. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;12)</sub> = 8.14**	-1.36	0.52	-.57	<b>.67 (.59)</b>	<b>.006</b>
Geburtsgewicht		0.07	0.01	.19		
Gestationsalter		0.51	1.11	.15		

**Anmerkungen:** \*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Die Faktoren Geburtsgewicht und Gestationsalter korrelieren zwar jeweils um .70 mit dem Gesamt-T-Wert, ihre Aufnahme im zweiten und dritten Schritt der Regressionsanalyse erklärt aber keinen weiteren signifikanten Anteil der Leistungsvarianz. Die Berücksichtigung des Geburtsgewichts trägt dennoch zu einer Verbesserung der Varianzerklärung um 5 % bei.

Zusammen erklären damit die Faktoren MIR und Geburtsgewicht einen Anteil von rund 67 % der Leistungsvarianz im SETK 3-5 Gesamt-T-Wert. Die F-Statistik weist allerdings die beste Anpassung der Regressionsfunktion an die beobachteten Sprachleistungen aus, wenn nur der MIR berücksichtigt wird. Der durch die Regressionsbeziehung postulierte Zusammenhang wird auf dem 0,1%-Niveau signifikant.

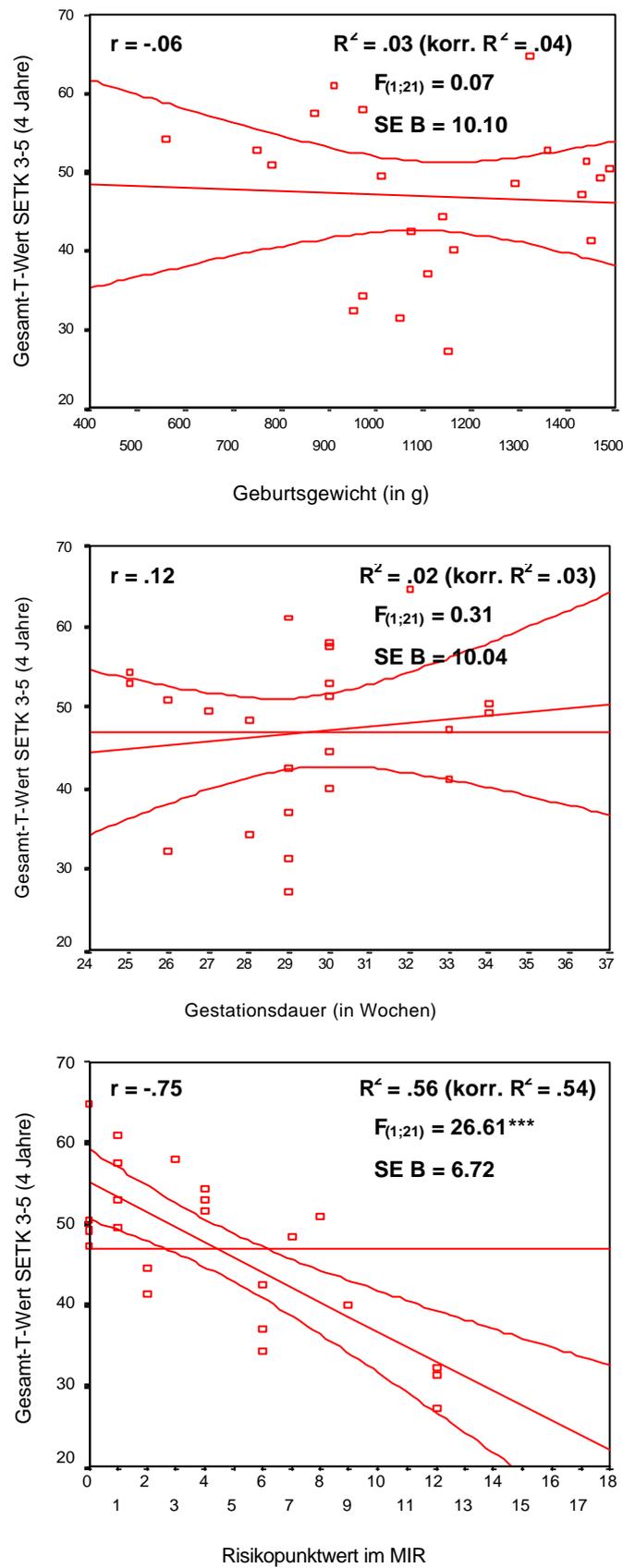
### **7.2.2.2 Zusammenhangsmuster in Stichprobe 2**

Neben den 16 Kindern der Stichprobe 1 wurden zum dritten Testzeitpunkt im Alter von vier Jahren 23 Kinder der Stichprobe 2 untersucht. Die Abbildungen 8a-c zeigen die Streuungen der Gesamt-T-Werte in Stichprobe 2 in Abhängigkeit von den Risikoindikatoren Geburtsgewicht, Gestationsdauer und MIR.

Wie die Streudiagramme 8a und 8b zeigen, ist weder der erwartete Zusammenhang zwischen Geburtsgewicht und sprachlicher Gesamtleistung, noch zwischen Gestationsdauer und sprachlicher Gesamtleistung im SETK 3-5 in der Stichprobe 2 erkennbar. Vielmehr erbringen die Kinder, die extrem leicht geboren wurden ähnlich gute Leistungen, wie die Kinder, die nur mäßig leicht geboren wurden. Sowohl die besten als auch die schlechtesten Gesamt-T-Werte erreichen die sehr leicht geborenen Kinder (vgl. Abb. 8a).

Der Abbildung 8b ist zu entnehmen, dass die extrem unreif geborenen Kinder, mit einer Ausnahme in die erwartete Richtung, durchschnittlich abschneiden. Dasselbe gilt für die mäßig unreif geborenen Kinder, während die sehr unreif geborenen Kinder die besten und die schlechtesten Leistungen zeigen. Damit wird weder durch die Berücksichtigung des Geburtsgewichts noch durch die Berücksichtigung der Gestationsdauer ein nennenswerter Anteil der Leistungsvarianz erklärt.

Wie in Stichprobe 1 zum selben Testzeitpunkt ergibt sich allerdings ein hoher negativer Zusammenhang zwischen dem Risikopunktwert im MIR und den sprachlichen Gesamtleistungen ( $r = -.75$ ). Alle Kinder mit einem niedrigen Wert im MIR erreichen Gesamt-T-Werte im Normalbereich, während alle Kinder mit einem hohen Risikopunktwert ( $\geq 12$ ) unterdurchschnittliche Leistungen zeigen. Zwei Kinder mit einem Wert zwischen 6 und 11 Punkten schneiden ebenfalls unterdurchschnittlich ab, zwei liegen am unteren Rand des Normbereichs und zwei erreichen durchschnittliche mittlere Gesamt-T-Werte. Damit wird durch die Berücksichtigung des MIR ein Anteil von 56 % der Leistungsvarianz erklärt.



**Abb. 8a-c:** Streudiagramme der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 in Stichprobe 2 in Abhängigkeit von den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Statistische Kennwerte der regressionsanalytischen Berechnungen.

Um zu ermitteln, ob die Prädiktoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer einen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Sprachleistungsvarianz in Stichprobe 2 zum dritten Testzeitpunkt liefern, oder ob ihr Einfluss unter dem des MIR subsummierbar ist, wurden wiederum schrittweise Regressionsanalysen mit allen drei Indikatoren gerechnet. Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse fasst Tabelle 12 zusammen.

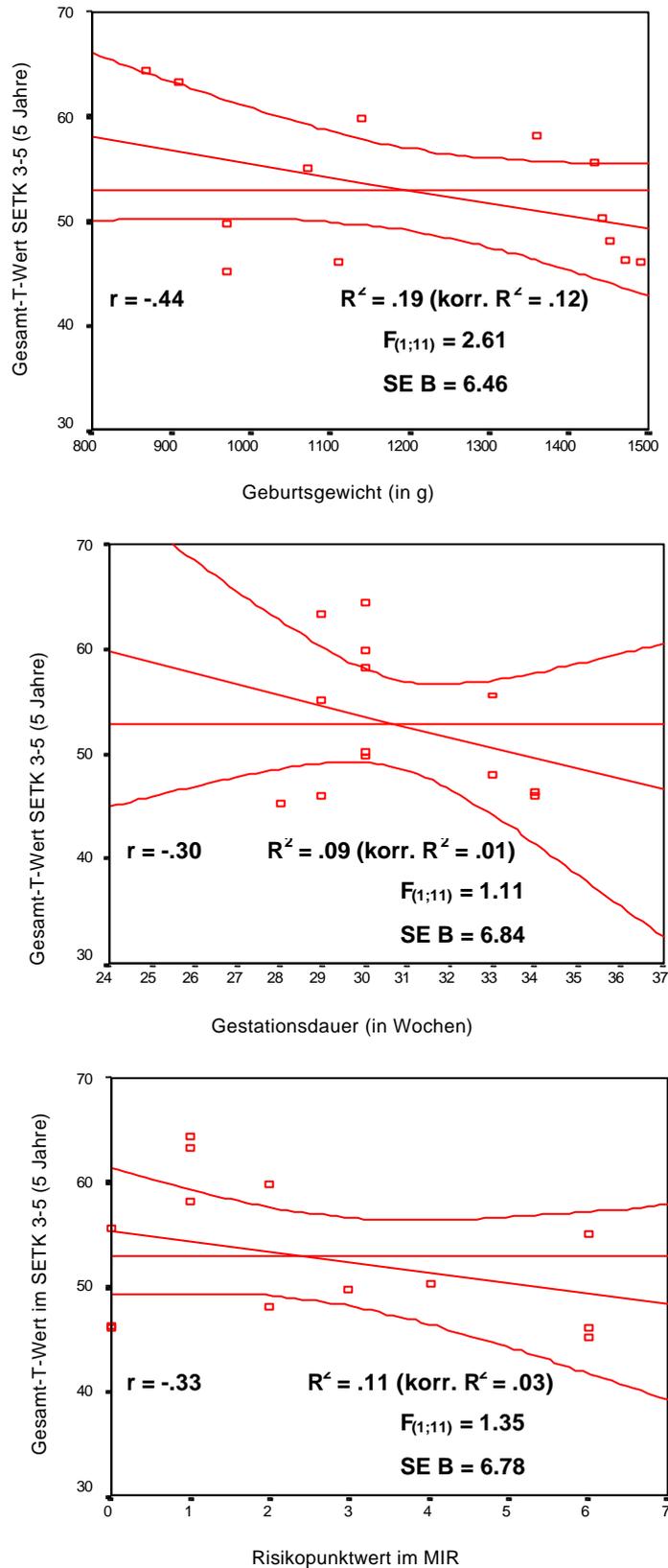
**Tabelle 12:** Zusammenfassung der multiplen Regressionsanalyse (STEPWISE) mit den Prädiktorvariablen Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Sprachleistungen im SETK 3-5 (Gesamt-T-Wert, 4 Jahre) (N = 23).

Prädiktorvariable	ANOVA	B	SE B	b	R <sup>2</sup> (korr. R <sup>2</sup> )	DR <sup>2</sup>
<b>1. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;21)</sub> = 26.61***	-1.83	0.35	-.75	<b>.56 (.54)</b>	
<b>2. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;20)</sub> = 18.94***	-2.08	0.34	-.85	<b>.65 (.63)</b>	<b>.096*</b>
Geburtsgewicht		0.12	0.01	-.33		
<b>3. Schritt</b>						
MIR	F <sub>(1;19)</sub> = 12.24***	-2.20	0.39	-.90	<b>.66 (.61)</b>	<b>.007</b>
Geburtsgewicht		0.07	0.01	-.19		
Gestationsalter		-0.66	1.07	-.18		

Anmerkungen: \*p < .05; \*\*p < .01; \*\*\*p < .001

Der Faktor Geburtsgewicht korreliert mit -.06 nur schwach negativ mit den sprachlichen Gesamtleistungen. Dennoch wird er als zweiter Faktor in das Regressionsmodell aufgenommen und erklärt zusätzlich einen signifikanten Anteil von knapp 10 % der Leistungsvarianz, allerdings nicht in der erwarteten Richtung: Dafür spricht das negative Vorzeichen der Korrelation bzw. des standardisierten  $\beta$ -Wertes. In Stichprobe 2 gilt im Alter von vier Jahren entgegen der Vorannahme 1: Je niedriger das Geburtsgewicht, desto besser die sprachlichen Gesamtleistungen (vgl. Abb. 8a). Die Aufnahme des Faktors Gestationsalter in das Modell führt wiederum zu keiner weiteren Verbesserung der Varianzaufklärung.

Die Abbildungen 9a-c veranschaulichen die Streuungen der Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 zum vierten und letzten Testzeitpunkt der Stichprobe 2.



**Abb. 9a-c:** Streudiagramme der Gesamtt-Werte im SETK 3-5 in Stichprobe 2 in Abhängigkeit von den Indikatoren der biologischen Risikobelastung. Statistische Kennwerte der regressionsanalytischen Berechnungen.

Wie die Streudiagramme zeigen, ergeben sich zwar Zusammenhänge zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und dem Geburtsgewicht bzw. der Gestationsdauer, allerdings nicht in der erwarteten Richtung ( $r = -.44$  bzw.  $r = -.30$ ). Mit anderen Worten: In Stichprobe 2 schneiden die bei der Geburt leichteren und unreiferen Kinder besser im Sprachtest ab als die schwereren, reiferen Kinder. Dabei zeigt keines der Kinder eine unterdurchschnittliche Leistung. Der Zusammenhang zwischen den sprachlichen Gesamtleistungen und MIR ist im Alter von fünf Jahren ebenfalls nur mäßig, aber in der erwarteten Richtung ( $r = -.33$ ). Wie Abbildung 9c zeigt, sind zum letzten Testzeitpunkt nur Kinder mit geringem bzw. eben gerade mittlerem Risikopunktwert im MIR in der Stichprobe 2 verblieben.

**Zusammenfassend** werden die Vorannahmen sowie die forschungleitende Erwartung durch die Befunde der einfachen Regressionsanalysen für Stichprobe 1, aber auch für Stichprobe 2 im Alter von vier Jahren bestätigt. Die Kinder, die extrem leicht bzw. extrem unreif zur Welt kamen, schneiden tendenziell zu allen Testzeitpunkten schlechter im Sprachtest ab als die Kinder, die mäßig leicht bzw. mäßig unreif zur Welt kamen. Allerdings erreichen einige der Kinder, die nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer als entwicklungsgefährdet einzuschätzen wären, Gesamt-T-Werte im Normbereich. Andererseits haben auch einige der Kinder mit günstigerer Entwicklungsprognose unterdurchschnittliche Gesamt-T-Werte.

Die mit der Unreife einhergehenden medizinischen Komplikationen erklären zu allen Testzeitpunkten den größten Anteil der Leistungsvarianz in den Gesamtsprachleistungen. Das scheint insbesondere darauf zurückführbar zu sein, dass bei geringen und hohen Risikopunktwerten die Gefahr von falschen Entwicklungsprognosen geringer ist als aufgrund des Geburtsgewichts bzw. des Gestationsalters. Weniger verlässlich sind allerdings die Vorhersagen aller drei Indikatoren für die jeweils mittleren Gruppen, d.h. die sehr leichten, die sehr unreif geborenen Kinder und die Kinder mit einem mittleren Risikopunktwert. Hier ist jeweils eine große Leistungsstreuung von unterdurchschnittlichen bis leicht überdurchschnittlichen Gesamt-T-Werten erkennbar.

Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalysen zeigen, dass die Berücksichtigung des Geburtsgewichts zusätzlich zum MIR zu einer signifikanten Erhöhung der erklärten Leistungsvarianz von bis zu 13 % führt. Ob ein sehr oder extrem niedriges Geburtsgewicht allerdings selbst ein Risikofaktor ist oder aber ein Indikator für medizinische Komplikationen, die bisher im MIR nicht berücksichtigt wurden, bleibt zu klären. Die Effekte einer verkürzten Gestationsdauer lassen sich unter denen der im MIR berücksichtigten medizinischen Komplikationen subsumieren. Dieser Befund entspricht den bisherigen Erfahrungen mit ähnlich gebildeten,

gewichteten Summenwerten aus dem angloamerikanischen Sprachraum (Korner et al., 1993; Taylor et al., 1998; Thompson et al., 1997).

Im Alter von fünf Jahren hängen die sprachlichen Leistungen der Kinder aus Stichprobe 2 nur mäßig mit ihrer biologischen Risikobelastung zusammen. Die Leistungen aller Kinder liegen im Normbereich. Dennoch überrascht, dass die extrem leicht und unreif geborenen Kinder sogar höhere Gesamt-T-Werte im SETK 3-5 erreichen als die bei der Geburt schwereren und reiferen Kinder. Die Risikopunktwerte im MIR weisen allerdings keines der Kinder als hoch risikobelastet aus. Vielmehr tragen die meisten Kinder eine geringe, allenfalls eine mittlere Risikobelastung aufgrund der in der Neugeborenenperiode aufgetretenen medizinischen Komplikationen. Damit bestätigen die Befunde die erste Schwelle in der von Riegel et al. (1995) formulierten Annahme von zwei Schwellenbereichen der Plastizität des zentralen Nervensystems: Bei Kindern, die nur leichten bis mäßigen prä-, peri- und neonatalen Belastungen ausgesetzt waren, sind langfristig andere Einflussfaktoren als die biologischen Risiken bedeutsam. Insbesondere durch die Berücksichtigung von sozialen Risiko- und Schutzfaktoren, die in der vorliegenden Arbeit nicht detailliert erfasst wurden, ließen sich in bisherigen Untersuchungen die späteren Leistungen dieser Kinder vorhersagen (vgl. u.a. Laucht et al., 1996; 1998; Sarimski, 2000).

### **7.2.3 Klassifikation sprachlich auffälliger und unauffälliger Kinder**

Nachdem es bisher um einen Vergleich der Anteile erklärter Varianz in den Sprachleistungen ging, werden nun die Ergebnisse zur Güte der Klassifikation auf Einzelfallebene untersucht. Gemäß der zweiten Spezifikation der forschungsleitenden Erwartung I wird erwartet, dass durch die zusätzliche Berücksichtigung des MIR die Trefferraten bei der Klassifikation von Kindern mit unauffälliger Sprachentwicklung und Kindern mit Sprachentwicklungsstörungen erhöht werden. Zur Überprüfung dieser Erwartung wurden schrittweise Diskriminanzanalysen gerechnet. Dadurch wird bestimmt, wie gut aufgrund der Risikofaktoren Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR die Gesamtsprachleistungen im Einzelfall vorhersagbar sind. Es werden nur die Risikofaktoren aufgenommen, die signifikant zur Verbesserung der Diskriminanz beitragen. Als Gütemaße werden für jede Vier-Felder-Tafel die Diskriminanz (Eigenwert  $\gamma$ ), Wilks' Lambda ( $\Lambda$ ), Chi-Quadrat ( $\chi^2$ ) und das Signifikanzniveau ( $\alpha$ ) angegeben (Backhaus et al., 2000). Außerdem wird jeweils die erzielte Trefferquote, Sensitivität und Spezifität sowie der prädiktive Wert der positiven bzw. der negativen Zuordnung aufgeführt. Die Tabellen 13a-c zeigen jeweils die Ergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse sowie die Klassifizierungsergebnisse in Form von Vier-Felder-Tafeln. Diese fassen kurz zu-

sammen, welche unreif geborenen Kinder der Stichprobe 1 aufgrund der Risikofaktoren korrekt bzw. fälschlicherweise als positiv oder negativ klassifiziert wurden. Als kritischer Wert für die Einteilung in Gruppen mit und ohne Sprachstörungen wird ein Gesamt-T-Wert von 40 im SETK-2 bzw. im SETK 3-5 definiert. Dabei wird ein unterdurchschnittlicher Gesamt-T-Wert im Sprachtest ( $< 40$ ), analog zu der Vorgehensweise in der Medizin, als positiv im Sinne des Vorliegens des untersuchten Merkmals bezeichnet; ein unauffälliger Gesamt-T-Wert im Sprachtest ( $\geq 40$ ) dagegen als negativ im Sinne des Fehlens des untersuchten Merkmals.

**Tabelle 13a:** Klassifikationsergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse mit den Faktoren Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Gesamtsprachleistungen im SETK-2 (N = 27).

Risikofaktoren	Diskriminanz (g) der Funktion	F-Wert	Wilks' Lambda (L)	Chi-Quadrat ( $c^2$ )
<b>1. Schritt</b> MIR		$F_{(1;25)} = 16.86^{***}$	.597	
<b>2. Schritt</b> MIR Geburtsgewicht	1.08	$F_{(2;24)} = 12.90^{***}$	.482	17.51 <sup>***</sup>

**Anmerkung:** \* $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit	tatsächliche Gruppenzugehörigkeit		
	Gesamt-T-Wert $< 40$	Gesamt-T-Wert $> 40$	
Gesamt-T-Wert $< 40$	7	1	8
Gesamt-T-Wert $> 40$	2	17	19
	9	18	

**Anmerkung:** 88,9 % der Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Sensitivität:	78 %
Spezifität:	94 %
Prädiktiver Wert der positiven Zuordnung:	88 %
Prädiktiver Wert der negativen Zuordnung:	89 %

Im Alter von zwei Jahren ergibt sich für die Diskriminanz des ersten Risikofaktors in der Funktion, MIR, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1%. Dasselbe gilt für den im zweiten Schritt aufgenommenen Risikofaktor Geburtsgewicht. Der kritische Schwellenwert liegt beim MIR bei einem Risikopunktwert von 6 und beim Geburtsgewicht bei 1.000 g. Durch die Kombination der beiden Risikofaktoren wird die Trennkraft der Diskriminanzfunktion erhöht, was das Absinken von Wilks' Lambda im zweiten Schritt zeigt. Demnach hatten die Kinder

mit auffälligen Gesamtsprachleistungen deutlich mehr medizinische Komplikationen in der Neugeborenenperiode und ein niedrigeres Geburtsgewicht als die Kinder mit unauffälligen Sprachleistungen ( $p < .001$ ). Die Vier-Felder-Tafel zeigt entsprechend, dass aufgrund der Berücksichtigung dieser beiden Risikofaktoren die Gruppenzugehörigkeit von 24 der 27 unreif geborenen Kinder korrekt vorhergesagt wird. Das entspricht einer Treffergenauigkeit von insgesamt 89 %. Dabei ist der prädiktive Wert der korrekt positiv und negativ klassifizierten Fälle vergleichbar hoch. Sieben von neun positiven Fällen und 17 von 18 negativen Fällen können aufgrund des MIR und des Geburtsgewichts identifiziert werden. Das entspricht einer Sensitivität von 78 % und einer Spezifität von 94 %.

**Tabelle 13b:** Klassifikationsergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse mit den Faktoren Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Gesamtsprachleistungen im SETK 3-5 (N = 27).

Risikofaktoren	Diskriminanz (g) der Funktion	F-Wert	Wilks' Lambda (L)	Chi-Quadrat ( $c^2$ )
<b>1. Schritt</b> MIR	0.79	$F_{(1;25)} = 19.83^{***}$	.558	14.31 <sup>***</sup>

Anmerkung: \* $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit	tatsächliche Gruppenzugehörigkeit		
	Gesamt-T-Wert < 40	Gesamt-T-Wert > 40	
Gesamt-T-Wert < 40	7	1	8
Gesamt-T-Wert > 40	3	16	19
	10	17	

Anmerkung: 85,2 %Prozent der Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Sensitivität: 70 %

Spezifität: 94 %

Prädiktiver Wert der positiven Zuordnung: 88 %

Prädiktiver Wert der negativen Zuordnung: 84 %

Im Alter von drei Jahren wird der MIR als einziger Risikofaktor in die Diskriminanzfunktion aufgenommen. Ein Risikopunktwert von 6 erweist sich wiederum als kritisch für die Trennung zwischen den Gruppen der sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kinder. Während sich für die Diskriminanz des MIR eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1% ergibt, tragen die distalen Risikofaktoren Geburtsgewicht und Gestationsalter zu diesem Testzeitpunkt zu keiner Verbesserung der Treffergenauigkeit mehr bei. Die sprachlich auffälligen und unauffälligen

unreif geborenen Kinder unterscheiden sich demnach signifikant hinsichtlich des Auftretens und der Schwere der medizinischen Komplikationen in der Neugeborenenperiode. Aufgrund des MIR wird die Gruppenzugehörigkeit von 23 der 27 unreif geborenen Kinder korrekt vorhergesagt. Das entspricht einer Treffergenauigkeit von insgesamt 85 %. Der prädiktive Wert einer positiven Zuordnung ist mit 88 % geringfügig höher als der einer negativen Zuordnung mit 84 %. Sieben von zehn positiven Fällen und 16 von 19 negativen Fällen werden korrekt identifiziert. Das entspricht einer Sensitivität von 70 % und einer Spezifität von 94 %.

**Tabelle 13c:** Klassifikationsergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse mit den Faktoren Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Gesamtsprachleistungen im SETK 3-5 (N = 16).

Risikofaktoren	Diskriminanz (g) der Funktion	F-Wert	Wilks' Lambda (L)	Chi-Quadrat (c <sup>2</sup> )
<b>1. Schritt</b>				
MIR	1.70	$F_{(1;14)} = 23.85^{***}$	.370	13.43 <sup>***</sup>

**Anmerkung:** \*p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit	tatsächliche Gruppenzugehörigkeit		
	Gesamt-T-Wert < 40	Gesamt-T-Wert > 40	
Gesamt-T-Wert < 40	2	1	32
Gesamt-T-Wert > 40	0	13	13
	2	14	

**Anmerkung:** 93,8 % der Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Sensitivität:	100 %
Spezifität:	93 %
Prädiktiver Wert der positiven Zuordnung:	67 %
Prädiktiver Wert der negativen Zuordnung:	100 %

Im Alter von vier Jahren ergibt sich für die Diskriminanz des ersten und einzigen Risikofaktors in der Funktion, MIR, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1%. Die distalen Risikofaktoren Geburtsgewicht und Gestationsalter erhöhen die Treffergenauigkeit nicht. Das Erreichen eines kritischen Wertes von 6 Risikopunkten im MIR trennt demnach auch zu diesem letzten Untersuchungszeitpunkt zwischen sprachlich auffälligen und unauffälligen Kindern. Die Berücksichtigung des proximalen Risikofaktors führt zur korrekten Vorhersage der Gruppenzugehörigkeit von 15 der, zu diesem Untersuchungszeitpunkt noch in der Stichprobe verbliebenen, 16 unreif geborenen Kinder. Das entspricht einer Treffergenauigkeit von insgesamt

knapp 94 %. Während alle negativen Fälle richtig vorhergesagt werden, trifft dies nur für 67 % der positiven Fälle, also zwei von drei Kindern, zu. Daraus ergibt sich eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 93 %.

Die Tabelle 14 zeigt analog die Ergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse sowie die Klassifizierungsergebnisse in Form einer Vier-Felder-Tafel für die aufgrund der Risikofaktoren korrekt positiv und negativ klassifizierten unreif geborenen Kinder der Stichprobe 2.

**Tabelle 14:** Klassifikationsergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalyse mit den Faktoren Geburtsgewicht, Gestationsalter und MIR zur Vorhersage der Gesamtsprachleistungen im SETK 3-5 (N = 23).

Risikofaktoren	Diskriminanz (g) der Funktion	F-Wert	Wilks' Lambda (L)	Chi-Quadrat ( $c^2$ )
<b>1. Schritt</b>				
MIR	0.93	$F_{(1;21)} = 19.56^{***}$	.518	13.49 <sup>***</sup>

**Anmerkung:** \* $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

vorhergesagte Gruppenzugehörigkeit	tatsächliche Gruppenzugehörigkeit		
	Gesamt-T-Wert < 40	Gesamt-T-Wert > 40	
Gesamt-T-Wert < 40	3	3	6
Gesamt-T-Wert > 40	2	15	17
	5	18	

**Anmerkung:** 78,3 % der Fälle wurden korrekt klassifiziert.

Sensitivität:	60 %
Spezifität:	83 %
Prädiktiver Wert der positiven Zuordnung:	50 %
Prädiktiver Wert der negativen Zuordnung:	88 %

In der Stichprobe 2 wird zum ersten Untersuchungszeitpunkt im Alter von vier Jahren ebenfalls nur der MIR als einziger Risikofaktor in die Diskriminanzfunktion aufgenommen. Für seine Unterscheidungsfähigkeit zwischen den Gruppen ergibt sich, wie in Stichprobe 1, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1%. Dabei erweist sich wiederum ein Risikopunktwert von 6 als kritisch für die Trennung zwischen den Gruppen der sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kinder. Allerdings wird die Gruppenzugehörigkeit vergleichsweise schlechter vorhergesagt: 18 der 23 Kinder werden korrekt klassifiziert. Das entspricht einer Treffergenauigkeit von insgesamt 78 %. Die Irrtumswahrscheinlichkeit bei den sprachunauffälligen Kindern ist deutlich geringer als bei den sprachauffälligen. Während der prädiktive Wert einer negativen

Zuordnung 88 % beträgt, liegt der einer positiven Zuordnung auf Zufallsniveau, was auch an der geringen Sensitivität von nur 60 %, aber der vergleichsweise hohen Spezifität von 83 % erkennbar ist.

Zum letzten Testzeitpunkt im Alter von fünf Jahren sind nur noch 13 Kinder mit einem maximalen Risikopunktwert von 6 im MIR in der Stichprobe verblieben. Keines dieser unreif geborenen Kinder zeigt auffällige Sprachleistungen. Das würde einer Treffergenauigkeit von 100 % bei der Klassifikation entsprechen.

**Zusammenfassend** werden die Ergebnisse der Regressionsanalysen durch die diskriminanzanalytischen Befunde auf Einzelfallebene bestätigt. Der MIR ist zu allen Testzeitpunkten der erste Risikofaktor in der Diskriminanzanalyse. Dabei ergibt sich die beste Trennung zwischen sprachauffälligen und sprachunauffälligen Kindern bei einem Risikopunktwert von 6 im MIR. Somit wird die erste der im Methodenteil a priori für den MIR festgelegten Einteilungen auch statistisch bestätigt.

Im Alter von zwei Jahren ergibt sich die beste Trennung zwischen den Gruppen sprachauffälliger und sprachunauffälliger Kinder, wenn zusätzlich zu den medizinischen Komplikationen berücksichtigt wird, ob die Kinder bei der Geburt weniger oder mehr als 1.000 g gewogen haben. Die Berechnung von einfachen Diskriminanzanalysen für diesen Testzeitpunkt zeigt, dass aufgrund der Risikoindikatoren für sich genommen jeweils ca. 82 % der Fälle korrekt klassifiziert würden. Vorhersagen aufgrund des Geburtsgewichts führen zu einer Unterschätzung der Leistungen von vier Kindern (vergleichsweise höhere Sensitivität). Dagegen führen Vorhersagen aufgrund des MIR zu einer Überschätzung der Leistungen von drei Kindern (vergleichsweise höhere Spezifität). Aufgrund beider Indikatoren werden jedoch fast 90 % der Kinder im Alter von zwei Jahren korrekt klassifiziert. Damit scheint die Gefahr der Überschätzung der Leistungen von unreif geborenen Kindern mit geringer medizinischer Risikobelastung im Alter von zwei Jahren über den Einfluss des „Zu-leicht-geboren-Seins“ vermittelt zu sein. Dieser Einfluss ist im Alter von zwei Jahren noch erkennbar, nimmt aber nach den Befunden der bisherigen Frühgeborenenforschung bei den Kindern mit geringer medizinischer Risikobelastung mit zunehmendem Alter ab. Bei den Kindern mit höherer medizinischer Risikobelastung erlaubt deren Berücksichtigung allerdings die konsistenteste und zuverlässigste Klassifikation zu allen Testzeitpunkten (vgl. Taylor et al., 1998). Entsprechend ist der MIR auch in der vorliegenden Arbeit nicht nur der erste, sondern auch der einzige aufgenommene Risikofaktor, der etwa 85 % bzw. 94 % der Kinder im Alter von drei und vier Jahren korrekt klassifiziert. Für die Stichprobe 2 gilt ebenfalls, dass die Trefferraten bei der

Klassifikation sprachlich auffälliger und unauffälliger Kinder durch die Berücksichtigung der medizinischen Komplikationen in der Neugeborenenperiode erhöht werden. Im Alter von fünf Jahren werden alle Kinder korrekt klassifiziert. Diese Zunahme der Treffergenauigkeit mit dem Alter geht vermutlich darauf zurück, dass die Kinder mit höherer Risikobelastung ausgefallen sind. Allerdings wird dadurch nochmals bestätigt, dass unreif geborene Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung, unabhängig von ihrem Geburtsgewicht und ihrer Gestationsdauer, sehr gute Chancen auf eine unauffällige Sprachentwicklung haben.

### **7.3 Feinanalyse der sprachlichen Leistungen**

Nachdem bisher lediglich die sprachlichen Gesamtleistungen und deren Zusammenhänge mit der biologischen Risikobelastung in den untersuchten Stichproben unreif geborener Kinder betrachtet wurden, erfolgt in diesem Kapitel die Feinanalyse der sprachlichen Leistungen. Um der Leistungsheterogenität der Gesamtgruppe unreif geborener Kinder Rechnung zu tragen, wurden in der bisherigen Frühgeborenenforschung homogenere Subgruppen nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer gebildet. Wie die regressionsanalytischen Befunde gezeigt haben, wird ein Anteil von etwa 30 % bis 50 % der Leistungsvarianz durch diese Indikatoren der biologischen Risikobelastung erklärt. Mit einer Aufklärung von konsistent ca. 50 % bis 60 % der Leistungsvarianz hat sich in der vorliegenden Arbeit allerdings der MIR als vergleichsweise geeigneterer Indikator erwiesen. Entsprechend werden im Folgenden zur Untersuchung der Frage, welche sprachlichen Defizite bei unreif geborenen Kindern identifizierbar sind, Subgruppen nach MIR gebildet. Es wird erwartet, dass diese Subgruppen sich deutlich in ihren rezeptiven und produktiven Sprachverarbeitungsfähigkeiten sowie in ihren auditiven Gedächtnisleistungen unterscheiden (forschungsleitende Erwartung II). Diese Erwartung lässt sich wie folgt spezifizieren:

- II.1 Die Kinder der Subgruppe *MIR gering* schneiden besser in den Untertests des SETK-2 und des SETK 3-5 ab als die Kinder der Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch*.
- II.2 Die Kinder der Subgruppe *MIR mittel* schneiden schlechter ab als die Kinder der Subgruppe *MIR gering*, aber besser als die Kinder der Subgruppe *MIR hoch*.
- II.3 Die Kinder der Subgruppe *MIR hoch* schneiden schlechter ab als die geringer belasteten Vergleichsgruppen.

Zunächst wird für die Subgruppen nach MIR beschrieben, wie sich die Kinder nach Testalter, nach Geschlecht, nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer verteilen. Im Anschluss daran

werden die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche über einfaktorielle Varianzanalysen bzw. alternativ die Ergebnisse der parameterfreien Kruskal-Wallis-Tests dargestellt.

### 7.3.1 Charakterisierung der Subgruppen nach MIR

Nach den im Methodenteil beschriebenen Einteilungskriterien werden 15 der 27 Kinder aus Stichprobe 1 bzw. 14 der 23 Kinder aus Stichprobe 2 als *gering risikobelastet* eingestuft (Risikopunktwert < 6). Sieben Kinder aus Stichprobe 1 bzw. 6 Kinder aus Stichprobe 2 haben einen Risikopunktwert zwischen 6 und 11. Damit werden sie der Subgruppe *MIR mittel* zugeordnet. Fünf Kinder aus Stichprobe 1 bzw. drei Kinder aus Stichprobe 2 haben einen Wert von 12 oder mehr Risikopunkten und werden als *hoch risikobelastet* eingestuft.

Tabelle 15a zeigt zunächst die Verteilung des Alters und Geschlechts sowie insbesondere die der biologischen Risikobelastung nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer in den drei Subgruppen nach MIR im Alter von zwei und drei Jahren. Tabelle 15b gibt analog eine Übersicht über die Veränderungen dieser Verteilungen durch die Stichprobenreduktion um 11 Kinder zum dritten Testzeitpunkt im Alter von vier Jahren.

**Tabelle 15a:** Beschreibung der Subgruppen nach MIR der Stichprobe 1 zum Testzeitpunkt 1 und 2 (N = 27; mittleres Alter und Altersstreuung; absolute Häufigkeiten der biologischen Risikobelastung nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer).

		Subgruppen nach MIR		
		gering < 6 Risikopunkte n = 15	mittel 6-11 Risikopunkte n = 7	hoch ≥ 12 Risikopunkte n = 5
Alter in Monaten	t1: 2 Jahre	29 Monate 26-35 Monate	28 Monate 25-31 Monate	29 Monate 25-34 Monate
	t2: 3 Jahre	41 Monate 38-47 Monate	40 Monate 38-43 Monate	41 Monate 37-46 Monate
Geschlecht		6 Mädchen, 9 Jungen	3 Mädchen, 4 Jungen	5 Jungen
Biologische Risikobelastung		n	n	n
Geburts- gewicht	mäßig leicht	8	1	-
	sehr leicht	6	4	3
	extrem leicht	1	2	2
Gestations- dauer	mäßig unreif	5	-	-
	sehr unreif	9	3	1
	extrem unreif	1	4	4

Mit einem mittleren Alter von 28 bzw. 29 Monaten sind die Subgruppen nach MIR zum ersten Testzeitpunkt vergleichbar. Allerdings ist die Altersstreuung bei den Kindern mit mittlerer Risikobelastung eingeschränkt. Dasselbe gilt für den Testzeitpunkt 2 im Alter von drei Jahren. Die Verteilung der Mädchen und Jungen auf die Subgruppen nach MIR zeigt, dass gut ein Viertel der untersuchten Jungen, aber keines der Mädchen nach der vorgenommenen Einteilung ein hohes Risiko trägt. Vielmehr sind zwei Drittel der untersuchten Mädchen gering, ein weiteres Drittel mäßig risikobelastet. Die Hälfte der untersuchten Jungen hat ebenfalls einen geringen und knapp ein weiteres Viertel einen mittleren Risikopunktwert im MIR.

Nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer setzt sich die Subgruppe *MIR gering* vorwiegend aus mäßig bzw. sehr leicht und unreif geborenen Kindern zusammen. Nur ein Kind aus dieser Subgruppe kam extrem leicht bzw. extrem unreif zur Welt. In den Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* sind vor allem Kinder, die sehr bzw. extrem leicht und unreif geboren wurden. Wiederum nur ein Kind der Subgruppe *MIR mittel* kam mäßig leicht, aber sehr unreif zur Welt.

Durch die Stichprobenreduktion um 11 Kinder zum dritten Testzeitpunkt ergeben sich erhebliche Änderungen in der Verteilung nach Alter, Geschlecht und biologischer Risikobelastung, wie auch Tabelle 15b zeigt.

**Tabelle 15b:** Beschreibung der Subgruppen nach MIR der Stichprobe 1 zum Testzeitpunkt 3 (N = 16; mittleres Alter und Altersstreuung; absolute Häufigkeiten der biologischen Risikobelastung nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer).

		Subgruppen nach MIR		
		gering < 6 Risikopunkte n = 10	mittel 6-11 Risikopunkte n = 4	hoch <sup>3</sup> 12 Risikopunkte n = 2
<b>Alter in Monaten</b>	<b>t3:</b> 4 Jahre	52 Monate 48-59 Monate	51 Monate 49-53 Monate	49 Monate
<b>Geschlecht</b>		4 Mädchen, 6 Jungen	3 Mädchen, 1 Junge	2 Jungen
<b>Biologische Risikobelastung</b>		<b>n</b>	<b>n</b>	<b>n</b>
<b>Geburtsgewicht</b>	mäßig leicht		-	-
	sehr leicht	3	2	-
	extrem leicht	-	2	2
<b>Gestationsdauer</b>	mäßig unreif	4	-	-
	sehr unreif	6	1	-
	extrem unreif	-	3	2

Die beiden verbleibenden Jungen mit hoher Risikobelastung waren bei der Testung im Mittel zwei bis drei Monate jünger als die Kinder der Vergleichsgruppen. Bei den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* unterscheidet sich das mittlere Testalter zwar nicht, die Unterschiede in der Altersstreuung bleiben aber bestehen (vgl. Tabelle 15a).

Etwas mehr als die Hälfte der Mädchen und zwei Drittel der Jungen werden als gering, die übrigen Mädchen und ein Junge als mittelmäßig risikobelastet eingestuft.

Nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer ergibt sich nun eine Verteilung, die exakt dem entspricht, wovon in der bisherigen Frühgeborenenforschung implizit ausgegangen wird: In der Subgruppe *MIR gering* wurde kein Kind extrem leicht oder extrem unreif geboren. Sieben Kinder kamen mäßig und drei Kinder sehr leicht zur Welt. Vier dieser 10 Kinder wurden mäßig, sechs sehr unreif geboren. Kein Kind der Subgruppe *MIR mittel* kam mäßig leicht bzw. unreif zur Welt. Diese Subgruppe setzt sich weitgehend gleichmäßig aus sehr und extrem leicht bzw. unreif geborenen Kindern zusammen. Beide Kinder der Subgruppe *MIR hoch* wurden extrem leicht vor Vollendung der 28. Schwangerschaftswoche geboren.

Die Tabellen 16a zeigt die Verteilungen nach Alter, Geschlecht und biologischer Risikobelastung in den Subgruppen nach MIR für die Stichprobe 2 zum dritten Untersuchungszeitpunkt. Tabelle 16b gibt schließlich eine Übersicht über die Verteilungen nach der Stichprobenreduktion um 10 Kinder im Alter von fünf Jahren.

**Tabelle 16a:** Beschreibung der Subgruppen nach MIR der Stichprobe 1 zum Testzeitpunkt 3 (N = 23; mittleres Alter und Altersstreuung; absolute Häufigkeiten der biologischen Risikobelastung nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer).

		Subgruppen nach MIR		
		gering < 6 Risikopunkte n = 14	mittel 6-11 Risikopunkte n = 6	hoch ≥ 12 Risikopunkte n = 3
<b>Alter in Monaten</b>	t3: 4 Jahre	55 Monate 49-59 Monate	53 Monate 50-59 Monate	51 Monate 49-52 Monate
<b>Geschlecht</b>		11 Mädchen, 3 Jungen	4 Mädchen, 2 Jungen	3 Jungen
<b>Biologische Risikobelastung</b>		<b>n</b>	<b>n</b>	<b>n</b>
<b>Geburts- gewicht</b>	mäßig leicht	7	1	-
	sehr leicht	6	5	3
	extrem leicht	1	-	-
<b>Gestations- dauer</b>	mäßig unreif	5	-	-
	sehr unreif	6	5	2
	extrem unreif	3	1	1

Wie Tabelle 16a zeigt, sind die Kinder mit mittlerer Risikobelastung zum dritten Testzeitpunkt im Mittel zwei Monate jünger als die gering risikobelasteten Kinder, aber zwei Monate älter als die Kinder der Subgruppe *MIR hoch*. Hinzu kommt, dass die Altersverteilung bei den hoch risikobelasteten Kinder von der in den Vergleichsgruppen abweicht. Damit besteht die Gefahr der Konfundierung von Effekten der Risikobelastung mit Alterseffekten. Dieses Problem wird statistisch durch Berechnung von Kovarianzanalysen mit der Kovariate *Alter* gelöst.

Während fast drei Viertel der untersuchten Mädchen einen geringen, die übrigen einen mittleren Risikopunktwert im MIR haben, verteilen sich die Jungen gleichmäßig auf die drei Subgruppen.

Nach Geburtsgewicht ergeben sich Verteilungen, die von den Erwartungen aufgrund der bisherigen Frühgeborenenforschung abweichen: Mit einer Ausnahme kamen zwar alle Kinder in den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* mäßig bis sehr leicht zur Welt, allerdings wurden alle drei Kinder mit hohen Werten im MIR ebenfalls sehr und nicht extrem leicht geboren. Nach Gestationsdauer ist die Subgruppe *MIR gering* die heterogenste, die sich überwiegend aus mäßig und sehr unreif geborenen Kindern zusammensetzt. Drei der 14 Kinder kamen jedoch extrem unreif zur Welt. Den Erwartungen entsprechend setzen sich die Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* aus sehr und extrem unreif geborenen Kindern zusammen.

**Tabelle 16b:** Beschreibung der Subgruppen nach MIR der Stichprobe 2 zum Testzeitpunkt 4 (N = 13; mittleres Alter und Altersstreuung; absolute Häufigkeiten der biologischen Risikobelastung nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer).

		Subgruppen nach MIR	
		gering < 6 Risikopunkte n = 10	mittel 6-11 Risikopunkte n = 3
<b>Alter in Monaten</b>	<b>t4:</b> 5 Jahre	66 Monate 61-71 Monate	63 Monate 63-65 Monate
<b>Geschlecht</b>		9 Mädchen, 1 Junge	3 Mädchen
<b>Biologische Risikobelastung</b>		<b>n</b>	<b>n</b>
<b>Geburtsgewicht</b>	mäßig leicht	6	-
	sehr leicht	4	3
<b>Gestationsdauer</b>	mäßig unreif	4	-
	sehr unreif	6	3

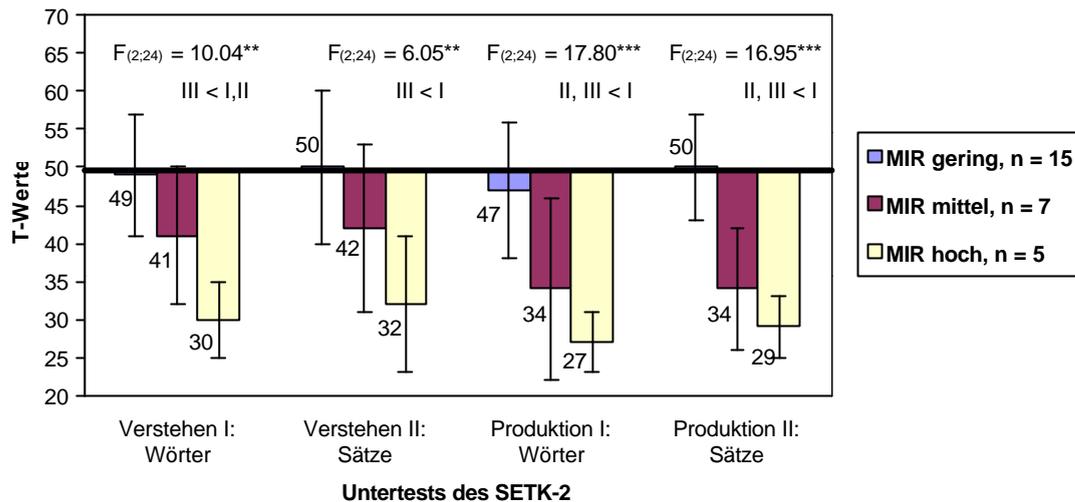
Mit der Stichprobenreduktion um 10 Kinder zum letzten Testzeitpunkt ändern sich die Verteilungen erheblich. Es befindet sich kein Kind mit hoher Risikobelastung mehr in der Stichprobe. Mit einem mittleren Alter von 66 Monaten sind die gering belasteten Kinder drei Monate älter als die Kinder mit mittlerer Risikobelastung. Auch die Altersverteilungen unterscheiden sich deutlich. Die mögliche Konfundierung von Effekten der biologischen Risikobelastung und Alterseffekten ist wiederum durch die Berechnung einer Kovarianzanalyse mit der Kovariate *Alter* aufzulösen. Nur ein Junge mit einem geringen Risikopunktwert im MIR konnte nachuntersucht werden. Die Mädchen verteilen sich zum größten Teil ebenfalls auf die Subgruppe *MIR gering*, drei Mädchen haben einen Risikopunktwert von 6 und liegen damit nur knapp in der Subgruppe *MIR mittel*.

Nach Geburtsgewicht und Gestationsdauer setzt sich die Subgruppe *MIR gering* aus mäßig und sehr leicht bzw. unreif geborenen Kindern zusammen. In der Subgruppe *MIR mittel* sind dagegen drei Kinder, die sehr leicht und sehr unreif zur Welt kamen.

### **7.3.2 Vergleichende Betrachtung der sprachlichen Leistungen in Subgruppen nach MIR**

Nachdem die Verteilung der biologischen Risikobelastung in den Subgruppen nach MIR beschrieben wurden, werden nun die sprachlichen Leistungen der Kinder in diesen Subgruppen feinanalytisch betrachtet und verglichen.

Die Abbildungen 10a-c zeigen die mittleren T-Werte und die Standardabweichungen in den Untertests des SETK-2 und des SETK 3-5 für die Subgruppen nach MIR der Stichprobe 1 im Alter von zwei, drei und vier Jahren. Die blauen Säulen veranschaulichen jeweils die Leistungen der Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung, die roten Säulen die der Kinder mit mittlerer Risikobelastung und die gelben Säulen die der Kinder mit hoher Risikobelastung. Die Ergebnisse der varianzanalytischen Leistungsvergleiche (ANOVA) werden über den Säulen aufgeführt, wenn die parametrischen und parameterfreien Verfahren zu denselben Ergebnissen führen. Andernfalls werden die statistischen Kennwerte der Kruskal-Wallis-Tests angegeben.

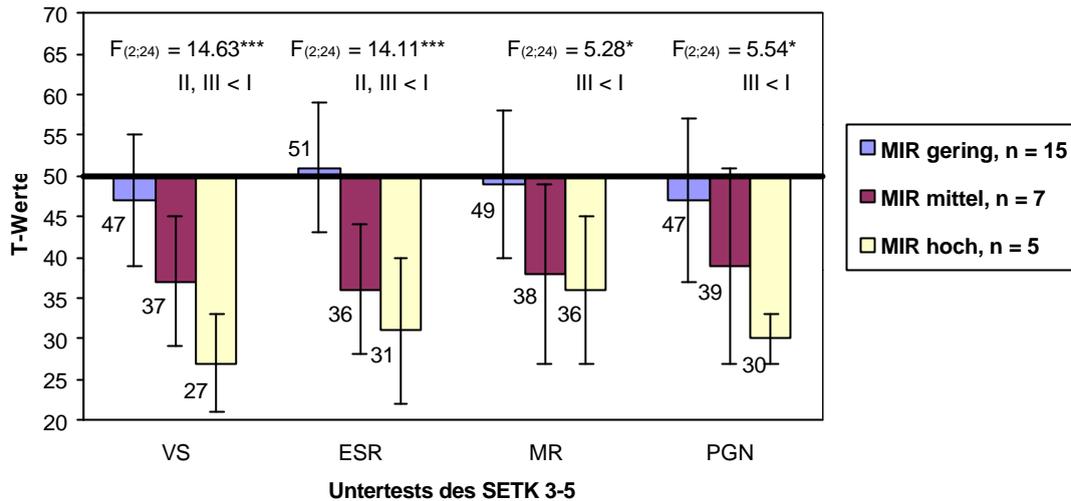


**Abb. 10a:** Vergleich der mittleren T-Werte in den Untertests des SETK-2 für Subgruppen nach MIR (Stichprobe 1, t1: 2 Jahre). Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Wie Abbildung 10a zeigt, liegen die Leistungen der Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung (*MIR gering*) in allen Untertests des SETK-2 über denen der stärker risikobelasteten Vergleichsgruppen. Sie entsprechen etwa dem Mittelwert der Norm. Die Sprachversteheleistungen auf Wort- und Satzebene liegen bei den Kindern mit mittlerer Risikobelastung (*MIR mittel*) am unteren Rand des Normbereichs. Ihre Produktionsleistungen auf Wort- und Satzebene sind im Mittel unterdurchschnittlich bei erhöhter Leistungsstreuung im produktiven Wortschatz. Die Kinder mit hoher Risikobelastung (*MIR hoch*) schneiden in allen Untertests des SETK-2 weit unterdurchschnittlich ab. Im Mittel liegen ihre T-Werte zwei Standardabweichungen oder mehr unter dem mittleren Normwert von 50.

Damit ergibt sich im Alter von zwei Jahren für alle Untertests des SETK-2 ein signifikanter Haupteffekt *MIR* ( $p < .01$  bzw.  $p < .001$ ). Dieser geht nach Ergebnissen der post-hoc-Tests in jedem Fall auf die Leistungsunterschiede zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR hoch* zurück. Die numerischen Leistungsunterschiede von im Mittel acht T-Wert-Punkten im Wort- und Satzverstehen zwischen den Kindern der Subgruppe *MIR gering* und der Subgruppe *MIR mittel* werden im Alter von zwei Jahren nicht signifikant. Die kritische Differenz von 13 T-Wert-Punkten zwischen diesen beiden Gruppen in der Wortproduktionsleistung wird auf dem 5%-Niveau signifikant; die kritische Differenz von 16 T-Wert-Punkten in der Satzproduktionsleistung wird auf dem 1%-Niveau signifikant.

Abbildung 10b veranschaulicht die mittleren T-Werte und Standardabweichungen der drei Subgruppen nach medizinischer Risikobelastung (*MIR*) in den Untertests des SETK 3-5 im Alter von drei Jahren.

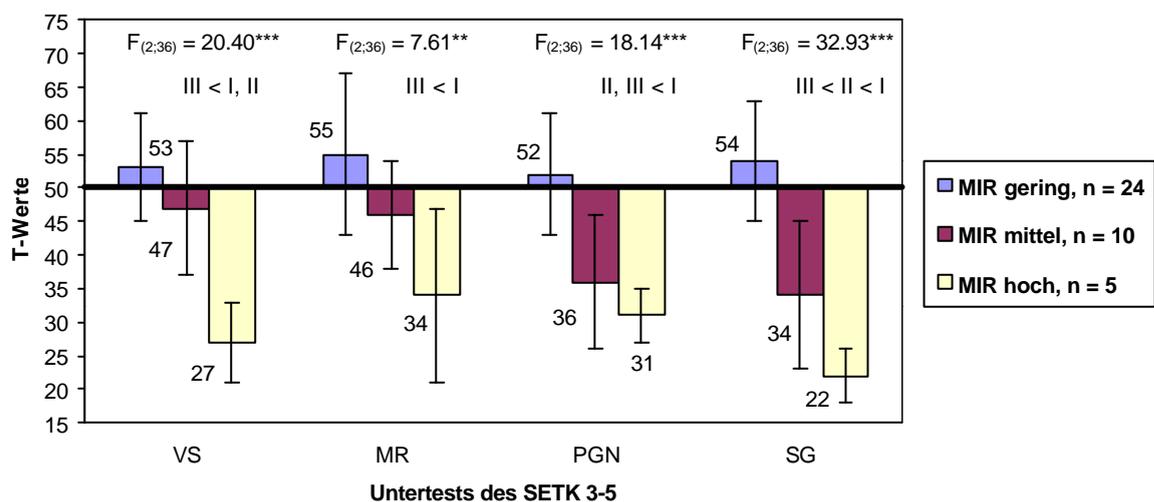


**Abb. 10b:** Vergleich der mittleren T-Werte in den Untertests des SETK 3-5 für Subgruppen nach MIR (Stichprobe 1, t2: 3 Jahre). Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Die Leistungen der Subgruppe *MIR gering* entsprechen in allen Untertests des SETK 3-5 auch im Alter von drei Jahren der Norm. Lediglich beim *Verstehen von Sätzen (VS)* und beim Nachsprechen von Nichtwörtern (*PGN*) weichen ihre Leistungen geringfügig nach unten vom Mittelwert ab. Die unreif geborenen Kinder der Subgruppe *MIR hoch* erreichen dagegen durchgängig Werte, die anderthalb bis zwei Standardabweichungen unter dem mittleren Normwert liegen. Die Sprachleistungen der Subgruppe *MIR mittel* entsprechen im Alter von drei Jahren eher denen der Kinder mit hoher Risikobelastung. Sie liegen ebenfalls anderthalb Standardabweichungen, d.h. 13 bis 14 T-Wert-Punkte, unterhalb des Normwertes von 50. Allerdings ist die Leistungsstreuung beim Nachsprechen von Nichtwörtern (*PGN*) erhöht. Damit ergibt sich im Alter von drei Jahren für die Untertests *Verstehen von Sätzen (VS)* und *Enkodieren semantischer Relationen (ESR)* ein signifikanter Haupteffekt *MIR* ( $p < .01$ ). Dieser geht auf die Leistungsunterschiede zwischen der medizinisch gering belasteten Subgruppe und den höher belasteten Subgruppen zurück. Beim Satzverstehen ergibt sich ein numerischer Leistungsunterschied von 10 T-Wert-Punkten zwischen den Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch*, der jedoch statistisch nicht signifikant wird. Für die Untertests *Morphologische Regelbildung (MR)* und *Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)* ergibt sich ebenfalls ein signifikanter Haupteffekt *MIR* ( $p < .05$ ). Dieser geht jeweils auf die Leistungsunterschiede von 13 bzw. 17 T-Wert-Punkten zwischen den gering und den hoch medizinisch risikobelasteten Kinder zurück. Die numerisch erheblichen T-Wert-Unterschiede von 11 Punkten im Untertest *Morphologische Regelbildung* bzw. von acht Punkten im Untertest *Phonologi-*

*sches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter* zwischen gering und mittel risikobelasteten Kindern verpassen dagegen knapp die Signifikanzgrenze.

Abbildung 10c veranschaulicht schließlich die mittleren T-Werte und Standardabweichungen der drei Subgruppen nach medizinischer Risikobelastung (MIR) in den Untertests des SETK 3-5 im Alter von vier Jahren. Zu diesem dritten Untersuchungszeitpunkt wurden 16 Kinder der Stichprobe 1 und 23 Kinder der Stichprobe 2 untersucht. Da die Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* mit vier bzw. zwei Kindern in Stichprobe 1 sowie die Subgruppe *MIR hoch* mit drei Kindern der Stichprobe 2 zu schwach besetzt sind um Varianzanalysen zu rechnen, werden die beiden Stichproben zusammengenommen. Dieses Vorgehen ist damit zu rechtfertigen, dass die mittleren sprachlichen Gesamtleistungen der beiden Stichproben im Alter von vier Jahren vergleichbar sind (siehe Abb. 2c und 3a). Dennoch sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren, da in Stichprobe 1 Effekte der wiederholten Testung nicht ausgeschlossen werden können, während die Kinder der Stichprobe 2 im Alter von vier Jahren erstmals untersucht wurden. Alternativ zu einer einfaktoriellen Varianzanalyse wurde wiederum der Kruskal-Wallis-Test gerechnet. Da beide Verfahren zu denselben Ergebnissen führen, werden die statistischen Kennwerte der Varianzanalysen sowie der post-hoc-Tests auf Subgruppenunterschiede über den Säulen aufgeführt.



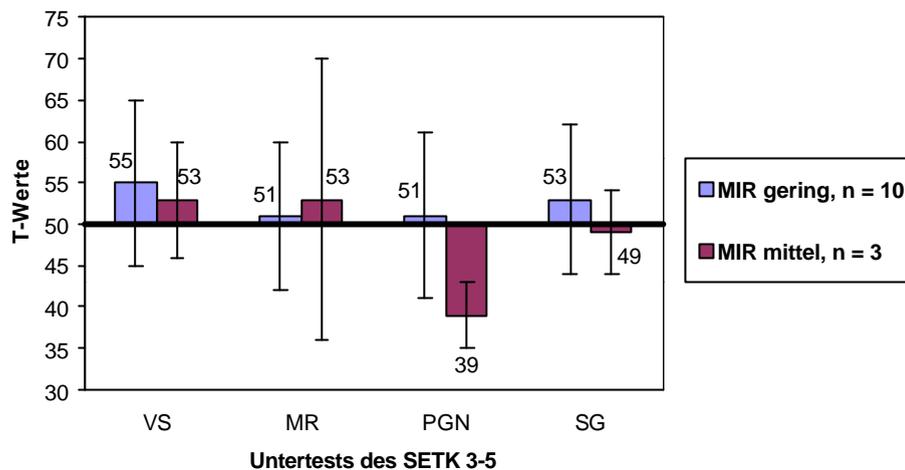
**Abb. 10c:** Vergleich der mittleren T-Werte in den Untertests des SETK 3-5 für Subgruppen nach MIR (Stichprobe 1 und 2, t3: 4 Jahre). Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Im Alter von vier Jahren liegen die sprachlichen Leistungen der Subgruppe *MIR gering* im Mittel in allen Untertests des SETK 3-5 im oberen Normbereich. Die Kinder der Subgruppe *MIR mittel* erreichen in den Untertests *Verstehen von Sätzen (VS)* und *Morphologische Regel-*

*bildung (MR)* ebenfalls T-Werte im Normbereich bei einer Leistungsstreuung von 10 bzw. 8 T-Wert-Punkten. In den Untertests zur Erfassung der Sprachgedächtnisleistungen, *PGN* und *SG*, schneiden sie allerdings unterdurchschnittlich ab. Die Kinder der Subgruppe *MIR hoch* zeigen dagegen, mit Ausnahme des Untertests *Morphologische Regelbildung (MR)*, weit unterdurchschnittliche Leistungen bei verminderter Leistungsstreuung.

Damit ergibt sich für alle erfassten Sprachleistungen ein auf dem 0,1 %-Niveau signifikanter Haupteffekt *MIR*. Dieser geht beim Verstehen von Sätzen (*VS*) und bei der Fähigkeit zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals (*MR*) auf die Kinder mit hoher Risikobelastung zurück. Sie unterscheiden sich mit einer numerischen Leistungsdifferenz von 26 bzw. 20 T-Wert-Punkten im Untertest *Verstehen von Sätzen* auf dem 0,1 %-Niveau von den Kindern mit geringer und mittlerer Risikobelastung. Im Untertest *Morphologische Regelbildung (MR)* wird allerdings nur der numerische Leistungsunterschiede von 20 T-Wert-Punkten zwischen den Extremgruppen auf dem 1 %-Niveau signifikant. Die Leistungsdifferenz zwischen den Kindern mit mittlerer und hoher Risikobelastung beträgt zwar ebenfalls mit 11 Punkten etwas mehr als eine Standardabweichung, wird aber aufgrund der großen Leistungsstreuung in der Subgruppe *MIR hoch* nicht signifikant. Beim Nachsprechen von Kunstwörtern im Untertest *Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)* ähneln die Leistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung eher denen der hoch belasteten Subgruppe. Damit ergeben sich im Mittel kritische Differenzen von 16 bzw. 21 T-Wert-Punkten zu den Kindern mit geringer Risikobelastung ( $p < .001$ ). Im Untertest *Satzgedächtnis (SG)* unterscheiden sich schließlich alle drei Subgruppen nach *MIR*. Mit einer kritischen Differenz von 32 bzw. 19 T-Wert-Punkten wird der numerische Leistungsunterschied zwischen Kindern mit geringer und hoher bzw. mittlerer Risikobelastung auf dem 0,1 %-Niveau signifikant. Auch zwischen den Leistungen der Kinder mit mittlerer und hoher Risikobelastung liegt mit 12 T-Wert-Punkten mehr als eine Standardabweichung. Dieser Unterschied wird im post-hoc-Test auf dem 5 %-Niveau signifikant.

Die Abbildung 10d zeigt abschließend die mittleren T-Werte und die Standardabweichungen in den Untertests des SETK 3-5 für die Subgruppen nach *MIR* der Stichprobe 2 im Alter von fünf Jahren. Zu diesem Testzeitpunkt wurden 13 der 23 Kinder der Stichprobe 2 erneut mit dem SETK 3-5 untersucht. Dabei handelt es sich um zehn Kinder mit geringer und nur drei Kinder mit mittlerer Risikobelastung. Aufgrund der geringen Größe der Subgruppe *MIR mittel* ist ein statistisch abgesicherter Vergleich nicht mehr möglich.



**Abb. 10d:** Vergleich der mittleren T-Werte in den Untertests des SETK 3-5 für Subgruppen nach MIR (Stichprobe 2, t2: 5 Jahre). Gruppenunterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Die Sprachverstehensleistungen, die Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals sowie zur Reproduktion von Sätzen beider Subgruppen sind als durchschnittlich zu bezeichnen sind. Auffallend ist allerdings bei den drei Kindern mit mittlerer Risikobelastung zum einen die enorme Leistungsstreuung von 17 T-Wert-Punkten im Untertest *MR*. Zum anderen zeigen sie mit einem mittleren T-Wert von 39 bei geringer Leistungsstreuung auch im Alter von fünf Jahren ein Defizit im phonologischen Arbeitsgedächtnis. Damit unterscheiden sie sich numerisch um im Mittel 22 T-Wert-Punkte von den Kindern mit geringer Risikobelastung.

### 7.3.3 Zusammenfassung und Diskussion

Insgesamt wird die forschungsleitende Erwartung II durch die Befunde der vergleichenden Betrachtung der Sprachleistungen in Subgruppen nach MIR sowohl für die Stichprobe 1 als auch für die Stichprobe 2 bestätigt. Während die Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung zu allen Untersuchungszeitpunkten unauffällige Leistungen im Sprachtest zeigen, schneiden die Kinder mit hoher Risikobelastung durchgängig weit unterdurchschnittlich ab. Ihre stark verminderten Leistungen bei geringer Streuung deuten auf einen Bodeneffekt hin. D.h. die diagnostischen Ergebnisse des Sprachtests lassen lediglich Aussagen über Defizite der hoch risikobelasteten Kinder zu. Um ihr tatsächliches sprachliches Entwicklungsniveau zu erfassen, müsste eine dynamische Teststrategie verfolgt werden (vgl. Kießig, 2002; Akta°, in Vorbereitung).

Das Sprachleistungsprofil der Kinder mit mittlerer Risikobelastung liegt zwischen diesen beiden Extremgruppen und ist durch große Heterogenität gekennzeichnet. Im Alter von zwei und vier Jahren zeigen sie Sprachverstehensleistungen im Normbereich, produzieren aber zu allen Testzeitpunkten weniger Wörter und Sätze als die Kinder mit geringer Risikobelastung. Im Alter von drei Jahren schneiden sie sogar in allen Untertests des SETK 3-5 schlechter ab. Zum dritten Testzeitpunkt zeigen sie vor allem sehr schlechte Sprachgedächtnisleistungen: Sowohl bei der Reproduktion von Kunstwörtern als auch beim Nachsprechen von semantisch bedeutungshaltigen und lediglich syntaktisch korrekten Sätzen erreichen sie mittlere T-Werte, die eher denen der Kinder mit hoher Risikobelastung entsprechen. Auch zum letzten Testzeitpunkt im Alter von fünf Jahren deuten die Befunde noch auf ein phonologisches Arbeitsgedächtnisdefizit bei den Kindern mit mittlerer Risikobelastung der Stichprobe 2 hin, obwohl die Sprachleistungen ansonsten im Normbereich liegen.

Während die Sprachleistungen der Kinder mit hoher Risikobelastung zu allen Testzeitpunkten gegenüber denen der Kinder mit geringer Risikobelastung um zwei Standardabweichungen vermindert sind, unterscheiden sich die Kinder mit mittlerer Risikobelastung insbesondere in ihrer Verbalisationsfähigkeit und in ihren Sprachgedächtnisleistungen von den gering risikobelasteten Kinder. Dagegen ergeben sich zuverlässig signifikante Unterschiede zwischen Kindern der Subgruppe *MIR mittel* und *MIR hoch* nur in den Sprachverstehensleistungen.

Es stellt sich nun die Frage, wie die differentiellen Entwicklungsprofile der betrachteten Komponenten der Sprache zu erklären und zu interpretieren sind. Insbesondere die Berücksichtigung der funktionalen Beziehungen zwischen der Sprachentwicklung und der Entwicklung des Gedächtnisses scheinen hier zentral zu sein.

Während die Kinder mit geringer Risikobelastung hinsichtlich der Größe ihres produktiven Wortschatzes im Alter von zwei Jahren der Norm entsprechen, sind die produktiven Leistungen der Kinder auf Wortebene im Alter von zwei Jahren defizitär. Die Größe des Wortschatzes ist nach den bisherigen Befunden ein sensibler Indikator des Sprachgedächtnisses. Entsprechend findet man im Alter von drei und vier Jahren bei den Kindern mit geringer Risikobelastung normale, bei Kindern mit mittlerer Risikobelastung dagegen defizitäre phonologische Arbeitsgedächtnisleistungen. Nach Grimm (1990, 1995b, 2000a, c, 2003) bildet die Speicherfähigkeit größerer und teilweise noch unanalysierter Spracheinheiten, die über den Untertest *Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)* erfasst wird, die notwendige Voraussetzung für die Ableitung formalsprachlicher Regelmäßigkeiten.

Das kleine Kind mit noch sehr begrenzter Gedächtniskapazität speichert zunächst eine geringe Menge einfacher Spracheinheiten, um hieraus die ihnen zugrundeliegenden einfachen Regelmäßigkeiten abzuleiten. Die Induktion zunehmend komplexer grammatischer Regeln wird dann durch die alterskorrelierte Fähigkeit ermöglicht, eine größere und komplexe Menge sprachlicher Einheiten im phonologischen Arbeitsgedächtnis zur Verfügung zu halten.

(Grimm, 2001, S. 12)

Die phonologische Arbeitsgedächtnisleistung scheint bei den Kindern mit mittlerer Risikobelastung noch ausreichend zu sein, um ein morphologisches Regelsystem auf Wortebene zu erwerben bzw. hier sind die phonologischen Arbeitsgedächtnisdefizite möglicherweise noch durch Förderung kompensierbar. Dafür sprechen zumindest die vergleichsweise guten Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals im Alter von vier Jahren. Die Bildung von Pluralformen ist ein fester Bestandteil der alltäglichen Kommunikation zwischen Eltern und Kind. Zudem wurde der Untertest *MR* allen Kindern im Alter von drei Jahren vorgegeben. Dabei waren die Mütter entweder anwesend oder ließen sich nachher über den Verlauf und die vorgegebenen Aufgaben informieren. Entsprechend wussten sie ungefähr, welche Leistungen von ihren Kindern ein Jahr später erwartet werden. Das trifft allerdings nicht auf die 23 Kinder der Stichprobe 2 zu, die im Alter von vier Jahren erstmals untersucht wurden. Dennoch war das Ergebnismuster im Mittel vergleichbar. Tauchen Pluralfehler auf, nimmt die Mutter oder ein anderer Interaktionspartner für gewöhnlich eine Korrektur vor. Durch die Ergänzung der fehlenden grammatischen Information oder Änderung der kindlichen Äußerung wird eine „gute Gestalt“ des Ausdrucks des bestätigten Inhalts vorgegeben (vgl. Grimm, 1990, 1995a, 2003). Neben impliziten Übungs- und Lerneffekten im Rahmen der alltäglichen Interaktion kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Mütter explizit auf Pluralfehler des Kindes geachtet und diese Fähigkeit spielerisch trainiert haben. Detaillierte Informationen über Interventionen liegen leider ebenso wenig vor wie Aufzeichnungen von Interaktionssequenzen, sodass solche Vermutungen ungeprüft bleiben müssen. Vor allem aus linguistischer Sicht erscheint die Annahme von Fördereffekten vor dem Hintergrund plausibel, dass der Erwerb der Pluralmorphologie im Deutschen eher durch Irregularitäten als durch Regelmäßigkeiten gekennzeichnet ist, deren Erwerb Kindern noch bis zum siebten Lebensjahr und länger Schwierigkeiten bereitet (vgl. Szagun, 1996, 2001).

Der Duden (1995, S. 227ff.) spricht zwar von „sicheren Zuordnungen“, diese betreffen allerdings in erster Linie spezifische Derivationsuffixe (z.B. -ling + <e>). Ansonsten wird die Pluralbildung mit Hilfe von „Tendenzen“ erklärt, wobei jeweils eine Reihe von Ausnahmen aufgelistet wird.

(Ewers, 1999, S. 107)

Die vergleichsweise großen Leistungsvarianzen in den Subgruppen sprechen allerdings dafür, dass entweder nicht bei allen Kindern interveniert wurde oder aber, dass nicht alle gleichermaßen von einer Intervention profitiert haben. Dabei ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Bildung von Pluralformen nur einen Aspekt der morphologischen Kompetenz darstellt. Entsprechend kann aufgrund der Leistungen im Normbereich, die die Subgruppe mit mittlerer Risikobelastung im Untertest *Morphologische Regelbildung (MR)* erzielt, nicht gefolgert werden, dass sie keine oder nur geringere Probleme mit dem morphologischen Aspekt der Sprache haben. Dies müsste durch zusätzliche Untersuchung anderer morphologischer Fähigkeiten, wie z.B. der Herstellung der Subjekt-Verb-Kongruenz, der Verwendung von Artikeln und der Flexion von Verben geprüft werden. Hinzu kommt, dass bereits einer relativ geringen Anzahl korrekt gebildeter Pluralformen ein T-Wert im Normbereich zugeordnet wird. Ein T-Wert von 40 entspricht im Altersbereich von 48 bis 53 Monaten einem Rohwert von 11 Punkten. Auf Verhaltensebene bedeutet das z.B., dass bei 5 von insgesamt 18 Wörtern oder Kunstwörtern der Plural korrekt gebildet wurde, bei einem Wort oder Kunstwort wurde eine inkorrekte Form verwendet. Im Altersbereich von 54 bis 61 Monaten muss ein Kind 17 Rohwertpunkte erreichen, um einen T-Wert im Normbereich zu erzielen. Lediglich mit allen korrekt gebildeten Pluralformen bei den Wörtern erreicht ein Kind bereits einen Rohwert von 20 Punkten, dem ein T-Wert von 44 entspricht. Damit besteht die Tendenz, dass der Untertest *MR* die sprachlichen Leistungen der schlechteren Kinder leicht überschätzt. Eine vergleichende Betrachtung der Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals bei Wörtern und Kunstwörtern zeigt, dass Kinder mit geringer Risikobelastung bei bekannten Wörtern überwiegend die richtigen Pluralformen verwenden. Auch Kindern mit mittlerer Risikobelastung gelingt die Markierung des Plurals bei den meisten bekannten Wörtern. Bei den Kunstwörtern sinken die Leistungen in beiden Gruppen aber deutlich ab. Das gilt insbesondere für die Kinder mit mittlerer Risikobelastung, wohingegen die Kinder mit geringer Risikobelastung neben einigen korrekten Pluralformen bei den Kunstwörtern auch inkorrekte Formen verwenden. Dieses wird als Indiz für das Erreichen der zweiten Stufe („rule stage“) nach Bowerman (1982) interpretiert.

Die Grenzen der Kompensierbarkeit von Defiziten im Bereich des phonologischen Arbeitsgedächtnisses scheinen allerdings beim Erwerb komplexerer syntaktischer Regelmäßigkeiten auf Satzebene erreicht zu sein. Bereits im Alter von zwei Jahren haben die Kinder mit mittlerer Risikobelastung große Defizite in ihren Verbalisierungsfähigkeiten. Diese setzen sich im Alter von drei Jahren fort, wenn die grammatischen Fähigkeiten auf behavioraler Ebene mit dem Untertest *Enkodierung semantischer Relationen (ESR)* erfasst werden. Es scheint ihnen auch bis zum Alter von vier Jahren nicht gelungen zu sein, ein fortgeschrittenes implizites sprachliches Wissen aufzubauen. Entsprechend überrascht es nicht, dass die Nutzung des fehlerhaft oder unvollständig repräsentierten Wissens über semantische Relationen und die Syntax zu keiner erfolgreichen Reproduktion von komplexen rein syntaktischen Sätzen führt. Auch bei der Wiedergabe von semantisch korrekten Sätzen nutzt der Rückgriff auf das aufgebaute Weltwissen für die Rekonstruktion des Satzes den Kindern mit mittlerer Risikobelastung nicht viel. Dagegen werden sowohl die vorgegebenen semantisch korrekten als auch die syntaktisch korrekten, aber bedeutungslosen Sätze von Kindern mit geringer biologischer Risikobelastung sehr gut wiedergegeben. Damit, und mit ihren guten Leistungen in den produktiven Untertests des SETK-2 und des SETK 3-5, demonstrieren sie, dass sie ein fortgeschrittenes implizites sprachliches Wissen aufgebaut haben und dieses abstrakte Regelwissen auch effizient für eine Aufgabenlösung einsetzen können.

Die dargelegte Argumentationskette, die einen engen Zusammenhang zwischen Gedächtnisleistung und Syntax impliziert, stimmt mit der von Briscoe et al. (1998) gezogenen Schlussfolgerung überein, schränkt sie zugleich aber auch auf eine bestimmte Subgruppe ein: Das Kernsymptom spezifischer Sprachstörungen bei unreif geborenen Kindern mit *mittlerer Risikobelastung* scheint ein Defizit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses zu sein. Dagegen sind Sprachleistungen im Normbereich bei unreif geborenen Kindern mit *geringer Risikobelastung* eher die Regel als die Ausnahme, während bei unreif geborenen Kindern mit *hoher Risikobelastung* sprachliche Defizite mit einer allgemein verminderten Intelligenz einhergehen. Darauf deutet insbesondere auch ihr schlechtes Sprachverständnis hin.

Um dies zu überprüfen, werden in Kapitel 7.4 die Leistungen unreif geborener Kinder in anderen Funktionsbereichen der Entwicklung bzw. ihre intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten untersucht und die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nonverbalen Fähigkeiten betrachtet.

#### **7.4 Beziehungen zwischen verbalen und nonverbalen Fähigkeiten**

Wie die deskriptiven Betrachtungen der Leistungsprofile im WET sowie in der K-ABC gezeigt haben, schneiden die unreif geborenen Kinder als Gesamtgruppe insbesondere in den nonverbalen Fähigkeitsbereichen schlecht ab (vgl. Abb. 3a-b, 4a-b). Gemäß der forschungsleitenden Erwartung III werden jedoch substantielle Leistungsunterschiede in nichtsprachlichen Funktionsbereichen sowie in den intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten zwischen den Subgruppen nach biologischer Risikobelastung erwartet.

Wie für die sprachlichen Leistungen wurde die Bedeutung des MIR als Prädiktor im Vergleich zu den Risikoindikatoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer geprüft. Der MIR war sowohl im Alter von drei Jahren als auch im Alter von vier Jahren der erste Faktor in der Regressionsgleichung. In den Funktionsbereichen *Motorik* und *Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung* des WET erklärt er einen Anteil von ca. 40 % der Leistungsvarianz; in den Funktionsbereichen *Lernen und Gedächtnis* und *Kognitive Entwicklung* um 70 % der Leistungsvarianz. Durch die Berücksichtigung des Geburtsgewichts, der jeweils zweite Faktor in der Regression, wird ein zusätzlicher Anteil von 11 % der Leistungsvarianz im Funktionsbereich *Kognitive Entwicklung* und 17 % der Leistungsvarianz im Funktionsbereich *Motorik* erklärt. In den Skalen der K-ABC erklärt der MIR alleine zwischen 64 % (*Fertigkeitenskala (FS)*) und 80 % (*Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)*) der Leistungsvarianz. Eine Verbesserung der Varianzerklärung um 11 % wird durch die Berücksichtigung des Geburtsgewichts lediglich für die *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* erzielt. Aufgrund dieser regressionsanalytischen Befunde werden im Folgenden Subgruppen nach MIR gebildet und hinsichtlich ihrer intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten vergleichend betrachtet.

Im Anschluss daran wird in Anlehnung an die Untersuchungen von Wolke & Riegel (1999a,b) geprüft, ob sämtliche Subgruppenunterschiede in den sprachlichen Leistungen auf den Einfluss einer verminderten Intelligenz zurückführbar sind. Abschließend werden in den Subgruppen nach MIR die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen dargestellt. Dabei steht die Frage im Vordergrund, ob sich qualitativ andere, insbesondere höhere Zusammenhangsmuster in den Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* ergeben als in der Subgruppe *MIR gering*, in der die Zusammenhangsmuster denen in einer unauffälligen Stichprobe entsprechen sollten.

### 7.4.1 Feinanalyse der Fähigkeiten und Fertigkeiten in Subgruppen nach MIR

Zur Überprüfung der forschungsleitenden Erwartung III wurden die erfassten Leistungen in den Fähigkeits- und Fertigungsbereichen der unreif geborenen Kinder varianzanalytisch ausgewertet. Dabei ist die unabhängige, dreifach-gestufte Variable wiederum die biologische Risikobelastung, operationalisiert über den MIR. Die abhängigen Variablen sind im Alter von drei Jahren die Leistungen der Kinder in den nonverbalen Bayley-Items sowie den Untertests des WET aus den Funktionsbereichen *Motorik*, *Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung*, *Lernen und Gedächtnis* sowie *Kognitive Entwicklung*. Im Alter von vier Jahren werden die intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Subgruppen in den Untertests der *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* und der *Skala ganzheitlichen Denkens (SGD)* der K-ABC verglichen. Diese bilden gemeinsam die *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)* bzw. einzelne Untertests sind der *Sprachfreien Skala (NV)* zugeordnet. Außerdem wird das Fertigungsniveau der Kinder über die Untertests der *Fertigkeitenskala (FS)* differenziert betrachtet. Da die Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* zum dritten Testzeitpunkt zu schwach besetzt sind, um eine Varianzanalyse zu rechnen, werden die Stichproben 1 und 2 zusammengefasst. Dies ist damit zu rechtfertigen, dass sie im Mittel ein ähnliches Leistungsniveau in den Skalen der K-ABC zeigen (vgl. Abb. 3b und 4a). Die statistischen Kennwerte der varianzanalytischen Berechnungen und der post-hoc-Tests (Scheffé- oder Dunnett-T3-Test) werden, sofern der nonparametrische Kruskal-Wallis-Test nicht zu anderen Ergebnissen kommt, jeweils über den Säulen angegeben.

#### 7.4.1.1 Leistungen in verschiedenen Funktionsbereichen im Alter von drei Jahren

In Tabelle 17a sind zunächst die mittleren Leistungen der Subgruppen nach MIR in den nonverbalen Bayley-Items gegenübergestellt.

**Tabelle 17a:** Vergleich der Leistungen in den nonverbalen Bayley-Items in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*.

	Subgruppen nach MIR			F-Test	
	I: gering n = 15	II: mittel n = 7	III: hoch n = 5	F(df)	signif.
<b>nonverbale Bayley-Items</b> max. 4 Punkte	M = 2.7 SD = 0.98	M = 1.00 SD = 1.00	M = 1.00 SD = 1.41	$F_{(2;24)} = 8.13$	**

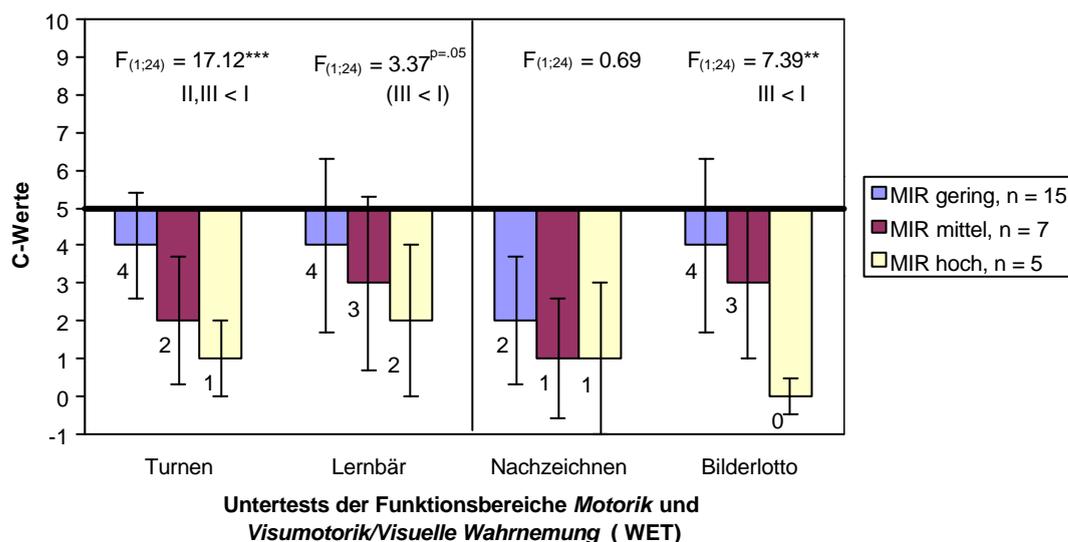
**Anmerkung:** \*p<.05; \*\*p<.01; \*\*\*p<.001.

Während die Kinder mit geringer Risikobelastung im Mittel zwei bis drei der vier vorgegebenen Items korrekt lösen, gelingt das den Kinder mit mittlerer und hoher Risikobelastung bei im Mittel nur einem Item. Der Haupteffekt *MIR* wird auf dem 0,1 %-Niveau signifikant und geht auf den beschriebenen Unterschied zwischen gering und höher risikobelasteten Kindern zurück, wie die Ergebnisse des Scheffé-Tests in Tabelle 17b bestätigen.

**Tabelle 17b:** Scheffé-Tests für die nonverbalen Bayley-Items

	Subgruppen nach MIR		
	I: gering	II: mittel	III: hoch
I: gering		1.67** II < I	1.67* III < I
II: mittel			0.00 II = III

Um einen differenzierteren Eindruck von den Leistungen der unreif geborenen Kinder in den Subgruppen nach MIR zu erhalten, werden im Folgenden die mittleren C-Werte und die Streuungen für die Untertests der Funktionsbereiche des WET in den Abbildungen 16a-c dargestellt. Ein C-Wert von 5 mit einer Standardabweichung von 2 entspricht einer normalen Leistung. Über den Säulen sind jeweils die statistischen Kennwerte der varianzanalytischen Berechnungen angegeben.



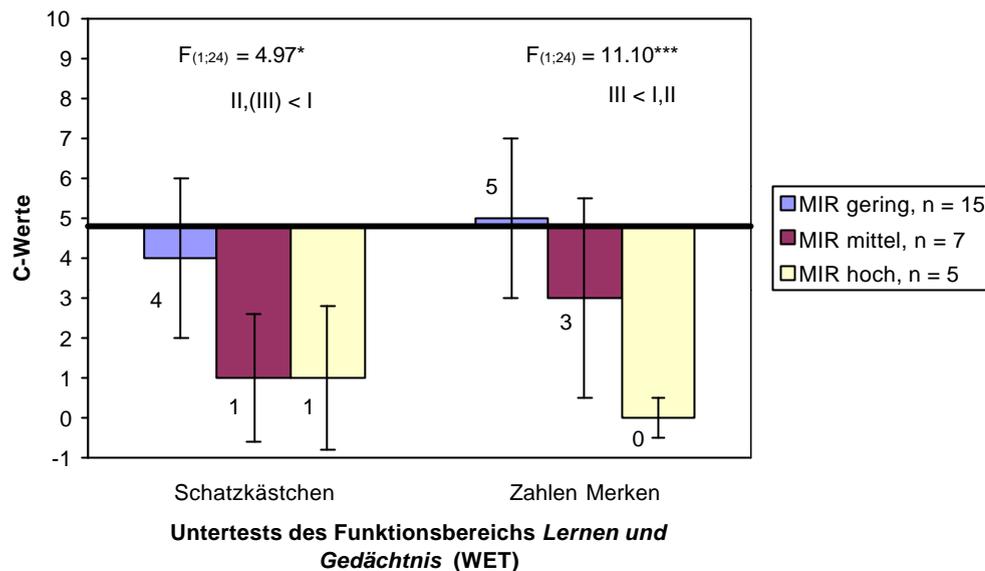
**Abb. 16a:** Vergleich der Leistungen in den Untertests der Funktionsbereiche *Motorik* und *Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung* des WET in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Ergebnisse der einfaktoriellem Varianzanalysen für den Vergleich der Subgruppen. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Die Abbildung 16a zeigt die grobmotorischen, feinmotorischen, visuell-motorischen Leistungen sowie die visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten der Subgruppen nach MIR. Die Untertests *Turnen* und *Lernbär* werden im WET dem Funktionsbereich *Motorik* zugeordnet. Dabei misst *Turnen* die grobmotorischen, *Lernbär* die feinmotorischen Fähigkeiten. Wie Abbildung 16a zeigt, liegen sowohl die grob- als auch die feinmotorischen Leistungen der Kinder der Subgruppe *MIR gering* im Alter von drei Jahren im Normbereich. Dagegen schneiden sowohl die Kinder mit mittlerer als auch die mit hoher medizinischer Risikobelastung im Untertest *Turnen* unterdurchschnittlich ab. Im Untertest *Lernbär* liegen die Leistungen der Kinder der Subgruppe *MIR mittel* allerdings am unteren Rande des Normbereichs, die der Subgruppe *MIR hoch* sind aber ebenfalls unterdurchschnittlich. Damit unterscheiden sich die Vergleichsgruppen auf dem 0,1 %-Niveau signifikant in ihren grobmotorischen Fähigkeiten. Nach den Ergebnissen des post-hoc-Tests schneiden die Kinder mit geringer Risikobelastung besser ab als die beiden stärker risikobelasteten Vergleichsgruppen. Die feinmotorischen Fähigkeitsunterschiede verpassen dagegen knapp die Signifikanzgrenze ( $p = .05$ ).

Die Untertests *Nachzeichnen* und *Bilderlotto* sind dem Funktionsbereich *Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung* zugeordnet. Dabei werden mit dem *Nachzeichnen* insbesondere die visuell-motorischen Koordinationsleistungen erfasst. Wie der Abbildung 16a zu entnehmen ist, erreichen in diesem Untertest auch die Kinder mit geringer Risikobelastung keinen mittleren C-Wert im Normbereich. Vielmehr sind ihre Leistungen nur wenig besser als die der stärker risikobelasteten Vergleichsgruppen. Entsprechend ergeben sich keine signifikanten Subgruppenunterschiede.

*Bilderlotto* dient der Erfassung der visuellen Wahrnehmungsfähigkeit über die Zuordnung des Testbildes zu einem von vier bzw. sechs Bildern der Vorlage. Die Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung zeigen in diesem Untertest altersentsprechende Leistungen. Auch die visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten der Kinder mit mittlerer Risikobelastung liegen am unteren Rand des Normbereichs. Entsprechend wird der geringe Leistungsunterschied zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* nicht signifikant. Der mittlere C-Wert der hoch risikobelasteten Kinder in diesem Untertest lässt auf einen Bodeneffekt schließen, d.h. sie erkennen keines oder höchstens eins von vier bzw. sechs Bildern der Vorlage wieder und ordnen es richtig zu. Damit unterscheiden sie sich auf dem 1 %-Niveau signifikant von den beiden geringer risikobelasteten Vergleichsgruppen.

Abbildung 16b veranschaulicht die Leistungen in den Untertests *Schatzkästchen* und *Zahlen Merken*, die dem Funktionsbereich *Lernen und Gedächtnis* zugeordnet sind.



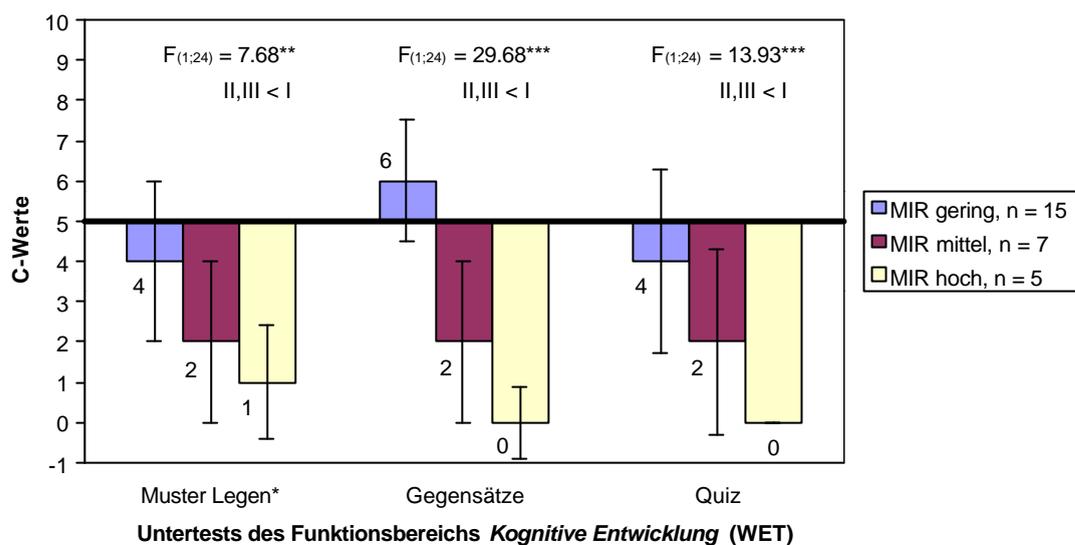
**Abb. 16b:** Vergleich der Leistungen in den Untertests des Funktionsbereichs *Lernen und Gedächtnis* des WET in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Ergebnisse der einfaktoriellen Varianzanalysen für den Vergleich der Subgruppen. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Der Untertest *Schatzkästchen* hat, wie *Nachzeichnen*, eine starke visuell-motorische Komponente. Die Aufgabe der Kinder besteht darin, versteckte Objekte in einem System von vielen, verschiedenfarbigen Schubladen nach bis zu zehn Lerndurchgängen wiederzufinden. Wie Abbildung 16b zeigt, sind die so erfassten Lern- und Gedächtnisleistungen der Kinder mit geringer medizinischer Risikobelastung als altersentsprechend zu bezeichnen. Dagegen schneiden die beiden stärker risikobelasteten Subgruppen mit einem mittleren C-Wert von 1 unterdurchschnittlich ab. Damit unterscheiden sich die beiden stärker risikobelasteten Subgruppen deutlich von der Subgruppe *MIR gering*. Aufgrund der etwas größeren Leistungsstreuung bei den hoch risikobelasteten Kindern verpasst die numerische Differenz von 3 C-Wert-Punkten allerdings knapp die Signifikanzgrenze ( $p = .07$ ), während sie für die Kinder mit mittlerer Risikobelastung auf dem 5 %-Niveau signifikant wird.

Die Kapazität des phonologischen Arbeitsgedächtnisses wird im WET, wie in zahlreichen anderen Entwicklungstests auch als „integraler Bestandteil der Architektur der Intelligenz“ (Grimm, 1999, S. 135) über die unmittelbare Behaltensleistung von Zahlen erfasst. Die Kinder der Subgruppe *MIR gering* haben nach den vorliegenden Untersuchungsbefunden eine normale phonologische Kurzzeitgedächtnisspanne, während die der Kinder mit mittlerer Risikobelastung am untersten Rand des Normbereichs liegt. Die Kinder mit hoher Risikobelastung verweigerten im Alter von drei Jahren entweder das Nachsprechen der Zahlenreihen, verstanden nicht, was sie tun sollten, oder reproduzierten keine bzw. maximal die kürzesten

Zahlenreihen (zwei Zahlen) korrekt. Damit ergibt sich ein signifikanter Haupteffekt *MIR* ( $p < .001$ ), der auf die hoch risikobelastete Subgruppe zurückgeht. Die kritische Differenz von 5 C-Wert-Punkten zur Subgruppe *MIR gering* wird auf dem 0,1 %-Niveau signifikant, die von 3 C-Wert-Punkten zur Subgruppe *MIR mittel* immerhin noch auf dem 5 %-Niveau.

Abbildung 16c zeigt schließlich die Leistungen in den Untertests *Muster Legen*, *Gegensätze* und *Quiz* des Funktionsbereichs *Kognitive Entwicklung*.



**Abb. 16c:** Vergleich der Leistungen in den Untertests des Funktionsbereichs *Kognitive Entwicklung* des WET in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Ergebnisse der einfaktoriellem Varianzanalysen für den Vergleich der Subgruppen. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

*Muster Legen* ist der einzige nonverbale Untertest des Funktionsbereichs *Kognition*. Die Kinder mit geringer Risikobelastung demonstrieren Fähigkeiten im Normbereich beim Nachbauen von Mustern aus bis zu vier blau-weißen Plättchen. Dagegen schneiden die Kinder mit mittlerer und hoher Risikobelastung unterdurchschnittlich ab. Die Subgruppenunterschiede werden auf dem 1 %-Niveau signifikant. Nach den Ergebnissen des Dunnett-T3-Tests gehen diese sowohl auf den numerischen Leistungsunterschied von 3 C-Wert-Punkten zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR hoch* ( $p < .01$ ) als auch auf den von 2 C-Wert-Punkten zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* ( $p < .05$ ) zurück.

Zur erfolgreichen Bewältigung der typisch wortsemantischen Aufgaben des Untertests *Gegensätze* müssen Kinder die Systematik der semantischen Zusammenhänge erworben und repräsentiert haben. Das ist nach der Feinanalyse der Sprachleistungen nur für die Kinder mit geringer Risikobelastung zu erwarten. Entsprechend erreichen diese einen C-Wert im oberen

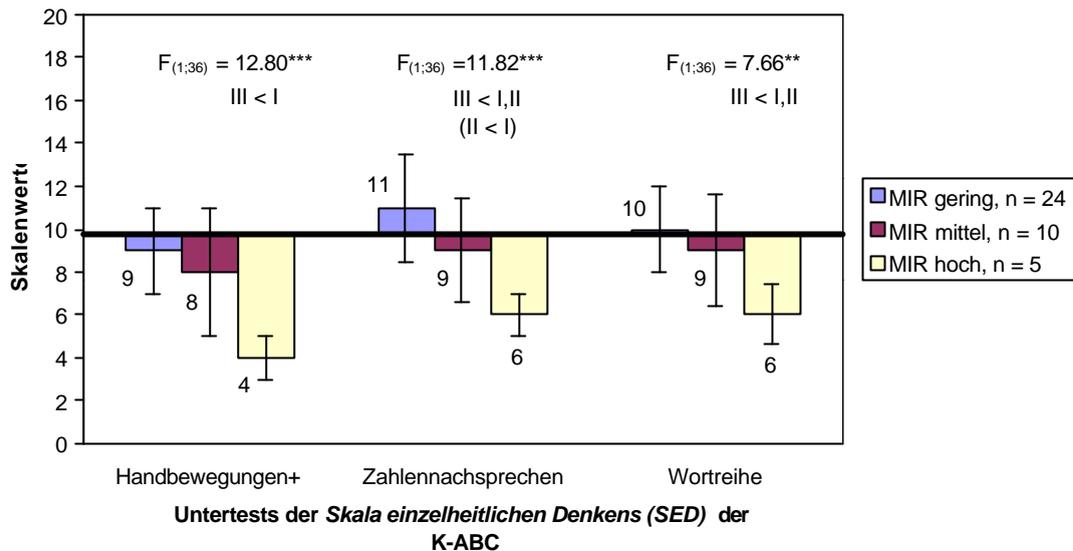
Normbereich beim Bilden von Gegensatzpaaren der Art „Der Ofen ist heiß, der Kühlschrank ist....“, während die stärker risikobelasteten Kinder der Subgruppe *MIR mittel* unterdurchschnittliche Leistungen erzielen. Die hoch risikobelasteten Kinder sind zumeist nicht einmal in der Lage, die Instruktion zu verstehen bzw. die Zielwörter fehlen noch in ihrem aktiven Wortschatz.

Die Aufgaben des Untertests *Quiz*, die die Beantwortung von Wissensfragen aus dem Alltag der Kinder verlangen, setzen ebenfalls sehr gute Sprachverständnis- und Verbalisierungsfähigkeiten voraus. Auch hier erreichen nur die Kinder mit geringer Risikobelastung einen C-Wert im Normbereich. Die Kinder mit mittlerer und hoher Risikobelastung antworten auf Fragen der Art „Warum hat ein Haus Fenster?“ entweder gar nicht oder demonstrieren fehlendes Verständnis, indem sie frei assoziieren. Der Haupteffekt *MIR* wird für beide Untertests auf dem 0,1 %-Niveau signifikant und ist auch laut Scheffé-Tests durch die beschriebenen Leistungsunterschiede zwischen der Subgruppe *MIR gering* und den stärker risikobelasteten Subgruppen zu erklären ( $p < .01$ ).

#### **7.4.1.2 Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von vier Jahren**

Im Alter von vier Jahren wurden die Fähigkeiten und Fertigkeiten mit der K-ABC erfasst. Die Abbildungen 17a und 17b veranschaulichen die Skalenwerte der Untertests der *Skala des einzelheitlichen Denkens (SED)* und der *Skala des ganzheitlichen Denkens (SGD)*. Diese sind auf einen Mittelwert von 10 mit einer Standardabweichung von 3 normiert. Die Leistungen in den Untertests der *Fertigkeitenskala (FS)*, die Abbildung 17c zeigt, sind auf Standardwerte mit einem Mittelwert von 100 mit einer Standardabweichung von 15 normiert. Die statistischen Kennwerte der varianzanalytischen Berechnungen und der post-hoc-Tests (Scheffé- oder Dunnett-T3-Test) werden, sofern der nonparametrische Kruskal-Wallis-Test nicht zu anderen Ergebnissen kommt, jeweils über den Säulen angegeben.

Allen Untertests der *Skala einzelheitlichen Denkens (SED)* (vgl. Abb. 17a) ist gemeinsam, dass sie die Gedächtnisleistungen in unterschiedlichen Modalitäten erfassen. Des Weiteren wird diagnostiziert, wie gut Kinder sukzessiv vorgegebene Informationen verarbeiten können. Der Untertest *Handbewegungen* erfasst die visuell-motorischen Gedächtnisleistungen über die Vorgabe von zunehmend länger werdenden Sequenzen von Handbewegungen, die die Kinder nachahmen sollen. Hier handelt es sich um einen, der insgesamt drei sprachfreien Untertests, die im Folgenden mit <sup>+</sup> markiert sind.



**Abb.17a:** Vergleich der Leistungen in der Skala einzelheitlichen Denkens (SED) der K-ABC in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

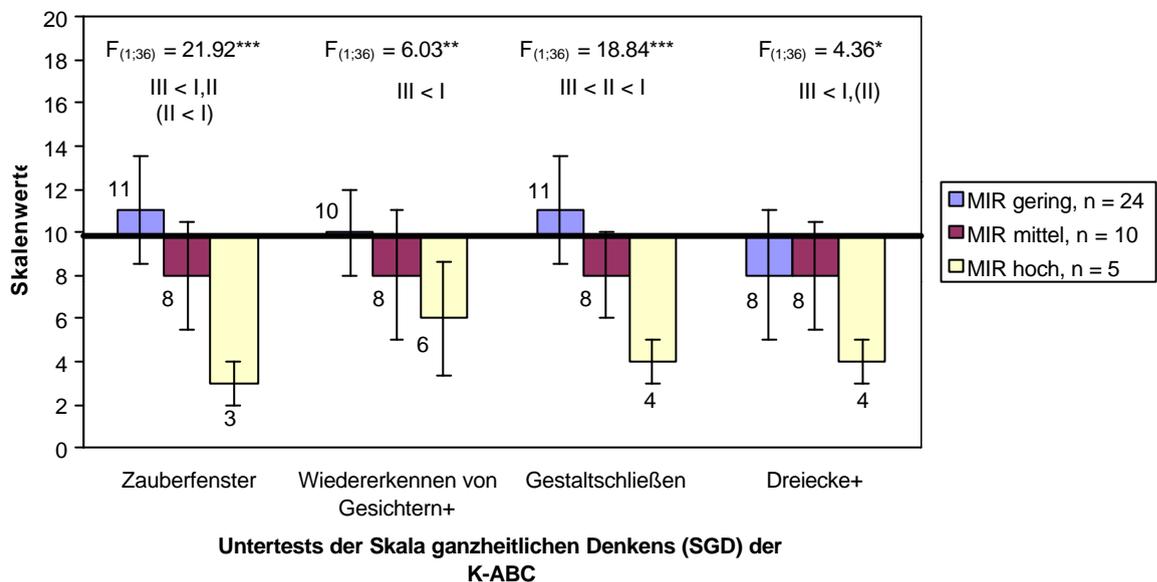
Während den Kindern mit geringer und mittlerer Risikobelastung eine Reproduktionsleistung im Normbereich gelingt, schneiden die Kinder mit hoher Risikobelastung weit unterdurchschnittlich ab. Das ist nicht zuletzt auch auf die z.T. erheblichen feinmotorischen Schwierigkeiten dieser Kinder zurückzuführen. Entsprechend wird der Haupteffekt *MIR* auf dem 0,1 %-Niveau signifikant, was nach den Ergebnissen des post-hoc Scheffé-Tests auf den Leistungsunterschied von 5 Skalenwertpunkten zwischen den gering und den hoch risikobelasteten Kindern zurückgeht ( $p < .01$ ). Der numerische Unterschied von 4 Skalenwertpunkten zwischen den Subgruppen *MIR mittel* und *MIR gering* wird aufgrund der erhöhten Leistungsstreuung der Kinder mit mittlerer Risikobelastung allerdings nicht signifikant.

Der Untertest *Zahlennachsprechen* erfasst die phonologische Kurzzeitgedächtnisspanne über die Reproduktion von zunehmend längeren Zahlenreihen (vgl. auch *Zahlen Merken* im WET). Die auditive Kurzzeitgedächtnisspanne der Kinder mit geringer Risikobelastung ist unauffällig. Auch die Kinder mit mittlerer Risikobelastung erreichen einen Skalenwert im Normbereich. Dagegen schneiden die Kinder mit hoher Risikobelastung unterdurchschnittlich ab, wobei es einigen immerhin gelingt, die kürzesten Zahlenreihen korrekt zu reproduzieren.

Dennoch geht der signifikante Haupteffekt *MIR* wiederum auf diese Subgruppe zurück: Die kritische Differenz von 5 Skalenwertpunkten zu den Leistungen der gering risikobelasteten Kinder wird im Dunnett-T3-Test auf dem 0,1 %-Niveau signifikant, die von 3 Skalenwertpunkten zu den Leistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung auf dem 5 %-Niveau.

Bei dem Untertest *Wortreihe* müssen sprachliche Reize visuell-motorisch umgesetzt werden: Die Aufgabe der Kinder besteht darin, auf zunehmend mehr Figuren, deren Anordnung gleich bleibt, in der genannten Reihenfolge ohne Nachsprechen zu zeigen. Den Kindern mit geringer und mittlerer Risikobelastung gelingt das in etwa gleich gut, während die Kinder mit hoher Risikobelastung große Schwierigkeiten haben. Entsprechend geht der signifikante Haupteffekt *MIR* auf die kritischen Differenzen von 4 bzw. 3 Skalenwertpunkten zwischen den hoch und den beiden geringer risikobelasteten Subgruppen zurück ( $p < .01$  bzw.  $p < .05$ ).

Abbildung 17b veranschaulicht die Leistungen in den Untertests der Skala ganzheitlichen Denkens (SGD).



**Abb.17b:** Vergleich der Leistungen in der Skala ganzheitlichen Denkens (SGD) der K-ABC in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$ .

Allen Aufgaben der Untertests *Zauberfenster*, *Wiedererkennen von Gesichtern*, *Gestaltschließen* und *Dreiecke* ist gemeinsam, dass sie räumlich-gestalthaft sind und Analogieschlüsse oder die Organisation von Reizen verlangen. Die Aspekte der Vorlagen müssen jeweils gleichzeitig integriert und zusammengefügt werden.

Dabei erfüllt der Untertest *Zauberfenster*, mit dem die Testung beginnt, zusätzlich eine „Eisbrecherfunktion“. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, so schnell wie möglich ein Objekt zu benennen, dessen Teile durch langsames Weiterdrehen einer Scheibe sukzessive sichtbar werden bzw. wieder verschwinden. Den Kindern der Subgruppe *MIR gering* bereitet diese Aufgabe keine Schwierigkeiten. Sie erreichen Skalenwerte im oberen Normbereich. Auch die

Leistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung sind als normal zu bezeichnen, wenn gleich sie im unteren Teil des Normbereichs liegen. Die Kinder mit hoher Risikobelastung schneiden dagegen weit unterdurchschnittlich ab. Der auf dem 0,1 %-Niveau signifikante Haupteffekt *MIR* geht diesen Ausführungen entsprechend und dem Dunnett-T3-Test zufolge auf die Subgruppe *MIR hoch* zurück ( $\text{Diff}_{\text{krit}} = 7.7$ ,  $p < .001$  zur Subgruppe *MIR gering*;  $\text{Diff}_{\text{krit}} = 5.3$ ,  $p < .001$  zur Subgruppe *MIR mittel*).

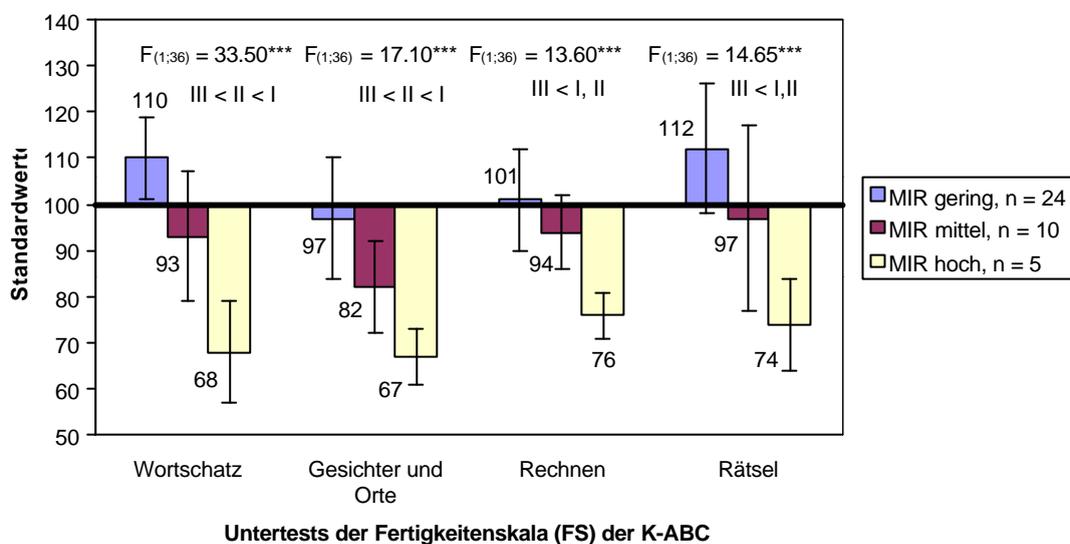
Der Untertest *Wiedererkennen von Gesichtern* erfasst die visuellen Wahrnehmungsleistungen über das Einprägen eines Gesichtes und dessen Wiedererkennen in einem Gruppenbild. Die Kinder der Subgruppe *MIR gering* schneiden dabei im Mittel durchschnittlich ab, die Kinder der Subgruppe *MIR mittel* erreichen einen Skalenwert im unteren Normbereich. Beim Wiedererkennen von Gesichtern liegt der mittlere Skalenwert der Kinder mit hoher Risikobelastung zwar ebenfalls unterhalb des Normbereichs, doch sie erreichen ihren vergleichsweise höchsten Skalenwert in diesem Untertest. Dennoch geht der Haupteffekt *MIR* auf diese Subgruppe zurück: Mit einer kritischen Differenz von 4 Skalenwertpunkten zu den gering risikobelasteten Kindern wird der Leistungsunterschied im Scheffé-Test auf dem 0,1 %-Niveau signifikant.

Beim Untertest *Gestaltschließen* besteht die Aufgabe der Kinder nicht nur darin, eine teilweise unvollständige Zeichnung bekannter Objekte zu erkennen, sie müssen das Objekt auch benennen. Damit bildet ein hinreichend großer aktiver Wortschatz die Voraussetzung für eine erfolgreiche Bewältigung. Wie aufgrund der Feinanalyse der Sprachleistungen zu erwarten, schneiden die Kinder mit geringer Risikobelastung in diesem Untertest gut ab. Die Leistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung liegen im unteren Normbereich und die der Kinder mit hoher Risikobelastung schneiden unterdurchschnittlich ab. Insgesamt differenziert die Fähigkeit zum Erkennen und Benennen der dargebotenen Objekte in Form von Strichzeichnungen am besten zwischen den Subgruppen. Der signifikante Haupteffekt *MIR* geht auf Unterschiede zwischen allen drei Subgruppen zurück. Die Ergebnisse des post-hoc-Tests weisen die Leistungen der hoch risikobelasteten Kinder mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 % als von denen der geringer belasteten Kinder verschieden aus ( $\text{Diff}_{\text{krit}} = 6.9$  bzw.  $\text{Diff}_{\text{krit}} = 4.6$ ). Die numerische Differenz von 3 Skalenwertpunkten zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* wird auf dem 5 %-Niveau signifikant.

Mit dem Untertest *Dreiecke* wird primär die visuell-motorische Integrationsleistung erfasst. Die Aufgabe der Kinder besteht dabei im Zusammenfügen von Mustern aus Gummidreiecken nach einer bildlichen Vorlage. Während sowohl die Kinder mit geringer als auch die mit mittlerer Risikobelastung Skalenwerte am unteren Rand des Normbereichs erreichen, schnei-

den die Kinder mit hoher Risikobelastung unterdurchschnittlich ab. Der Haupteffekt *MIR* geht auf diesen numerischen Leistungsunterschied von 4 Skalenwertpunkten zurück. Dabei unterscheiden sich die Kinder mit geringer Risikobelastung im post-hoc-Test von denen mit hoher Risikobelastung auf dem 5 %-Niveau, während das Signifikanzniveau für den Leistungsunterschied zwischen Kindern mit mittlerer und hoher Risikobelastung knapp verpasst wird ( $p = .06$ ).

Abbildung 17c zeigt schließlich die mittleren Standardwerte in den Untertests der Fertigkeitenskala (FS).



**Abb.17c:** Vergleich der Leistungen in der Fertigkeitenskala (FS) der K-ABC in den Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch*. Signifikante Unterschiede sind mit \* markiert: \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$ .

Den Untertests der *Fertigkeitenskala* ist gemeinsam, dass sie Faktenwissen und Fertigkeiten abprüfen, deren Erwerb gewöhnlich im Kindergarten oder durch Aufgeschlossenheit der Umwelt gegenüber stattfindet.

Zur Erfassung des *Wortschatzes* der Kinder im Alter von vier Jahren werden Fotografien von Objekten vorgegeben, die benannt werden sollen. Die Kinder der Subgruppe *MIR gering* zeigen bei diesen Aufgaben Leistungen im oberen Normbereich. Während die Kinder mit hoher Risikobelastung im Mittel einen Standardwert erreichen, der mehr als zwei Standardabweichungen unterhalb des mittleren Normwertes von 100 liegt, ist auch der Wortschatz der Kinder mit mittlerer Risikobelastung als normal zu bezeichnen ( $M = 93$ ,  $SD = 14$ ). Da dieser Standardwert aber im unteren Normbereich liegt, differenziert der Untertest *Wortschatz* sehr gut zwischen den Subgruppen: Wie der Scheffé-Test zeigt, geht der signifikante Haupteffekt

*MIR* sowohl auf den numerischen Leistungsunterschied von 41 Standardwertpunkten ( $p < .001$ ) zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR hoch*, den von 17 Standardwertpunkten zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* ( $p < .01$ ) als auch den von 25 Standardwertpunkten zwischen den Subgruppen *MIR mittel* und *MIR hoch* zurück ( $p < .01$ ).

Beim Untertest *Gesichter und Orte* werden den Kindern farbige oder schwarz-weiße Bilder von bekannten Fernseh- und Märchenfiguren, Persönlichkeiten oder von Bauwerken gezeigt. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, diese wiederzuerkennen und korrekt zu benennen. Auch in diesem Untertest ergeben sich deutliche Leistungsunterschiede zwischen den Subgruppen, wobei die gering risikobelasteten Kinder einen Standardwert erreichen, der etwa der Norm entspricht, während die Kinder mit mittlerer und hoher Risikobelastung unterdurchschnittlich abschneiden. Der Standardwert der Kinder mit mittlerer Risikobelastung liegt allerdings eben gerade unterhalb des Normbereichs, während die Kinder mit hoher Risikobelastung wiederum eine weit unterdurchschnittliche Leistung zeigen. Im post-hoc-Test (Dunnett-T3) unterscheiden sich entsprechend wiederum alle Subgruppen auf dem 0,1%- bzw. dem 1%-Niveau signifikant voneinander.

Der Untertest *Rechnen* wird eingesetzt, um zu erfassen, wie gut die Kinder im Alter von vier Jahren schon zählen können. Wiederum entsprechen die Leistungen der Kinder mit geringer und mittlerer Risikobelastung der Norm, wobei die Kinder der Subgruppe *MIR mittel* einen Standardwert im unteren Normbereich erreichen. Die Kinder mit hoher Risikobelastung schneiden unterdurchschnittlich ab. Sie unterscheiden sich numerisch um 25 Standardwertpunkte von den gering risikobelasteten Kindern sowie um 18 Standardwertpunkte von den Kindern mit mittlerer Risikobelastung. Beide kritischen Differenzen werden auf dem 0,1%-Niveau signifikant.

Der Untertest *Rätsel* erfordert schließlich die ganzheitliche Verarbeitung einzelheitlich vorgegebener Attribute, die den Kindern sprachlich vorgegeben werden (z.B. „Was hängt an der Decke und gibt uns Licht, wenn es dunkel ist?“). Die richtige Lösung dieser Rätsel erfordert neben einem guten Sprachverständnis und Sprachgedächtnis auch ein sehr gutes Weltwissen. Wie Abbildung 17c zeigt, verfügen die Kinder der Subgruppe *MIR gering* über beides, denn sie schneiden bei diesem Untertest im oberen Normbereich ab. Auch die Kinder mit mittlerer Risikobelastung erreichen einen normalen Standardwert. Die Kinder mit hoher Risikobelastung zeigen eine unterdurchschnittliche Leistung, wie auch aufgrund ihres Abschneidens im Sprachtest zu erwarten war. Entsprechend geht der signifikante Haupteffekt *MIR* auf die Subgruppe *MIR hoch* zurück. Die kritische Differenz von 39 Standardwertpunkten zur Subgruppe

*MIR gering* wird im post-hoc Dunnett-T3-Test auf dem 0,1 %-Niveau signifikant, die von 23 Standardwertpunkten zur Subgruppe *MIR mittel* wird auf dem 5 %-Niveau signifikant.

#### 7.4.1.3 Zusammenfassung und Diskussion

Die vorliegenden Befunde bestätigen im wesentlichen die forschungsleitende Erwartung III: Durch die Berücksichtigung der medizinischen Risikobelastung in der Neugeborenenperiode ist auch eine gute Vorhersage der Leistungen in anderen Funktionsbereichen im Alter von drei Jahren sowie der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von vier Jahren möglich.

Die Kinder mit hoher Risikobelastung zeigen den Erwartungen entsprechend so schwere Defizite, dass man ihnen mit den hier verwendeten Testverfahren schon im Alter von drei Jahren nicht mehr gerecht wird. Sie unterscheiden sich in allen Untertests des WET und der K-ABC deutlich von den Kindern mit geringer Risikobelastung, in einigen Untertests aber auch von den Kindern mit mittlerer Risikobelastung. Zwischen den Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* ergeben sich, wie erwartet, Leistungsunterschiede. Die Kinder mit mittlerer Risikobelastung erreichen in den nonverbalen Bayley-Items einen vergleichbar geringen Summenwert, ebenso die Kinder mit hoher Risikobelastung. Ihre grobmotorischen Fähigkeiten sind als unterdurchschnittlich zu bezeichnen, ebenso ihre Fähigkeit zum Musterlegen nach einer Vorlage. Ihre visuell-räumliche Gedächtnisspanne im Untertest *Schatzkästchen* des WET ist ebenso stark vermindert wie die der Kinder mit hoher Risikobelastung. Auch im Untertest *Handbewegungen*, der zur Erfassung der visuell-motorischen Gedächtnisspanne im Alter von vier Jahren eingesetzt wurde, schneiden die Kinder mit mittlerer Risikobelastung unterdurchschnittlich ab. Die Leistungen der Kinder mit geringer Risikobelastung sind dagegen als altersentsprechend zu bezeichnen.

Allerdings schneiden die Kinder mit geringer und mittlerer Risikobelastung in den Untertests *Nachzeichnen* und *Dreiecke* zur Erfassung der visuell-motorischen Integrationsleistung vergleichbar schlecht ab. Bei der Konstruktion geometrischer Figuren nach einer bildlichen Vorlage haben nicht nur die Kinder mit mittlerer Risikobelastung Schwierigkeiten. Auch den Kindern mit geringer Risikobelastung fällt das Nachzeichnen sowie das Zusammenlegen von Gummidreiecken zu vorgegebenen Mustern schwer. Dabei kann ausgeschlossen werden, dass das auf die visuellen Wahrnehmungsfähigkeiten der Kinder zurückführbar ist: Die Leistungen der Kinder beider Subgruppen liegen sowohl beim Erkennen der Gleichheit von Bildern aufgrund spezieller Merkmale (*Bilderlotto*) als auch beim Wiedererkennen von Gesichtern in den

gleichnamigen Untertest der K-ABC im Normbereich. Beim Zusammenfügen von Gummidreiecken nach einer bildlichen Vorlage erreichen beide Subgruppen einen mittleren Skalenswert von 8. Damit liegen ihre Leistungen zwar noch im unteren Normbereich, was für die Kinder mit mittlerer Risikobelastung die Regel ist, für die Kinder mit geringer Risikobelastung aber die Ausnahme darstellt.

In Übereinstimmung mit den bisherigen Befunden der Frühgeborenenforschung sprechen die vorliegenden Ergebnisse somit für ein Defizit unreif geborener Kinder im Bereich der visuell-motorischen Integrationsleistung, von dem selbst unreif geborene Kinder ohne gravierende medizinische Komplikationen betroffen zu sein scheinen (vgl. Riegel et al., 1995; Sarimski, 2000). Mit diesem Defizit lässt sich auch das generell schlechtere Abschneiden der unreif geborenen Kinder in der *Sprachfreien Skala* der K-ABC erklären (vgl. Abb. 3b, 4a und 4b), wobei die stärker risikobelasteten Kinder sich wiederum deutlich in der erwarteten Richtung von den gering belasteten Kindern unterscheiden.

Die Untertests der *Fertigkeitenskala* sind schließlich in höchstem Maße sprachlich. Sie setzen Sprachverständnis und Ausdrucksvermögen voraus und sollen eine Einschätzung des gegenwärtigen Bildungsstandes des Kindes und die Prädiktion seiner zukünftigen schulischen Erfolge ermöglichen. Nach ihrem Abschneiden im Sprachtest und in den Untertests der Fertigkeitenskala erfüllen die Kinder mit geringer Risikobelastung die genannten Voraussetzungen und haben eine gute Prognose. Die sprachlichen Defizite der Kinder mit hoher Risikobelastung erschweren die Durchführung erheblich. Aufgrund dieser Defizite ist ihre Entwicklungsprognose schlecht. Mit Ausnahme des Sprachgedächtnisses, das bei den unreif geborenen Kindern mit mittlerer Risikobelastung nach den Befunden des Sprachtests defizitär ist, lagen ihre Leistungen beim Verstehen von Sätzen und ihre Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals im Normbereich. Entsprechend ist auch der produktive Wortschatz dieser Kinder im Alter von vier Jahren als normal zu bezeichnen. Des Weiteren zeigen sie altersentsprechende Leistungen bei einfachen Rechenoperationen und beim Lösen von Rätselaufgaben. Allerdings liegen die Standardwerte im unteren Normbereich, im Untertest *Gesichter und Orte* sogar knapp darunter.

Im Einklang mit der Annahme von zwei Schwellen der Plastizität des zentralen Nervensystems (Wolke, 1997) können die vorliegenden Befunde wie folgt interpretiert werden: Bei geringer biologischer Risikobelastung ist nicht mit gravierenden und persistierenden Entwicklungsabweichungen zu rechnen. Mit Ausnahme von spezifischen Schwächen im Bereich der visuell-motorischen Integration nehmen biologische Risiken nur geringen Einfluss auf die Entwicklung. Bei Kindern mit mittlerer biologischer Risikobelastung persistieren Entwick-

lungsverzögerungen nur dann bzw. werden zu Entwicklungsstörungen, wenn diese nicht kompensiert werden. In der Bayerischen Längsschnittstudie haben sich soziale Schutzfaktoren, wie eine gelungene Eltern-Kind-Interaktion und innerfamiliäre oder externe Fördermaßnahmen als bedeutsam erwiesen. Wenngleich der Einfluss sozialer Faktoren in der vorliegenden Arbeit nicht systematisch untersucht wurde, erscheint eine derartige Kompensation wahrscheinlich, da es sich überwiegend um unreif geborene Kinder der oberen Mittelschicht handelte, in der von guten Fördermöglichkeiten für alle Kinder ausgegangen werden kann. Bei Kindern mit hoher biologischer Risikobelastung sind dagegen die Grenzen der Plastizität des zentralen Nervensystems erreicht. Förderung führt allenfalls zu kleinen individuellen Fortschritten, aber altersentsprechende Leistungen sind nicht zu erwarten. Auf die Frage nach der Stabilität der Leistungen bzw. nach einem Aufholwachstum in einzelnen Subgruppen wird in Kapitel 7.5 eingegangen.

#### **7.4.2 Sprachliche Fähigkeiten und nonverbale Intelligenzleistungen**

Nachdem der Leistungsstand unreif geborener Kinder in den Funktionsbereichen des WET sowie die intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der K-ABC vergleichend betrachtet wurde, stellt sich nun die Frage nach den Zusammenhängen zwischen sprachlichen und nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten. Wolke & Riegel (1999a,b) kommen aufgrund ihrer Untersuchungen zu dem Schluss, dass unreif geborene Kinder keine spezifischen sprachlichen Defizite haben. Alle signifikanten Sprachleistungsunterschiede zwischen den Subgruppen unreif geborener Kinder nach Gestationsalter verschwanden, wenn der Einfluss der Intelligenz kontrolliert wurde. Dagegen fanden Stamm et al. (2002) einen spezifischen Einfluss der Unreife bei der Geburt bzw. perinataler Komplikationen auf die Sprachentwicklung. Um diesen widersprüchlichen Befunden Rechnung zu tragen, wurden zwei dementsprechende konkurrierende forschungsleitende Erwartungen IVa. und IVb. abgeleitet. Ihre Gültigkeit wird in Anlehnung an die Vorgehensweise von Wolke & Riegel (1999b) zunächst kovarianzanalytisch geprüft. Im Anschluss daran werden die Zusammenhangsmuster zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen getrennt für die Subgruppen nach MIR dargestellt. Dabei steht die Frage im Vordergrund, ob sich in einer der Subgruppen andere Zusammenhänge ergeben als dieses normalerweise zu erwarten wäre.

### 7.4.2.1 Kovarianzanalytische Befunde

Zur Überprüfung der Annahme, dass die gefundenen Sprachleistungsunterschiede zwischen den Subgruppen nach MIR auf deren Intelligenzunterschiede zurückführbar sind, wurden die Varianzanalysen aus Kapitel 7.3.2 im Alter von drei und vier Jahren (vgl. Abb. 10b und 10c) noch einmal mit der Kovariate *nonverbale intellektuelle Fähigkeiten* gerechnet. Mit Hilfe der Kovarianzanalyse wird der Einfluss der nonverbalen Intelligenzunterschiede, die zwischen den untersuchten unreif geborenen Kindern bestehen, auf die Sprachleistungen statistisch ausgeschaltet (Bortz, 1999). Vor dem Hintergrund der Befunde der Bayerischen Längsschnittstudie wird erwartet, dass die gefundenen Subgruppenunterschiede und damit die signifikanten Haupteffekte *MIR* verschwinden, wenn der Einfluss der nonverbalen Intelligenz auf die Sprachleistungen statistisch kontrolliert wird. Im Alter von drei Jahren werden als Maß der nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten die C-Werte in den sprachfreien Untertests der Funktionsbereiche *Lernen und Gedächtnis* sowie *Kognitive Entwicklung* des WET aufsummiert und gemittelt. Im Alter von vier Jahren wird der Standardwert der *Sprachfreien Skala (NV)* der K-ABC als Kovariate eingeführt.

Tabelle 18 fasst die kovarianzanalytischen Ergebnisse im Alter von drei Jahren zusammen. Die angegebenen F-Werte beziehen sich auf die Mittelwertsunterschiede zwischen den Subgruppen nach MIR, deren mittlere T-Werte und Standardabweichungen in den Untertests des SETK 3-5 in Abbildung 10b veranschaulicht werden.

**Tabelle 18:** Kovarianzanalyse mit der Kovariate *nonverbale intellektuelle Fähigkeiten*, der unabhängigen Variable *MIR* und den Leistungen in den Untertests des SETK 3-5 im Alter von drei Jahren als abhängigen Variablen (N = 27).

Quelle der Varianz	VS	ESR	MR	PGN
<b>Kovariate</b>	<b>Gruppenvergleiche</b>			
nonverbale intellektuelle Fähigkeiten	$F_{(1;23)} = 4.98^*$	$F_{(1;23)} = 0.57$	$F_{(1;23)} = 0.08$	$F_{(1;23)} = 0.11$
<b>Unabhängige Variable</b>				
MIR	$F_{(2;23)} = 5.43^*$	$F_{(2;23)} = 6.64^{**}$	$F_{(2;23)} = 3.55^*$	$F_{(2;23)} = 3.89^*$
<b>Fehler</b>	(49.44)	(73.27)	(98.33)	(103.79)

**Anmerkungen:** \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\* $p < .001$

Werte innerhalb der Klammern repräsentieren die mittleren Quadratfehler.

Ein signifikanter Einfluss der nonverbalen Intelligenz ist auf die Satzverstehensleistungen nachweisbar. Die Leistungsunterschiede zwischen den Subgruppen nach MIR im Satzverstehen lassen sich aber, entgegen der Erwartungen, ebenso wenig allein auf die nonverbale Intelligenz der unreif geborenen Kinder zurückführen, wie die in den Fähigkeiten zur korrekten Enkodierung von Bildinformationen (*ESR*), zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals (*MR*) und in den phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen beim Nachsprechen von Nichtwörtern (*PGN*). Während die gefundenen Subgruppenunterschiede im Satzverstehen und in der Satzproduktion (*ESR*) geringer werden, wenn der Einfluss der nonverbalen Intelligenz statistisch kontrolliert wird, ändert sich nichts an den Leistungsunterschieden im morphologischen Bereich (*MR*) und den Differenzen in der Leistungsfähigkeit des phonologischen Arbeitsgedächtnisses im Untertest *PGN* zwischen den Subgruppen.

Tabelle 19 fasst die kovarianzanalytischen Ergebnisse im Alter von vier Jahren zusammen. Die angegebenen F-Werte beziehen sich auf die Mittelwertsunterschiede zwischen den Subgruppen nach MIR, deren mittlere T-Werte und Standardabweichungen in den Untertests des SETK 3-5 in Abbildung 10c veranschaulicht werden.

**Tabelle 19:** Kovarianzanalyse mit der Kovariate *nonverbale Intelligenz*, der unabhängigen Variable MIR und den Leistungen in den Untertests des SETK 3-5 im Alter von vier Jahren als abhängigen Variablen (N = 39).

Quelle der Varianz	VS	MR	PGN	SG
<b>Kovariate</b>	<b>Gruppenvergleiche</b>			
nonverbale intellektuelle Fähigkeiten	$F_{(1;35)} = 4.89^*$	$F_{(1;35)} = 1.44$	$F_{(1;35)} = 0.01$	$F_{(1;35)} = 0.25$
<b>Unabhängige Variable</b>				
MIR	$F_{(2;35)} = 6.48^{**}$	$F_{(2;35)} = 2.55$	$F_{(2;35)} = 11.72^{***}$	$F_{(2;35)} = 18.73^{***}$
<b>Fehler</b>	(59.80)	(123.62)	(83.62)	(59.85)

**Anmerkungen:** \* $p < .05$ ; \*\* $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$   
Werte innerhalb der Klammern repräsentieren die mittleren Quadratfehler.

Auch im Alter von vier Jahren kann nur ein signifikanter Einfluss der nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten auf die Sprachverstehensleistungen nachgewiesen werden. Dennoch führt die Ausschaltung des Einflusses der sprachfreien Intelligenz zu einer Verminderung der Subgruppenunterschiede. Im Untertest *MR* verschwinden diese sogar ganz, obwohl der Einfluss

der Kovariate auf die Fähigkeitsunterschiede bei der morphologischen Markierung des Plurals nicht statistisch signifikant wird. Dagegen bleiben die gefundenen Subgruppenunterschiede in den Sprachgedächtnisleistungen auf dem 0,1 %-Niveau signifikant.

Nach den vorliegenden Befunden gehen die Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen nicht allein auf die Unterschiede in den nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten zurück. Es stellt sich allerdings die Frage, ob nicht zumindest in den höher risikobelasteten Subgruppen ein enger Zusammenhang zwischen den sprachlichen und den nichtsprachlichen Leistungen besteht.

#### **7.4.2.2 Zusammenhangsmuster zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Fähigkeiten**

Generell sollten die Korrelationen zwischen Untertests des Sprachtests (SETK) und sprachfreien Untertests des WET bzw. der K-ABC gering ausfallen. Das wird zumindest auch bei den Kindern mit geringer Risikobelastung erwartet, deren Leistungen etwa der Norm entsprechen. Dagegen wird davon ausgegangen, dass die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen mit zunehmender Risikobelastung erhöht sind, da biologische Hoch-Risikokinder sowohl sprachliche als auch intellektuelle Defizite haben. Um diese Erwartung zu überprüfen, wurden Pearson-Produkt-Moment-Korrelationen und alternativ Spearman-Rang-Korrelationen zwischen dem Abschneiden in den Untertests des SETK 3-5 im Alter von drei Jahren und den nichtsprachlichen Untertests des WET getrennt für die Subgruppen nach MIR berechnet. Im Alter von vier Jahren wurde analog mit den Untertests des SETK 3-5 und denen der Sprachfreien Skala (NV) vorgegangen.

Die Tabellen 20a-c zeigen die Zusammenhangsmuster im Alter von drei Jahren für die Subgruppen *MIR gering*, *MIR mittel* und *MIR hoch* im Vergleich.

**Tabelle 20a:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und sprachfreien Untertests des WET in der Subgruppe *MIR gering* (Stichprobe 1, n = 15)

WET Funktionsbereiche/ Sprachfreie Untertests		Untertests des SETK 3-5			
		Verstehen von Sätzen (VS)	Enkodierung semantischer Relationen (ESR)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)
<b>Motorik</b>	Turnen	.33 <sup>1</sup> .43 <sup>2</sup>	.35 .39	.18 .29	.25 .20
	Lernbär	.24 .32	.20 .22	.17 .22	-.03 -.02
<b>Visumotorik/ Visuelle Wahrnehmung</b>	Nachzeichnen	.59* .52*	.06 .04	-.40 -.27	.09 .30
	Bilderlotto	.09 .02	.04 -.16	-.08 -.07	-.03 -.16
<b>Lernen und Gedächtnis</b>	Schatz- kästchen	-.08 -.05	.50 .42	.33 .36	.30 .22
	Muster Legen	.48 .40	.04 .18	.00 .22	-.18 -.17

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Wie erwartet ergeben sich im Alter von drei Jahren schwache bis mäßige Korrelationen zwischen den sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen in der Subgruppe *MIR gering*.

Lediglich die visuell-motorischen Leistungen beim Nachzeichnen von einfachen geometrischen Figuren nach Vorlage korrelieren in mittlerer Höhe mit dem *Verstehen von Sätzen (VS)* (vgl. Abb. 18a). Denkbar wäre allenfalls, dass beiden eine motorische Komponente gemeinsam ist: Während beim Nachzeichnen visuelle Reize in Handlungen umgesetzt werden müssen, sind es zumindest bei den Manipulationsaufgaben des Untertests *Verstehen von Sätzen (VS)* visuelle und auditive Reize in Kombination, die in Handlungen umzusetzen sind.

Die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen sind in der Subgruppe *MIR mittel* ebenfalls überwiegend gering. Allerdings fallen die hohen negativen Korrelationen zwischen den nonverbalen Untertests der Funktionsbereiche *Lernen und Gedächtnis* und *Kognitive Entwicklung* des WET mit dem Untertest *Morphologische Regelbildung (MR)* des SETK 3-5 auf.

**Tabelle 20b:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und sprachfreien Untertests des WET in der Subgruppe *MIR mittel* (Stichprobe 1, n = 7)

WET Funktionsbereiche/ Sprachfreie Untertests		Untertests des SETK 3-5			
		Verstehen von Sätzen (VS)	Enkodierung semantischer Relationen (ESR)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)
<b>Motorik</b>	Turnen	.11 <sup>1</sup> -.06 <sup>2</sup>	.14 .10	.49 .41	.25 .26
	Lernbär	.23 .00	-.47 -.34	-.29 -.17	-.41 -.26
<b>Visumotorik/ Visuelle Wahrnehmung</b>	Nachzeichnen	.41 .34	.05 .10	.60 .06	-.20 .07
	Bilderlotto	.25 .00	-.22 -.01	.14 .10	-.41 -.06
<b>Lernen und Gedächtnis</b>	Schatz- kästchen	.31 .34	-.40 -.55	-.70 -.86*	-.35 -.45
<b>Kognitive Entwicklung</b>	Muster Legen	.25 .25	.12 -.07	-.62 -.65	.04 .08

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Diese gehen vermutlich auf die im Mittel vergleichsweise guten Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals und sehr schlechte visuell-räumliche Gedächtnisleistungen bzw. visuell-motorische Integrationsleistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung zurück. Aufgrund der geringen Besetzung der Subgruppe sind die gefundenen Zusammenhangsmuster allerdings mit Vorsicht zu interpretieren.

Wie der Abbildung 20c zu entnehmen ist, ergeben sich mittlere bis sehr hohe Zusammenhänge zwischen den verbalen und nonverbalen Leistungen in der Subgruppe *MIR hoch*. Diese werden allerdings zumeist aufgrund der zu geringen Subgruppengröße nicht statistisch signifikant. Die Kinder mit hoher Risikobelastung haben sowohl in den sprachlichen als auch in den nichtsprachlichen Untertests weit unterdurchschnittlich abgeschnitten bzw. bei einigen Untertests kein Item gelöst, worauf die perfekten bzw. nahezu perfekten Zusammenhänge zurückführbar sind. Auffällig sind darüber hinaus die durchgängig hohen Zusammenhänge zwischen motorischen und sprachlichen Leistungen in dieser Subgruppe. Grob- und feinmotorische Schwierigkeiten werden als Indikatoren für eine verzögerte Gehirnreifung betrachtet, deren Einfluss bei unreif geborenen Kindern mit hoher Risikobelastung offensichtlich noch im Alter von vier Jahren nachweisbar ist.

**Tabelle 20c:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und sprachfreien Untertests des WET in der Subgruppe *MIR hoch* (Stichprobe 1, n = 5; Altersbereich: 3;0-3;11)

WET Funktionsbereiche/ Sprachfreie Untertests		Untertests des SETK 3-5			
		Verstehen von Sätzen (VS)	Enkodierung semantischer Relationen (ESR)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)
<b>Motorik</b>	Turnen	.52 <sup>1</sup> .30 <sup>2</sup>	.87 .89*	.84 .97**	.61 .61
	Lernbär	.46 .13	.62 .58	.96* .92*	.83 .73
<b>Visumotorik/ Visuelle Wahrnehmung</b>	Nachzeichnen	.46 .36	.16 .36	.94* .79	1.00*** 1.00***
	Bilderlotto	.46 .36	.16 .36	.94* .79	1.00*** 1.00**
<b>Lernen und Gedächtnis</b>	Schatz- kästchen	.56 .34	.61 .80	.99** 1.00***	.88 .79
<b>Kognitive Entwicklung</b>	Muster Legen	.54 .34	.72 .80	.95* 1.00***	.79 .79

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

In den Tabellen 21a-c sind analog die Zusammenhangsmuster zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen für die Subgruppen nach MIR im Alter von vier Jahren dargestellt. Dazu wurden, wie schon zur vergleichenden Betrachtung der Sprach- und Intelligenzleistungen, die Stichproben 1 und 2 zusammengefasst, um aufgrund einer breiteren Datenbasis argumentieren zu können.

**Tabelle 21a:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der K-ABC in der Subgruppe *MIR gering* (Stichprobe 1 und 2, n = 24, Altersbereich: 4;0 – 4;11).

K-ABC Sprachfreie Skala (NV)	Untertests des SETK 3-5			
	Verstehen von Sätzen (VS)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)	Satz- gedächtnis (SG)
Handbewegungen	-.03 <sup>1</sup>	-.04	.24	.08
	-.03 <sup>2</sup>	-.07	.24	.07
Wiedererkennen von Gesichtern	.39	.08	-.25	.22
	.34	.02	-.31	.07
Dreiecke	.13	.13	.13	.25
	.31	.17	.12	.30

**Anmerkungen:** \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Wie erwartet ergeben sich durchgängig keine bzw. geringe Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen in der Subgruppe *MIR gering*.

Dagegen fallen die Korrelationen in der Subgruppe der Kinder mit mittlerer Risikobelastung für einige Untertests etwas höher aus, wie die Tabelle 21b zeigt.

**Tabelle 21b:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der K-ABC in der Subgruppe *MIR mittel* (Stichprobe 1 und 2, n = 10; Altersbereich: 4;0-4;11).

K-ABC Sprachfreie Skala (NV)	Untertests des SETK 3-5			
	Verstehen von Sätzen (VS)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)	Satz- gedächtnis (SG)
Handbewegungen	.52 <sup>1</sup>	.32	-.16	.13
	.56 <sup>2</sup>	.61	-.58	-.09
Wiedererkennen von Gesichtern	-.01	.45	-.02	-.60
	-.21	.41	.09	-.67*
Dreiecke	.69*	.35	-.32	-.11
	.55	.21	-.37	-.14

**Anmerkungen:** \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Das gilt für die Zusammenhänge zwischen den Leistungen bei der Reproduktion von Handbewegungen sowie dem Zusammenfügen von Gummidreiecken nach bildlicher Vorlage und dem Verstehen von Sätzen (VS). Dabei bleibt unklar, was die gemeinsame Komponente die-

ser Untertests sein könnte. Des Weiteren korrelieren die visuellen Fähigkeiten beim Wiedererkennen von Gesichtern in mittlerer Höhe negativ mit dem Satzgedächtnis (SG). Diese negative Korrelation ergibt sich daraus, dass die Kinder mit mittlerer Risikobelastung gute visuelle Gedächtnisleistungen zeigen, ihre auditiven Gedächtnisleistungen aber ähnlich stark beeinträchtigt sind, wie die der Kinder mit hoher Risikobelastung.

Die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen sind in der Subgruppe *MIR hoch*, wie bereits im Alter von drei Jahren, insgesamt mäßig bis hoch. Das ergibt sich wiederum daraus, dass die hoch risikobelasteten Kinder sowohl in den sprachlichen als auch den nichtsprachlichen Untertests unterdurchschnittlich abschneiden.

Dennoch werden die Zusammenhänge überwiegend nicht signifikant, da die Datenbasis in dieser Subgruppe zu gering ist. Daraus ergibt sich auch, dass die Befunde mit äußerster Vorsicht zu interpretieren sind.

**Tabelle 21c:** Zusammenhangsmuster zwischen Sprachleistungen im SETK 3-5 und intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten in der K-ABC in der Subgruppe *MIR hoch* (Stichprobe 1 und 2,  $n = 5$ , Altersbereich: 4;0 – 4;11).

K-ABC Sprachfreie Skala (NV)	Untertests des SETK 3-5			
	Verstehen von Sätzen (VS)	Morphologische Regelbildung (MR)	Phonologisches Arbeitsgedächtnis für Nichtwörter (PGN)	Satz- gedächtnis (SG)
Handbewegungen	.39 <sup>1</sup> .65 <sup>2</sup>	-.25 -.13	.88* .79	-.38 -.40
Wiedererkennen von Gesichtern	.33 .65	.34 .34	.73 .73	-.56 -.54
Dreiecke	.63 .91*	.61 .65	.41 .41	-.61 -.61

**Anmerkungen:** \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Auffallend ist allerdings der enge Zusammenhang zwischen dem Nachahmen von Handbewegungen bzw. dem Wiedererkennen von Gesichtern und den phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen. Allen drei Untertests ist die Gedächtniskomponente gemeinsam.

### 7.4.2.3 Zusammenfassung und Diskussion

Die vorliegenden kovarianzanalytischen Befunde widersprechen denen von Wolke & Meyer (1999b), da die Ausparialisierung des Einflusses bestehender nonverbaler Intelligenzunterschiede nicht zu einem Verschwinden der Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen unreif geborener Kinder führt. Das gilt insbesondere für die Sprachgedächtnisleistungen. Es stellt sich die Frage, wie die Abweichungen zu erklären sind. Zum einen sind die anfallend untersuchten Stichproben mit 27 bzw. 39 Kindern bedeutend kleiner als die der Bayerischen Längsschnittstudie (N = 264). Hinzu kommt, dass die unreif geborenen Kinder mit hoher medizinischer Risikobelastung deutlich unterrepräsentiert sind (n = 5). Allerdings fanden Wolke & Meyer (1999b) auch dann keine signifikanten Gruppenunterschiede, wenn die Kinder mit um mehr als zwei Standardabweichungen unter der Norm liegenden Leistungen aus den Analysen ausgeschlossen wurden. Zur Erfassung der sprachlichen Leistungen wurden schließlich andere Testinstrumente eingesetzt, sodass ein methodischer Effekt der Operationalisierung nicht ausgeschlossen werden kann. Wichtiger für die Erklärung der Unterschiede sind aber sicherlich die folgenden Gründe:

- Wolke & Meyer (1999b) haben den Einfluss der allgemeinen Intelligenz, operationalisiert über den Standardwert in der *Skala intellektueller Fähigkeiten (SIF)* der K-ABC auf die Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen kontrolliert. Da in den SIF-Wert auch verbale Intelligenzleistungen eingehen, überrascht das Verschwinden der Gruppenunterschiede nicht. In dieser Arbeit wird aus diesem Grund der Einfluss der nonverbalen Intelligenz, operationalisiert über den Standardwert der *Sprachfreien Skala (NV)* auf die Sprachleistungen „neutralisiert“.
- Des Weiteren wurden in der Bayerischen Längsschnittstudie die Subgruppen nach Gestationsalter gebildet. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit allerdings deuten darauf hin, dass aufgrund der tatsächlich aufgetretenen Komplikationen eine bessere Vorhersage der späteren Sprachleistungen möglich ist als aufgrund einer der Trägervariablen dieser Komplikationen. Außerdem scheint der Einfluss der Gestationsdauer auf die Sprachleistungen mit zunehmendem Alter der Kinder abzunehmen, während der Einfluss der medizinischen Risikobelastung in der Neugeborenenperiode bis zum fünften Lebensjahr nachweisbar bleibt (vgl. Korner et al., 1993; Taylor et al., 1998; Thompson et al., 1997).

Wenngleich die Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen nicht auf die nonverbalen intellektuellen Fähigkeiten zurückgehen, so scheinen zumindest die sprachlichen Defizite der hoch risikobelasteten unreif geborenen Kinder ein Ausdruck ihrer allgemein verminderten

Intelligenzleistungen zu sein. Zumindest sprechen die gefundenen Unterschiede in den Zusammenhangsmustern zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen in Subgruppen nach MIR dafür. Bei Kindern mit hoher Risikobelastung sind sowohl die sprachlichen als auch die nonverbalen Fähigkeiten weit unterdurchschnittlich, wodurch ein sehr homogenes Leistungsprofil mit entsprechend hohen Interkorrelationen zustande kommt. Dasselbe gilt jedoch nicht für die Kinder mit mittlerer und geringer Risikobelastung. Mit wenigen Ausnahmen ergeben sich nur geringe oder zufällige Korrelationen zwischen verbalen und nichtsprachlichen Leistungen. Die feinanalytischen Ergebnisse sprechen dafür, dass die Kinder mit geringer Risikobelastung bessere sprachliche als nichtsprachliche Leistungen zeigen. Die Kinder mit mittlerer Risikobelastung schneiden dagegen sowohl im Sprachtest als auch im Entwicklungs- bzw. Intelligenztest im unteren Normbereich ab, was ebenfalls ein homogenes Leistungsprofil erwarten lässt. Diese Erwartung wird jedoch nicht durch die Zusammenhangsmuster bestätigt. Vielmehr scheinen Defizite im nichtsprachlichen Bereich in beiden Subgruppen auf visuell-motorische Integrationsschwierigkeiten zurückführbar zu sein, während die verminderten Sprachleistungen der Kinder mit mittlerer Risikobelastung auf ein Defizit im phonologischen Arbeitsgedächtnis zurückgehen (vgl. die Argumentation in Kapitel 7.3.3).

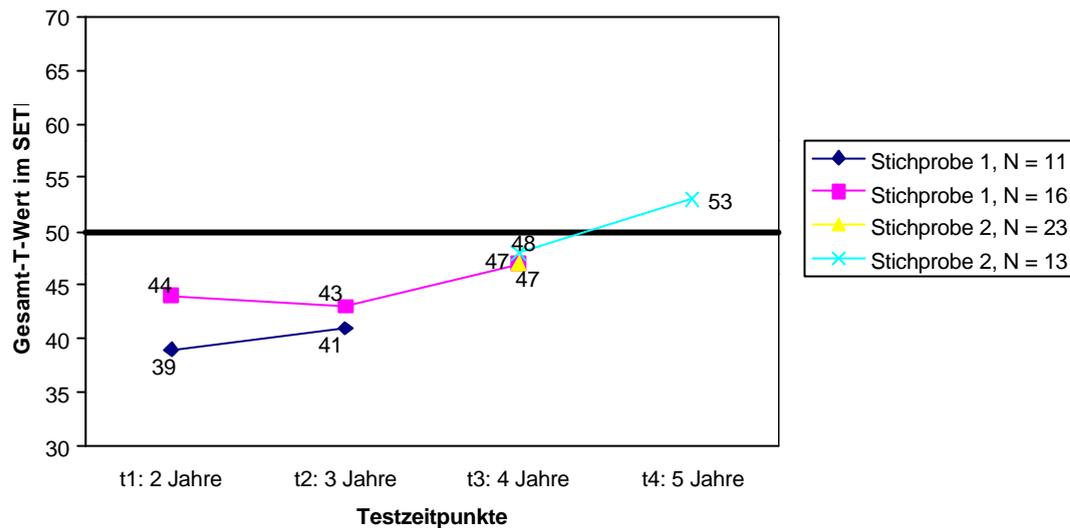
## **7.5 Sprachentwicklungsprofile im Alter von zwei bis fünf Jahren**

In diesem Kapitel werden abschließend die Sprachentwicklungsprofile unreif geborener Kinder betrachtet. Viele Kliniker gehen davon aus, dass die sprachlichen Verzögerungen junger Kinder mit zunehmendem Alter graduell aufgeholt werden. Die bisherigen empirischen Befunde bestätigen dies jedoch nicht (Dunn et al., 1986; Hall, McLeod, Counsell et al., 1995). Vielmehr scheinen insbesondere die Entwicklungsergebnisse biologischer Risikokinder in hohem Maße von ihren primär biophysischen Komplikationen und Störungen bestimmt zu werden.

Zunächst werden die sprachlichen Gesamtleistungen in den beiden Stichproben unreif geborener Kinder und deren Veränderungen über die Zeit beschrieben. Im Anschluss daran wird die Stabilität der Sprachleistungen und damit die Prognosegenauigkeit getrennt für die Subgruppen nach biologischer Risikobelastung betrachtet. Nach den Befunden von Wolke (1997) ist eine hohe Stabilität der Sprachleistungen über die Zeit bei Kindern mit hoher biologischer Risikobelastung, aber eine verminderte Prädiktionsfähigkeit bei geringer oder fehlender Risikobelastung zu erwarten.

### 7.5.1 Betrachtung der sprachlichen Gesamtleistungen im Längsschnitt

Insgesamt liegen Sprachtestdaten für 16 unreif geborene Kinder im Alter von zwei bis vier Jahren vor. Die sprachlichen Leistungen von weiteren 11 Kindern wurden im Alter von zwei und drei Jahren sowie von 13 Kindern im Alter von vier und fünf Jahren untersucht. Abbildung 18 gibt einen Überblick über die Gesamt-T-Werte im Sprachtest.



**Abb.18:** Stabilität der Gesamt-T-Werte der Stichproben 1 und 2 zu den Testzeitpunkten im Alter von zwei, drei, vier und fünf Jahren.

Die 11 Kinder der Stichprobe 1, die im Alter von zwei und drei Jahren untersucht wurden, erreichen im Mittel sprachliche Gesamt-T-Werte knapp unterhalb bzw. am unteren Rand des Normbereichs bei einer Standardabweichung von 9 T-Wert-Punkten. Damit schneiden sie zu den Testzeitpunkten 1 und 2 etwas schlechter ab als die 16 Kinder des Längsschnitts 2-4 Jahre, deren Gesamt-T-Wert von 47 (SD = 12) sich im Alter von vier Jahren nicht mehr von der Norm unterscheidet. Einen Gesamt-T-Wert in ähnlicher Höhe erreichen sowohl die 23 Kinder der Stichprobe 2, die nur im Alter von vier Jahren untersucht wurden, als auch die 13 Kinder dieser Stichprobe, die im Alter von fünf Jahren nachgetestet wurden. Im Alter von fünf Jahren liegt der sprachliche Gesamt-T-Wert sogar knapp über dem Mittelwert der Norm bei einer Standardabweichung von 7 T-Wert-Punkten.

Abbildung 18 legt nahe, dass sprachliche Verzögerungen mit zunehmendem Alter aufgeholt werden. Ein Vergleich der Stichprobenbeschreibungen in Tabelle 7a und 7b (Kapitel 7.1.2) zeigt allerdings, dass die Kinder der Stichprobe 2 im Mittel reifer geboren wurden, bei ihrer Geburt geringfügig schwerer waren und vor allem weniger Komplikationen in der Neugeborenenperiode hatten. Insbesondere im Alter von fünf Jahren kommt es durch den Ausfall von

10 Kindern nochmals zu einer selektiven Veränderung der Stichprobenzusammensetzung, die diese Unterschiede in der biologischen Risikobelastung verstärkt: Von den 13 unreif geborenen Kindern tragen 10 ein geringes, 3 ein mittleres Risiko.

Entsprechend scheint der Eindruck eines Aufholwachstums nur durch die beschriebenen Stichprobenunterschiede zu entstehen.

Dafür sprechen auch die prädiktiven Zusammenhänge und damit die Zeitstabilität der sprachlichen Gesamtleistungen, die in Tabelle 22 aufgeführt sind.

Während sich die Leistungen der insgesamt 27 Kinder aus Stichprobe 1 mit Interkorrelationen zwischen .80 und .90 als hoch stabil erweisen, korrelieren die sprachlichen Gesamtleistungen der 13 Kinder aus Stichprobe 2 im Alter von vier Jahren nur in mittlerer Höhe mit ihren sprachlichen Gesamtleistungen im Alter von fünf Jahren.

**Tabelle 22:** Korrelationen der Sprachleistungen im Alter von zwei bzw. drei Jahren mit den Sprachleistungen im Alter von drei bzw. vier Jahren.

	Gesamt-T-Wert (3 Jahre)	Gesamt-T-Wert (4 Jahre)	Gesamt-T-Wert (5 Jahre)
Gesamt-T-Wert (2 Jahre)	.91*** <sup>1</sup> .94*** <sup>2</sup> n = 11	.87*** .90*** n = 16	
	.86*** .84*** n = 16		
Gesamt-T-Wert (3 Jahre)		.87*** .82*** n = 16	
Gesamt-T-Wert (4 Jahre)			.57* .59* n = 13

Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

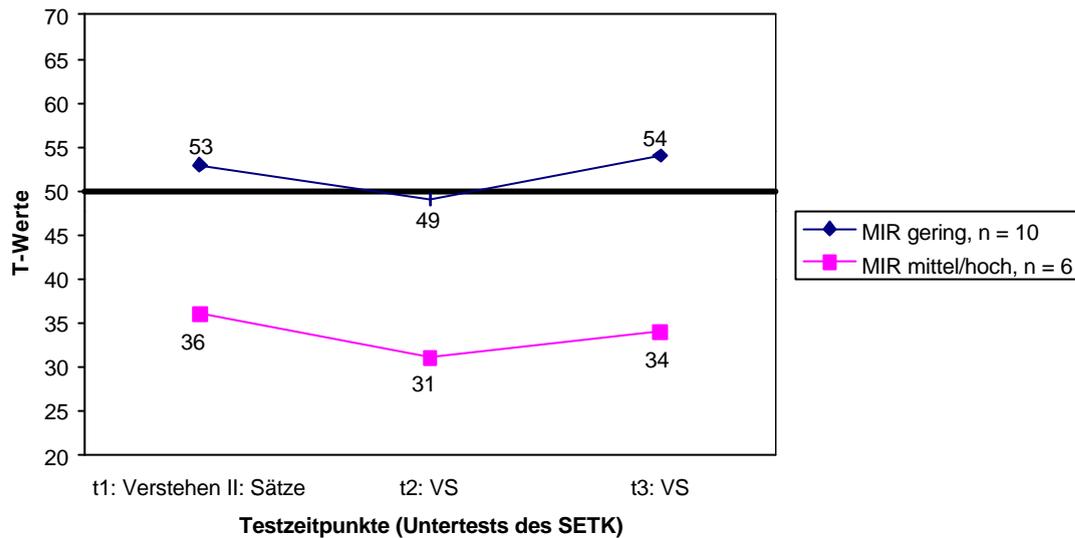
<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Dieses Ergebnismuster bestätigt die Annahme, dass sich der prognostische Wert von Sprachmaßen bei gering und höher risikobelasteten Kindern unterscheidet.

### 7.5.2 Stabilität der Sprachentwicklung in Subgruppen nach MIR

Im Folgenden wird die Entwicklung des Sprachverstehens, der Wortproduktions- und -reproduktionsleistungen, der Enkodierfähigkeiten sowie der Fähigkeiten zur morphologischen Regelbildung in Subgruppen nach biologischer Risikobelastung betrachtet. Dazu werden die längsschnittlichen Daten der 16 Kinder aus Stichprobe 1 herangezogen, die im Alter von zwei

bis vier Jahren untersucht wurden. Die Abbildungen 19 a-d geben jeweils Aufschluss über die Stabilität der Subgruppenunterschiede, in den Tabellen 23a und 23b sind die Leistungsstabilitäten innerhalb der Subgruppen für die Verstehens- und Wortproduktionsfähigkeiten aufgeführt. Die Subgruppen *MIR gering* und *MIR hoch* werden zusammengefasst, da die diskriminanzanalytischen Befunde die Trennung in zwei Gruppen nach MIR nahe legen, wobei der kritische Wert für eine gute Einzelfallprognose bei 6 Risikopunkten im MIR liegt.



**Abb.19a:** Stabilität der Subgruppenunterschiede nach MIR im Alter von zwei, drei und vier Jahren (Untertests zur Erfassung des Satzverstehens: T-Werte im SETK-2 zu t1 bzw. im SETK 3-5 zu t2 und t3).

Wie der Abbildung 19a zu entnehmen ist, bleiben die Subgruppenunterschiede zuungunsten der höher risikobelasteten Kinder über den Zeitraum von drei Jahren stabil ( $F_{(1;14)} = 29.48$ ,  $p < .001$ ). Die Verstehensleistungen der Kinder mit geringer Risikobelastung liegen zu allen drei Testzeitpunkten anderthalb bis zwei Standardabweichungen über denen der Subgruppe *MIR mittel/hoch*.

Tabelle 23a fasst die Befunde zur Positionsstabilität der Sprachverstehensleistungen innerhalb der Subgruppen nach MIR zusammen.

**Tabelle 23a:** Interkorrelationen der Sprachverstehensleistungen im Alter von zwei bzw. drei Jahren mit denen im Alter von drei bzw. vier Jahren in Subgruppen nach MIR

	I MIR gering n = 10		II MIR mittel/hoch n = 6	
	Verstehen von Sätzen (VS) 3 Jahre	Verstehen von Sätzen (VS) 4 Jahre	Verstehen von Sätzen (VS) 3 Jahre	Verstehen von Sätzen (VS) 4 Jahre
Verstehen II: Sätze (2 Jahre)	.21 <sup>1</sup> .20 <sup>2</sup>	.28 .16	.40 .48	.49 .27
Verstehen von Sätzen (VS) 3 Jahre		.18 .30		.62 .62

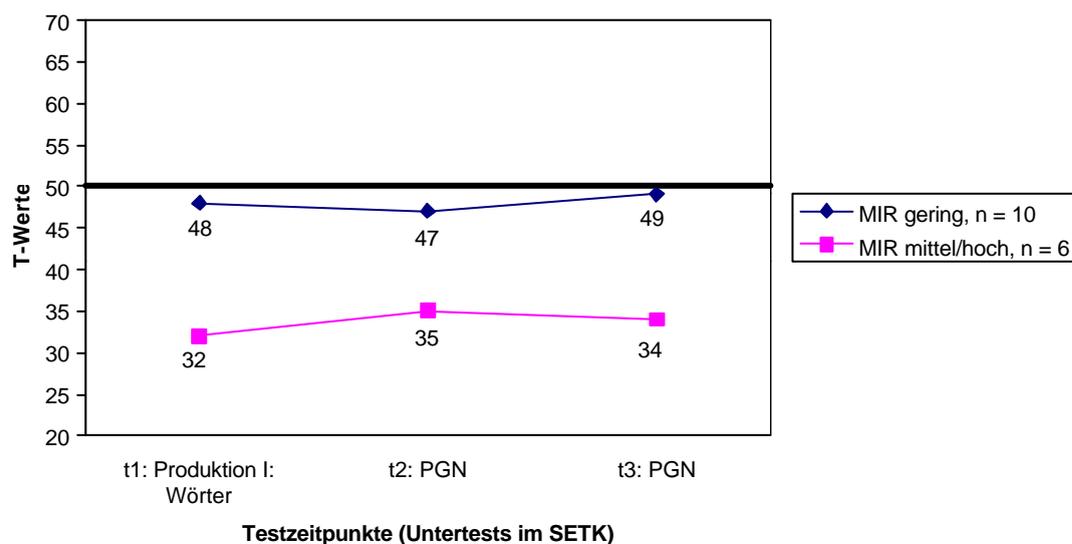
Anmerkungen: \* p < .05; \*\* p < .01; \*\*\* p < .001

<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Wie erwartet korrelieren die Verstehensleistungen der Kinder mit geringer Risikobelastung im Alter von zwei Jahren bzw. drei Jahren nur schwach mit denen im Alter von drei bzw. vier Jahren. Dagegen liegen die Interkorrelationen in der Subgruppe mit höherer Risikobelastung zwischen .40 und .60, werden allerdings aufgrund der geringen Besetzung dieser Subgruppe nicht statistisch signifikant.

Abbildung 19b zeigt die Entwicklung der Wortproduktions- bzw. der Wortreproduktionsleistungen im Alter von zwei bis vier Jahren für die Subgruppen nach MIR.



**Abb.19b:** Stabilität der Subgruppenunterschiede nach MIR im Alter von zwei, drei und vier Jahren (Untertests zur Erfassung der Wortproduktions- bzw. -reproduktionsleistungen: T-Werte im SETK-2 zu t1 bzw. im SETK 3-5 zu t2 und t3).

Die aktuelle Sprachentwicklungsforschung hat gezeigt, dass die Größe des erreichten Wortschatzes im Alter von zwei Jahren die phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen, die als wichtigster und sensibelster Indikator des Sprachgedächtnisses betrachtet werden, sehr gut vorherzusagen vermag (vgl. Grimm, 2001, S. 78). Die Leistungen der Kinder mit geringer Risikobelastung liegen zu allen Testzeitpunkten eine bis anderthalb Standardabweichungen über denen der höher risikobelasteten Kinder. Damit bleibt die Differenz zwischen den Subgruppen zeitstabil ( $F_{(1;14)} = 12.16, p < .01$ ).

Tabelle 23b fasst die Befunde zur Positionsstabilität der Wortproduktionsleistungen innerhalb der Subgruppen nach MIR zusammen.

**Tabelle 23b:** Interkorrelationen der Wortproduktions-/reproduktionsleistungen im Alter von zwei bzw. drei Jahren mit denen im Alter von drei bzw. vier Jahren in Subgruppen nach MIR.

	I MIR gering n= 10		II MIR mittel/hoch n= 6	
	PGN 3 Jahre	PGN 4 Jahre	PGN 3 Jahre	PGN 4 Jahre
<b>Produktion I: Wörter 2 Jahre</b>	.71 <sup>*1</sup> .52 <sup>2</sup>	.49 .36	.70 .61	.36 .37
<b>PGN 3 Jahre</b>		.32 .24		.84* .87*

Anmerkungen: \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ; \*\*\*  $p < .001$

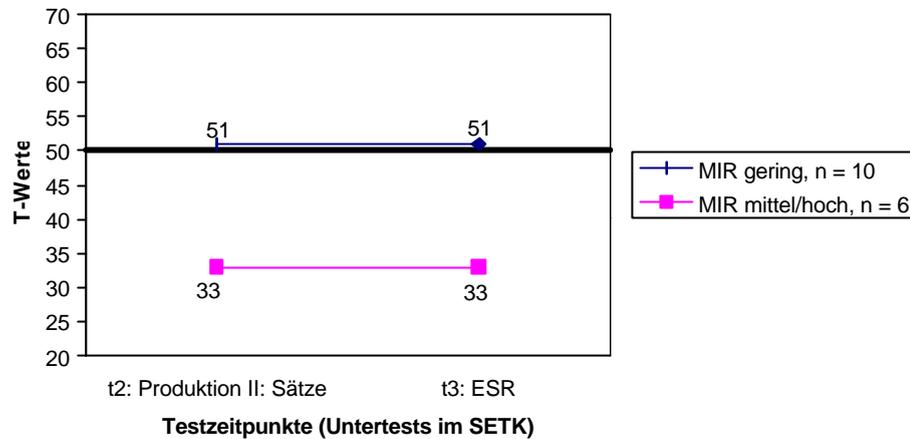
<sup>1</sup> Pearson-Produkt-Moment-Korrelation

<sup>2</sup> Spearman-Rho-Korrelationskoeffizient

Die Größe des erreichten Wortschatzes im Alter von zwei Jahren erlaubt in beiden Subgruppen eine gute Prädiktion der phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen im Alter von drei, nicht aber im Alter von vier Jahren. Während die phonologischen Arbeitsgedächtnisleistungen der Kinder mit geringer Risikobelastung zum zweiten und dritten Testzeitpunkt nur mäßig korrelieren, ist der prädiktive Zusammenhang in der Subgruppe der höher risikobelasteten Kinder substantiell und wird auf dem 5 %-Niveau signifikant.

Abbildung 19c zeigt vergleichend für die Subgruppen nach MIR die Entwicklung der Verbalisierungsfähigkeiten im Alter von zwei bis drei Jahren. Die Untertests *Produktion II: Sätze* und *Enkodierung semantischer Relationen (ESR)* bauen entwicklungslogisch aufeinander auf. Allerdings werden im Alter von vier Jahren die Verbalisierungsfähigkeiten nicht mehr erfasst,

da diese bei Kindern ohne Sprachprobleme nicht mehr gut differenzieren. Außerdem sind die Antworten älterer Kinder so umfangreich, dass eine vernünftige Auswertung nicht mehr möglich ist (vgl. Grimm, 2001, S. 17).

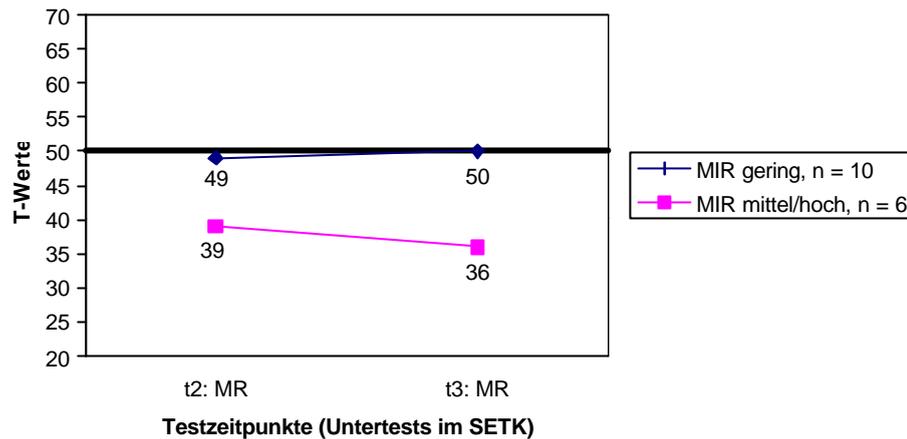


**Abb.19c:** Stabilität der Subgruppenunterschiede nach MIR im Alter von zwei, drei und vier Jahren (Untertests zur Erfassung der semantischen Enkodierfähigkeiten: T-Werte im SETK-2 zu t1 bzw. im SETK 3-5 zu t2).

Die Unterschiede zwischen den Subgruppen in ihren Verbalisierungsleistungen sind im Mittel sehr stabil ( $F_{(1;14)} = 30.39$ ,  $p < .001$ ). Dabei liegen die Fähigkeiten der Kinder mit höherer Risikobelastung auf Bildkarten dargestellte Inhalte verbal zu enkodieren, zu beiden Testzeitpunkten fast zwei Standardabweichungen unter denen der Kinder mit geringer Risikobelastung.

Innerhalb der Subgruppe *MIR gering* ergibt sich allerdings nur eine mäßige Positionsstabilität (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation:  $r_{2,3} = .35$ ; Spearman-Rho-Koeffizient:  $r_{2,3} = .45$ ), während die Vorhersage der Verbalisierungsleistungen von Kindern mit höherer Risikobelastung im Alter von drei Jahren sehr gut möglich ist (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation:  $r_{2,3} = .67$ ; Spearman-Rho-Koeffizient:  $r_{2,3} = .80$ ,  $p < .05$ ).

Abbildung 19d zeigt abschließend den Vergleich der Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals in Subgruppen nach MIR.



**Abb.19d:** Stabilität der Subgruppenunterschiede nach MIR im Alter von zwei, drei und vier Jahren (Untertests zur Erfassung der morphologischen Regelbildung: T-Werte im SETK 3-5 zu t2 und t3).

Die Subgruppenunterschiede bleiben auch für die morphologischen Fähigkeiten über die Zeit stabil ( $F_{(1;14)} = 4.90$ ,  $p < .05$ ). Die Kinder mit geringer Risikobelastung schneiden im Mittel eine bis anderthalb Standardabweichungen besser bei der Bildung des Plurals von Wörtern und Kunstwörtern ab als die Kinder mit höherer Risikobelastung.

Innerhalb der Subgruppe *MIR gering* ergibt sich eine Positionsstabilität in mittlerer Höhe (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation:  $r_{3,4} = .66$ ,  $p < .05$ ; Spearman-Rho-Koeffizient:  $r_{3,4} = .57$ ,  $p = .08$ ). Dagegen lassen sich die Fähigkeiten zur korrekten morphologischen Markierung des Plurals im Alter von vier Jahren für die Subgruppe mit höherer Risikobelastung nahezu perfekt aufgrund ihrer Leistungen im Alter von drei Jahren vorhersagen (Pearson-Produkt-Moment-Korrelation:  $r_{3,4} = .98$ ,  $p < .01$ ; Spearman-Rho-Koeffizient:  $r_{3,4} = .96$ ,  $p < .01$ ).

### 7.5.3 Zusammenfassung und Diskussion

Die Betrachtung der mittleren Gesamt-T-Werte im Längsschnitt legt auf den ersten Blick ein Aufholwachstum der anfänglichen sprachlichen Entwicklungsverzögerungen über die Zeit nahe. Dabei handelt es sich allerdings um ein Artefakt der unterschiedlichen Stichprobenzusammensetzungen (vgl. Kapitel 7.1.2). Das gilt insbesondere für die 13 Kinder der Stichprobe 2, die kaum medizinische Komplikationen in der Neugeborenenperiode hatten und deren Leistungen der Norm entsprechen. Die Abweichungen der Gesamtgruppen von der Norm gehen, wie schon die Querschnittsdaten gezeigt haben, auf die Kinder mit der höheren Risikobelastung zurück, während die gering risikobelasteten Kinder altersentsprechende sprachliche Leistungen zeigen (vgl. Kapitel 7.3.2). Wird die Sprachentwicklung für die Subgruppen

differenziert nach Verstehens- und Produktionsleistungen betrachtet, erweisen sich die erreichten T-Werte im Mittel in beiden Subgruppen als äußerst stabil über die Zeit. Allerdings ergeben sich bedeutsame Unterschiede in der Vorhersagbarkeit der sprachlichen Leistungen von Kindern in diesen Subgruppen. Wie erwartet, ist der prognostische Wert der frühen Verstehens-, Wortproduktions-, der semantischen Enkodierfähigkeiten und der morphologischen Leistungen für die späteren Fähigkeiten bei den Kindern der Subgruppe *MIR mittel/hoch* höher. Bei den Kindern der Subgruppe *MIR gering* ergeben sich allenfalls Positionsstabilitäten in mittlerer Höhe. Zumeist sind die Interkorrelationen aber gering bis mäßig. Nach Wolke (1997) stellt die Fähigkeit zur Veränderung die „Grundessenz“ der Entwicklung dar. Geringe Prognosegenauigkeit wird im Rahmen seines Entwicklungsmodells als ein Indikator für die Plastizität des Organismus bzw. des zentralen Nervensystems betrachtet, während hohe prädiktive Validität auf ein vermindertes Adaptionspotential hinweist.

## **7.6 Zusammenfassender Überblick und Integration der Ergebnisse**

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit werden in diesem Kapitel zusammengestellt und vor dem Hintergrund der Metatheorie der Entwicklungsbiologie sowie den bisherigen Befunden der Frühgeborenenforschung interpretiert und integriert.

Im **ersten Analyseschritt** wurden die Zusammenhänge zwischen drei verschiedenen Indikatoren der biologischen Risikobelastung, Geburtsgewicht, Gestationsdauer und MIR dargestellt und geprüft, welcher der Indikatoren am geeignetsten für die Prognose der Sprachentwicklung im Alter von zwei bis fünf Jahren ist.

1. Der MIR, ein in der vorliegenden Arbeit gebildeter, gewichteter Summenwert medizinischer Komplikationen in der Neugeborenenperiode, hat sich als der beste Prädiktor erwiesen. Er erklärt den vergleichsweise größten Anteil der Varianz in den sprachlichen Gesamtleistungen unreif geborener Kinder und erlaubt die genaueste Vorhersage im Einzelfall. Ein Risikopunktwert von 6 im MIR konnte als kritische Schwelle für eine auffällige Sprachentwicklung identifiziert werden.
2. Im Alter von zwei und drei Jahren erklärt die Berücksichtigung des Geburtsgewichts einen zusätzlichen Anteil von bis zu 13 % der Leistungsvarianz und führt im Alter von zwei Jahren zu einer Verbesserung der Vorhersage im Einzelfall. In Übereinstimmung mit den bisherigen Befunden der Frühgeborenenforschung konnte als kritische Schwelle für eine auffällige Sprachentwicklung ein Geburtsgewicht < 1.000 g identifiziert werden. Im Alter von vier und fünf Jahren ist allerdings kein systematischer Effekt eines extrem niedrigen Geburtsgewichts mehr nachweisbar. Eine Verbesserung der Prädiktion bei sehr jungen

Kindern durch die zusätzliche Berücksichtigung des Geburtsgewichts ist vermutlich darauf zurückführbar, dass es ein guter Indikator der Unreife selbst ist. Der Einfluss der Unreife wird mit zunehmendem Alter geringer, allerdings nur dann, wenn keine weiteren schweren Komplikationen aufgetreten sind (vgl. Riegel et al., 1995; Thompson et al., 1998; Wolke, 1997).

Im **zweiten Analyseschritt** wurden die sprachlichen Leistungen der unreif geborenen Kinder in Subgruppen nach MIR differenziert betrachtet. Dabei stand die Frage im Vordergrund, welche sprachlichen Defizite unreif geborene Kinder im Alter von zwei bis fünf Jahren zeigen und inwiefern sich die Kinder in den Subgruppen diesbezüglich unterscheiden.

3. Kinder mit geringer Risikobelastung (0-5 Risikopunkte im MIR) zeigen im Mittel normale Sprachverstehens-, Sprachproduktions- und Sprachgedächtnisleistungen. Damit ist in dieser Subgruppe eine normale Sprachentwicklung eher die Regel als die Ausnahme.
4. Kinder mit mittlerer Risikobelastung (6-11 Risikopunkte im MIR) zeigen im Mittel Sprachverstehensleistungen im unteren Normbereich, aber Defizite in der Sprachproduktion und insbesondere im Sprachgedächtnis. Damit scheinen sie die Subgruppe zu bilden, deren sprachliche Schwierigkeiten auf Defizite im phonologischen Arbeitsgedächtnis zurückführbar sind (vgl. Briscoe et al., 1998; 2001).
5. Kinder mit hoher Risikobelastung ( $\geq$  12 Risikopunkte im MIR) schneiden sowohl im Sprachverstehen, in der Sprachproduktion als auch im Sprachgedächtnis unterdurchschnittlich ab.

Im **dritten Analyseschritt** wurde zur Klärung der Frage nach Zusammenhängen zwischen sprachlichen und nichtsprachlichen Leistungen zunächst das Abschneiden in allgemeinen Entwicklungstests bzw. Intelligenztests für Subgruppen nach MIR betrachtet. Im Anschluss daran wurde geprüft, ob die Subgruppenunterschiede in den sprachlichen Leistungen verschwinden, wenn der Einfluss der nonverbalen Intelligenz statistisch kontrolliert wird. Abschließend wurden Zusammenhangsmuster zwischen verbalen und nonverbalen Leistungen getrennt für die Subgruppen berechnet.

6. Kinder mit geringer Risikobelastung zeigen, mit Ausnahme von leicht defizitären visuell-motorischen Integrationsleistungen, ein normales Fähigkeits- und Fertigungsprofil.
7. Die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kinder mit mittlerer Risikobelastung liegen überwiegend im unteren Normbereich. Allerdings schneiden sie bei Aufgaben mit starker motorischer, aber auch visueller Komponente unterdurchschnittlich ab. Außerdem zeigen sie Defizite bei Aufgaben, die visuell-motorische Integrationsleistungen verlangen.

8. Kinder mit hoher Risikobelastung zeigen ein weit unterdurchschnittliches Fähigkeits- und Fertigungsprofil.
9. Die Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen sind zwar vermindert, verschwinden aber nicht, wenn der Einfluss der nonverbalen Intelligenz kontrolliert wird.
10. Innerhalb der Subgruppen *MIR gering* und *MIR mittel* sind die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und nicht-sprachlichen Fähigkeiten gering bis mäßig oder zufällig. Dasselbe Interkorrelationsmuster würde man auch in einer Normstichprobe erwarten. Dagegen ergeben sich mittlere bis hohe Interkorrelationen in der Subgruppe der hoch risikobelasteten Kinder. Zumindest in dieser Subgruppe stellen sprachliche Schwierigkeiten eines von multiplen kognitiven Defiziten dar (vgl. Wolke & Riegel, 1999a,b).

Im **vierten Analyseschritt** wurde die Stabilität der sprachlichen Gesamtleistungen unreif geborener Kinder über einen Zeitraum von drei Jahren betrachtet. Im Anschluss daran erfolgte wiederum ein Vergleich der Subgruppen hinsichtlich ihrer Sprachverstehens-, Sprachproduktions- und Sprachgedächtnisleistungen. Zum einen wurde geprüft, wie stabil die Subgruppenunterschiede über die Zeit sind. Zum anderen stellte sich die Frage nach der Vorhersagbarkeit der Sprachleistungen in den Subgruppen nach MIR.

11. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Verteilung der Risikobelastung in den Stichproben 1 und 2 erweisen sich die sprachlichen Gesamtleistungen der unreif geborenen Kinder als stabil. Insbesondere gilt das für die Kinder der höher risikobelasteten Stichprobe 1, während die Sprachleistungen der Kinder in Stichprobe 2 im Alter von vier Jahren nur in mittlerer Höhe mit denen im Alter von fünf Jahren korrelieren.
12. Die gefundenen sprachlichen Leistungsunterschiede zwischen den gering und den höher risikobelasteten Kindern bleiben, ebenso wie die mittleren Standardwerte äußerst stabil über die Zeit. Dabei ist der prognostische Wert früherer Sprachleistungen für die höher risikobelasteten Kinder größer als für die Kinder mit geringer Risikobelastung.

Die gefundenen Subgruppenunterschiede in den verbalen und nonverbalen Leistungen unreif geborener Kinder stimmen sehr gut mit den bisherigen Befunden der Frühgeborenenforschung überein. Darüber hinaus tragen sie zur Auflösung eines Teils der bestehenden Widersprüche bei. Die erhöhte Vulnerabilität extrem unreif und extrem leicht geborener Kinder bleibt unbestritten, dennoch zeigen die Ergebnisse, dass ein ökonomisch zu erhebender und einfach zu bildender Summenwert medizinischer Komplikationen, der MIR, eine vergleichsweise bessere Vorhersage der späteren sprachlichen Leistungen unreif geborener Kinder erlaubt. Die Befunde lassen sich in die Metatheorie der Entwicklungsbiologie (Locke, 1997)

integrieren, sind mit den Ergebnissen der aktuellen Sprachentwicklungsforschung (Grimm, 1999, 2002) vereinbar und bestätigen die Annahme von zwei Schwellen der Plastizität des zentralen Nervensystems (Wolke, 1997). Während nach Locke (1997) eine genetische Prädisposition zu einer verlangsamten Gehirnreifung angenommen wird, sollten auch Verzögerungen oder Abweichungen in der Gehirnentwicklung bzw. Gehirnschädigungen, die durch das Auftreten von medizinischen Komplikationen in der Neugeborenenperiode verursacht werden, ihren Niederschlag auf Verhaltensebene finden. Das zeigt sich u.a. darin, dass Kinder mit mittlerer Risikobelastung noch im Alter von drei Jahren perzeptuelle und motorische Defizite haben. Auch ihre produktiven Sprachfähigkeiten sind weder im Alter von zwei, noch im Alter von drei Jahren altersentsprechend. Aus der aktuellen Spracherwerbsforschung ist bekannt, dass die ersten Wörter, die ein Kind äußert, nicht plötzlich aus dem Nichts auftauchen, vielmehr bilden sie das Endergebnis der Lautentwicklung. Ein normaler Spracherwerbsprozess kann nicht erfolgen, wenn die phonologische Repräsentationsfähigkeit defizitär ist (Grimm, 2002). Die vorliegenden Befunde zeigen, dass bei Kindern mit mittlerer biologischer Risikobelastung noch im Alter von vier bzw. fünf Jahren ein phonologisches Arbeitsgedächtnisdefizit diagnostizierbar ist. Im Alter von zwei Jahren wurde vermutlich aufgrund dessen nicht die kritische Masse an Sprachmaterial angehäuft, die zur Aktivierung des linkshemisphärischen Strukturanalysesystems führt. Nach Locke (1997) verhält sich Inaktivierung letztlich wie Schädigung. Unter dem Druck, Sprache verarbeiten zu müssen, beginnt das Gehirn zu kompensieren. Dank seiner enormen Plastizität können homologe Strukturen der rechten Hemisphäre in die linguistische Analyse einbezogen werden. Da diese aber nicht auf mentale phonologische Operationen spezialisiert sind, kommt es zu einer defizitären Sprachentwicklung und einer Prädisposition für spätere Probleme beim Schriftspracherwerb. Locke (1994, 1997, 1998) weist darauf hin, dass durch das Gedränge von Funktionen in einer Hemisphäre, die um begrenzte synaptische Ressourcen konkurrieren, die Effizienz der neuronalen Mechanismen reduziert wird. Bei unauffälliger und defizitärer Sprachentwicklung kann das die Intelligenzleistung im allgemeinen betreffen, aber auch spezielle Fähigkeiten, wie die visuell-räumliche Wahrnehmung oder die visuell-motorische Integrationsleistung (vgl. auch Rourke, 1989). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen dies für unreif geborene Kinder: Bei geringer Risikobelastung sind die Sprachentwicklung und die allgemeinen Intelligenzleistungen altersentsprechend, allerdings zeigen auch Kinder dieser Subgruppe im Mittel eine leicht verminderte nonverbale Intelligenzleistung, die auf visuell-motorische Integrationsschwierigkeiten zurückführbar ist. Bei Kindern mit mittlerer Risikobelastung sind produktive sprachliche Defizite sowie verminderte Sprachgedächtnisleistungen diagnostizierbar.

Sie haben ein nonverbales Intelligenzdefizit, das sich insbesondere in visuell-motorischen Integrationsschwierigkeiten manifestiert. Insgesamt liegen ihre intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten aber im unteren Normbereich. Die Kinder mit hoher Risikobelastung schneiden dagegen sowohl in den eingesetzten Sprach- als auch in den allgemeinen Entwicklungs- und Intelligenztests weit unterdurchschnittlich ab. Diese differentiellen Fähigkeitsprofile in Abhängigkeit von der Schwere der biologischen Risikobelastung sind im Rahmen des Entwicklungsmodells von Wolke (1997) erklärbar. Während das Adaptationspotential oder die Plastizität des zentralen Nervensystems bei leichtem bis mittlerem biologischen Risiko nur kurzfristig negativ beeinflusst wird, führt ein höheres biologisches Risiko zu einer langfristigen Einschränkung des Adaptationspotentials bzw. der Plastizität und somit auch des Lernens aufgrund von Umweltangeboten. Damit verbunden ist eine vergleichsweise stärkere Stabilität bzw. die bessere Vorhersagbarkeit der Leistungen bei den höher risikobelasteten Kindern. Die Persistenz des Einflusses einer hohen biologischen Risikobelastung auf die Entwicklung wird besonders in Evaluationsstudien von Förderprogrammen deutlich: Weder eine der bisher evaluierten Therapieformen, noch die Häufigkeit von Therapie- und Fördermaßnahmen führte bei Kindern mit hohem Risiko zu einer deutlichen Verbesserung der Leistungen, geschweige denn zu einem Aufholwachstum (Ohr, 1999). In der vorliegenden Arbeit können keine Aussagen dazu gemacht werden, da soziale Risiko- und Schutzfaktoren nicht systematisch untersucht wurden.

## 8. Ausblick

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit lassen sich sowohl wichtige Implikationen für eine Frühgeborenenforschung an der Schnittstelle zwischen Medizin und Entwicklungspsychologie als auch für den interdisziplinären therapeutischen Prozess ableiten.

### 8.1 *Implikationen für die medizinisch-psychologische Frühgeborenenforschung*

Die Idee, Vorhersagen der späteren Entwicklung aufgrund medizinischer Risiko- oder Optimalitätsindikatoren zu verbessern, ist nicht neu. Bereits Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre wurden prä-, peri- und postnatale Probleme unreif geborener Kinder sowie soziale Risiko- und Schutzfaktoren in ihrer Summe berücksichtigt (Caputo, Goldstein & Taub, 1981; Field, Hallock, Ting et al., 1978; Hunt, 1981; Parmelee, Sigman, Kopp & Haber, 1975; Siegel, 1982a,b). Die medizinische Diagnostik von Hirnschädigungen oder Abweichungen der Gehirnentwicklung steckte zu diesem Zeitpunkt allerdings noch in den Anfängen: Erst zu Beginn der 70er Jahre wurde die Untersuchung des lebenden menschlichen Gehirns durch die Einführung der Computertomographie (CT) möglich. Verfeinerte Techniken mit noch höherem Auflösungsvermögen, wie die Kernspintomographie (NMR-Tomographie) und die Positronen-Emissions-Tomographie (PET), stehen erst seit Anfang der 90er Jahre zur Verfügung. Diese Verfahren sind allerdings bei Neugeborenen nicht ohne weiteres einsetzbar (vgl. Molfese, 1992; Pinel, 1997). Des Weiteren wurde aufgrund der Unterschiedlichkeit und der Fülle der eingehenden Kennwerte nach einfacher handhabbaren Indikatoren gesucht, wenngleich die Risiko- und Optimalitätsscores eine gute Vorhersage der späteren Leistungen erlaubten. Der Reifestatus des Kindes bei der Geburt und das Geburtsgewicht wurden stattdessen als Trägervariablen der medizinisch-biologischen Risikobelastung gewählt. Die begriffliche Vielfalt, zu der unterschiedliche Klassifikationssysteme nach Geburtsgewicht bzw. Gestationsdauer geführt haben, dokumentiert ebenso wie die Heterogenität der Befunde, dass diese Suche nach einfach handhabbaren Indikatoren bisher nicht erfolgreich abgeschlossen wurde.

In den vergangenen 20 Jahren hat das zunehmende Wissen über Prozesse und Prinzipien der Gehirnreifung zur Konzeptualisierung von neuropsychologischen Entwicklungsmodellen geführt, die der Komplexität von Zusammenhängen zwischen Gehirn und Verhalten, insbesondere im frühen Kindesalter Rechnung tragen. In neueren Arbeiten zur kognitiven Entwicklung von frühgeborenen Kindern gelang es, spezifische Einzelrisiken, die zu einer Beschädigung

des Gehirngewebes führen können, in einen Zusammenhang mit gefundenen Defiziten zu bringen (Frisk & White, 1994; Krägeloh-Mann et al., 1999; Landry et al., 1989, 1990, 1993; Messinger et al., 1996; Ross et al., 1992; Singer et al., 1997; Vohr et al., 1991a, b).

Des Weiteren wurden wieder Summenwerte klinisch bedeutsamer Risiken, wie der NMI (neonatal medical index, Korner et al., 1993), der NRI (neonatal risk index, Taylor et al., 1998) und der NBRS (neurobiologic risk score, Brazy, Goldstein, Oehler et al., 1993, Thompson et al., 1997) gebildet. Durch alle diese Summenwerte konnten substantielle Varianzanteile der perzeptuellen, motorischen und kognitiven Entwicklung erklärt werden.

Nach dem Vorbild dieser Risikoindikatoren wurde auch in der vorliegenden Arbeit ein medizinischer Indikator der Risikobelastung (MIR) gebildet, in den sieben Einzelrisiken eingehen. Diese sind ausgewählt worden, weil sie in der Forschungsliteratur mit einer Beschädigung des Gehirngewebes oder einer abweichenden Gehirnentwicklung in Zusammenhang gebracht werden (vgl. Kapitel 3.3.3). Als achter sprachspezifischer Risikofaktor wurden periphere oder zentrale Beeinträchtigungen des Gehörs aufgenommen. Dieser, durch einfache Aufsummierung vergebener Risikopunkte gebildete MIR, hat sich im Vergleich zu traditionellen Trägervariablen der Risikobelastung als geeigneterer Prädiktor der späteren Sprachleistungen erwiesen. Die Trefferrate im Einzelfall könnte aber sicherlich noch verbessert werden:

- Möglicherweise gibt es systematische Zusammenhänge zwischen spezifischen Komplikationen und Defiziten, d.h. die entsprechenden Einzelrisiken wären stärker zu gewichten.
- Denkbar wäre auch, dass ein Risikofaktor X nur in Kombination mit dem Auftreten eines Risikofaktors Y seine schädigende Wirkung entfaltet.
- Des Weiteren ist vermutlich die kindliche Konstitution und die initiale Rückbildungsgeschwindigkeit eine Moderatorvariable, die Einfluss auf das Ausmaß der Schädigung und ihre Folgen nimmt.

Prinzipiell müssten die Risikofaktoren im medizinischen Indikator der Risikobelastung (MIR) über eine logistische Regressionsanalyse aus dem Abschneiden in den Sprach- und Intelligenztests in der Grundgesamtheit bestimmt werden. Wie in der Forschungsliteratur der 70er und 80er Jahre, müssten Gewichte der Einzelrisiken, ebenso wie Kombinationswirkungen statistisch an großen Stichproben biologischer Risikokinder ermittelt werden. Auch der Bildung geeigneter Subgruppen nach biologischer Risikobelastung kann man sich nur empirisch durch die Untersuchung einer möglichst großen, repräsentativen Stichprobe biologischer Risikokinder annähern. Mit 27 bzw. 23 unreif geborenen Kindern sind die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Stichproben zu klein, um verbindliche Aussagen und Empfehlungen ableiten zu können. Dieses gilt umso mehr für die Datenbasis der längsschnittlichen Betrachtung.

tung, da hier nur für eine Teilstichprobe von 16 Kindern vollständige Datensätze zu allen Untersuchungszeitpunkten vorliegen. Hinzu kommt, dass die Kliniken und Kinderärzte gebeten wurden, nur Kontakte zu Kindern ohne schwere neurologische Auffälligkeiten zu vermitteln. Das ist damit zu begründen, dass Kinder mit hoher Risikobelastung spätestens im Alter von drei Jahren nicht mehr mit den eingesetzten Verfahren getestet werden können. Damit handelt es sich um eine positive Vorselektion, aufgrund dessen die Kinder mit geringer Risikobelastung und unauffälligen Leistungen überrepräsentiert sind. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, dass sich insbesondere Eltern sprachlich gut entwickelter frühgeborener Kinder im Alter von vier Jahren (Stichprobe 2) mit der Teilnahme an der Untersuchung einverstanden erklärt haben. Die untersuchten unreif geborenen Kinder stammten zudem überwiegend aus der oberen Mittelschicht. Entsprechend kann von einer recht guten Förderung durch das soziale Umfeld, aber auch erhöhte Bemühungen um Interventionsmaßnahmen ausgegangen werden. Der Einfluss sozialer Risiko- und Schutzfaktoren wurde in der vorliegenden Arbeit nicht analysiert, sodass diese Vermutungen ungeprüft bleiben mussten.

Bei einer großangelegten Totalerhebung biologischer Risikokinder bleibt allerdings zu berücksichtigen, dass sich heute, wie vor 20 Jahren, die folgenden Probleme stellen:

- Die medizinischen Abschlussberichte unterschiedlicher Kinderkliniken differieren sowohl hinsichtlich ihrer Ausführlichkeit als auch in der Genauigkeit der Diagnosen.
- Schädelsonographische Untersuchungen, die standardmäßig bei unreif geborenen Kindern durchgeführt werden, haben nur eine begrenzte Auflösungsfähigkeit. Entsprechend sind die Raten der falsch-positiven und falsch-negativen Diagnosen von Gehirnblutungen und Narbenbildung in der periventrikulären Region substantiell (Kuban, 1998; Skranes, Vik, Nielsen et al., 1998).
- Die Klassifikation der Schweregrade einer Gehirnblutung nach Papile et al. (1978) ist in den letzten Jahren kritisiert worden. Auf der Grundlage dieser Kritik gibt es Vorschläge zur Modifikation und Erweiterung des vorliegenden Klassifikationssystems (Deeg, Staudt & Rohden, 1999; Moser, 1999), welche sich in der Diagnosepraxis noch nicht etabliert haben und entsprechend nicht bei der Bildung des medizinischen Indikators der Risikobelastung berücksichtigt werden konnten.

Dieses sowie zukünftige Verbesserungen der Auflösung bildgebender Verfahren und deren Einsetzbarkeit bei sehr jungen Kindern könnten zu einer genaueren Vorhersage der Entwicklung im Einzelfall führen. Andererseits liegt hier auch ein großes Potential für das bessere Verständnis der normalen Gehirnentwicklung (Spelke, 2002).

Im Zusammenhang mit der Optimierung der Diagnoseinstrumente seitens der Medizin ist auch eine Optimierung der Instrumente zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes bzw. der intellektuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten seitens der Psychologie zu fordern. Derzeit gibt es z.B. kein Verfahren, das im Alter von zwei, drei und vier Jahren zur Diagnose der kognitiven Fähigkeiten einsetzbar gewesen wäre. Zu früheren Zeitpunkten stellt sich dieses Problem umso mehr.

In der vorliegenden Arbeit wurde in dem Zeitraum bis zum 20. Lebensmonat die Sprachentwicklung bzw. deren Vorausläuferfähigkeiten bei unreif geborenen Kinder ebenfalls nicht untersucht, was allerdings mit den Elternfragebögen ELFRA 1 und 2 (Grimm & Doil, 2000) prinzipiell möglich gewesen wäre (vgl. dazu auch die Ausführungen in Kapitel 8.2) und für Nachfolgeuntersuchungen auch zu fordern ist. In der vorliegenden Arbeit können lediglich differentielle Entwicklungswege in den *Phasen I* und *II* der entwicklungsbiologischen Modellvorstellung von Locke (1997) für Subgruppen nach MIR im Zusammenhang mit Befunden der bisherigen Frühgeborenenforschung rekonstruiert werden: Der Eltern-Kind-Interaktion kommt insbesondere in den ersten 20 Lebensmonaten eine besondere Bedeutung zu. Hier werden mit dem Erwerb der Vorausläuferfähigkeiten die Grundlagen für einen gelungenen Spracherwerbsprozess bereitet. Die Autoregulationsprobleme durch die Unreife und medizinische Komplikationen lassen dem frühgeborenen Kind nur begrenzte Ressourcen für die soziale Interaktion. Hinzu kommt bei einigen stärker risikobelasteten Kindern eine generelle Verlangsamung der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit visueller und auditiver Reizen (Rose & Feldman, 1996; Rose et al., 2001). In diesem Ansatz der begrenzten Ressourcen kommt der geteilten Aufmerksamkeit (*joint attention*) als spezifischem sozial-interaktiven Vorausläufer des Spracherwerbs besondere Bedeutung zu. Das stärkere Eingehen der Mütter auf den Aufmerksamkeitsfokus ihres unreif geborenen Kindes und die davon ausgehende Aufmerksamkeitslenkung erfordert weniger Verarbeitungskapazität seitens des Kindes für die Aufrechterhaltung der Interaktion. Daraus folgt, dass zum einen die mütterlichen Interaktionsangebote vom Kind besser angenommen werden können. Zum anderen sind mehr Ressourcen für den Spracherwerb verfügbar (Schmidt & Lawson, 2002; Smith al., 1996). Nach den Befunden der bisherigen Frühgeborenenforschung sind elterliche Verhaltensweisen und Einstellungen für Kinder mit geringer bis mittlerer biologischer Risikobelastung langfristig bedeutender als ihre medizinischen Ausgangsbedingungen. Dies gilt allerdings nicht für die Kinder mit hohem biologischen Risiko (Wolke, 1997).

**Zusammenfassend** sollte neben der Optimierung der medizinischen und psychologischen Diagnoseinstrumente und einer Replikation der vorliegenden Ergebnisse an einer größtmöglichen Stichprobe biologischer Risikokinder eine empirische Absicherung der prognostischen Bedeutung des MIR für die frühen Phasen der Sprachentwicklung erfolgen. Insbesondere für den therapeutischen Prozess wären zudem Untersuchungen bedeutsam, die neben biologischen Risikofaktoren auch die differentiellen kompensatorischen Einflüsse durch den Anregungsgehalt der sozialen Umwelt und therapeutische Fördermaßnahmen erfassen.

## **8.2. Implikationen für den therapeutischen Prozess**

Die Befunde der vorliegenden Arbeit unterstreichen die besondere Vulnerabilität extrem leicht und extrem unreif geborener Kinder insofern, als dass diese ein besonders hohes Risiko für das Auftreten schwerer Komplikationen in der Neugeborenenperiode tragen. Jene erlauben wiederum eine gute Vorhersage der Auftretenswahrscheinlichkeit späterer Defizite.

Die Möglichkeiten zur Prävention extremer Unreifgeburt werden somit zum zentralen Thema. Es wird heute versucht, den Zeitpunkt der zu frühen Geburt so lange wie vertretbar für Mutter und Kind hinauszuzögern. Dank der Erkenntnisse der modernen Molekularbiologie weiß man heute viel über den natürlichen Ablauf von Schwangerschaft und Geburt sowie über die Faktoren, die zu einer zu frühen Geburt führen. In Frankreich konnte z.B. nur durch intensive Information der Schwangeren, Änderung ihres Lebensstils und körperlicher Schonung die Rate der spontanen Frühgeburten von 7,5% auf 3,8% gesenkt werden (Dudenhausen & Saling, 1990; Saling, 1993). Erkennt man rechtzeitig, wann es dem Kind schlecht geht, z.B. durch Mangelversorgung oder mütterliche Infektionen, stehen Medikamente zur Verfügung, die gezielt einsetzbar sind und geistige und neurologische Schäden des Kindes im Mutterleib verhindern helfen (Herman & Perry, 1997).

Kommt es trotz aller präventiven Maßnahmen zu einer viel zu frühen Geburt, hat sich eine Erstversorgung, die die hochtechnisierten Komponenten der Intensivmedizin mit Elementen der sanften Pflege verbindet, als am erfolgversprechendsten erwiesen. Das ist nicht zuletzt darauf zurückführbar, dass viele der in der Vergangenheit primär mit der Frühgeburt assoziierten Komplikationen aus den hochtechnisierten Behandlungsformen und den medikamentösen Dosierungsproblemen resultieren (vgl. Spiegel Online, 2002). Durch eine Anpassung der Versorgung auf der Intensivstation an die individuellen Bedürfnisse des Kindes wird die Auftretenswahrscheinlichkeit von ebendiesen sekundären Komplikationen herabgesetzt. Damit einher geht auch die Senkung der Rate neurologischer Auffälligkeiten (Als et al., 1994; Marcovich, 1996; Sarimski, 2000).

Aber nicht immer lassen sich alle Komplikationen verhindern oder gering halten. Entscheidend ist dann die Stabilisierung der Vitalfunktionen des Kindes um weitere Folgeschäden zu verhindern. Hier wird bereits der frühe Einsatz von Physiotherapie empfohlen (Porz, 1996). Besonders wichtig für die psychosoziale Betreuung von Frühgeborenen ist auch die Einbeziehung der Eltern in die Pflege, um den Interaktionsaufbau zu fördern (Vonderlin & Linderkamp, 1996; Ziegler, 1999). Viele Eltern berichten, dass sie sich mit ihren Sorgen und Belastungen während und nach der stationären Betreuung ihres Kindes von den Fachleuten allein gelassen fühlen. Neonatologen und Kinderärzte können oft nicht hinreichend die fachlich kompetente Hilfe bieten, die die Eltern suchen (Sarimski, 2000). Als besonders belastend wird von vielen Eltern die Ungewissheit darüber empfunden, ob ihr Kind überhaupt überlebt und wenn, ob es ein bleibendes Entwicklungshandicap davontragen wird. Hier könnten sicherlich aufgrund des aktuellen Forschungsstandes viele Eltern umfassender und sensibler informiert werden, womit sie im Einzelfall zu rechnen haben. Außerdem bleibt häufig eine Beratung über Interventionsmöglichkeiten und auch die wichtige Rolle der Eltern selbst als Interaktionspartner ihres unreif geborenen Kindes aus (Sarimski, 1997, 1999).

Nach der Entlassung aus der Klinik sollte, nach den Befunden der vorliegenden Arbeit, bei den unreif geborenen Kindern, die einen Risikopunktwert  $\geq 6$  im MIR haben und/oder deren Geburtsgewicht  $< 1.000$  g lag, in den ersten Lebensjahren eine regelmäßige, engmaschige Überwachung der Entwicklungsfortschritte erfolgen. Oftmals werden in den kinderärztlichen Praxen allerdings veraltete Diagnoseinstrumente eingesetzt, teilweise auch Aufgaben aus verschiedenen Instrumenten willkürlich miteinander kombiniert. Der diagnostische Schwerpunkt liegt auch heute noch überwiegend auf der motorischen Entwicklung, die nach wie vor im Piagetschen Sinne als „Schrittmacher“ der kognitiven Entwicklung und damit auch der Sprachentwicklung betrachtet wird (Piaget, 1970). Entsprechend werden bevorzugt Krankengymnastik und Ergotherapie, teilweise bis zum vierten Lebensjahr, wiederholt als allgemeine Entwicklungsförderung verschrieben. Bei unreif geborenen Kindern mit mittlerer und hoher Risikobelastung macht das auch Sinn: noch im Alter von vier Jahren besteht ein enger Zusammenhang zwischen motorischen Fähigkeiten und Sprachleistungen. Dieser ist anscheinend auf eine verlangsamte oder veränderte Gehirnentwicklung zurückführbar. Dennoch ist allein durch motorische Förderung nicht mit einer Verbesserung der sprachlichen Fähigkeiten zu rechnen. Vielmehr haben die Befunde der aktuellen Sprachentwicklungsforschung eindrucksvoll gezeigt, dass der frühestmöglichen Diagnose von Verzögerungen beim Spracherwerb ein bedeutsamer Stellenwert zukommt. Vor allem deshalb, weil Störungen der Sprachfähigkeit auch auf Störungen in nichtsprachlichen Bereichen verweisen und diese vorhersagen können

(Grimm, 1999; Weinert, 2000). Die Erhebungen des sprachlichen und kognitiven Entwicklungsstandes im Kinder-Untersuchungsheft sind nach neuesten Erkenntnissen nicht geeignet, substantielle Aussagen über den Entwicklungsstand des Kindes zu machen (Ritterfeld, 2000). Stattdessen sollten bis zum Alter von 24 Monaten die Informationen, die Mütter über die frühe Entwicklung ihrer Kinder geben können, genutzt werden. Damit diese Informationen von den Kinderärzten objektiv, eindeutig und bedeutungsvoll interpretiert werden können, empfiehlt sich der Einsatz von Elternfragebögen. Diese haben sich im angloamerikanischen Sprachraum bereits seit Anfang der 90er Jahre etabliert (z.B. Fenson, Dale, Reznick, Thal et al., 1993; Rescorla, 1989). Ihre Nützlichkeit und Zuverlässigkeit als Screeninginstrument wurde empirisch bestätigt. Auch für den deutschen Sprachraum liegt mit dem ELFRA (Grimm & Doil, 2000) ein Elternfragebogen für die Früherkennung von Risikokindern im Alter von 12, 18 und 24 Monaten vor. Nur bei den Kindern, deren Sprachleistungen im Alter von 24 Monaten als auffällig einzuschätzen sind, sollte sich eine genauere Diagnostik anschließen. Der in der vorliegenden Arbeit eingesetzte Sprachentwicklungstest für zweijährige Kinder (SETK-2, Grimm, 2000b) wird als „vorbildlich entwickeltes und theoretisch fundiertes Instrumentarium zur Untersuchung des Entwicklungsbereichs „Sprache“ im Vorschulalter“ (Sarimski, 2001, S. 3) beschrieben. Auch der Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder (SETK 3-5, Grimm, 2001) wird „uneingeschränkt für die standardisierte, theoriegeleitete Diagnose von Sprachverarbeitungs-fähigkeiten empfohlen“ (Sarimski, 2002, S. 207). Zusammen mit den Elternfragebögen ELFRA 1 und 2 liegt damit für das gesamte Altersspektrum bis zum Schuleintritt ein einheitliches Testinstrumentarium vor, das sich auch zur regelmäßigen Verlaufs- und Erfolgskontrolle eingeleiteter Interventionsmaßnahmen eignet (Culp, 2002; Willinger, in Vorbereitung).

Im Zusammenhang mit der Diagnose von Sprachentwicklungsstörungen kommt man nicht umhin, sich mit dem Für und Wider der Alterskorrektur um die Unreife bei der Geburt auseinander zu setzen. Wie bereits ausgeführt, ist empirisch gut belegt, dass nach Vollendung des ersten Lebensjahres die späteren kognitiven und sprachlichen Leistungen besser aufgrund der unkorrigierten Testwerte vorhersagbar sind (Siegel, 1983; Dunn, 1986). Die Ergebnisse dieser Arbeit haben zudem gezeigt, dass die sprachlichen Leistungen der unreif geborenen Kinder erstaunlich stabil über die Zeit bleiben. D.h. die Kinder, die im Alter von zwei Jahren Sprachentwicklungsprobleme hatten, schnitten auch im Alter von drei und vier Jahren im Mittel schlechter ab als die Kinder, die im Alter von zwei Jahren als unauffällig identifiziert wurden. Außerdem hat sich gezeigt, dass die medizinische Risikobelastung, die im Einzelfall mit der

---

Unreife bei der Geburt einher geht und nicht die Unreife selbst entscheidend dafür ist, ob es sich um vorübergehende Verzögerungen der Sprachentwicklung oder um persistierende Defizite handelt. Daher schadet die Alterskorrektur oftmals mehr als sie nutzt: Die Eltern werden mit der Aussage, ihr Kind sei zwar verzögert, aber das wüchse sich noch aus, vertröstet. Damit bleibt vielen unreif geborenen Kindern die notwendige sprachliche Frühförderung versagt, denn ihre Defizite werden unterschätzt (Wolke, 1991). Da die Sprache auch zu anderen Fähigkeits- und Leistungsbereichen in Beziehung steht, ist bei diesen Kindern auch mit kognitiven und sozialen Folgeproblemen zu rechnen. Werden andernfalls die betroffenen Kinder frühzeitig als Risikokinder für eine Sprachentwicklungsstörung identifiziert, können sie adäquat gefördert werden. Das erscheint insbesondere bei leichter und mittlerer Risikobelastung erfolgversprechend, da hier keine frühkindliche Hirnschädigung vorliegt und die Kinder anscheinend sehr gut von den Förderangeboten ihrer Umwelt profitieren. Hier ist es nicht zuletzt auch die Aufgabe des Kinderarztes oder aber, was sehr viel seltener der Fall sein dürfte, des beratenden Psychologen, die Eltern auf ihren enormen kompensatorischen Einfluss, den sie auf die Entwicklung ihres Kindes haben, hinzuweisen und Förderanregungen für den häuslichen Kontext zu geben (Sarimski, 2000). Bei den Kindern mit hirnorganischen Problemen aufgrund einer hohen medizinischen Risikobelastung hat ein Mehr an Therapie zumeist nicht die gewünschte Wirkung, da die Grenzen der kognitiven Plastizität bei diesen Kindern sehr früh erreicht sind. Dennoch brauchen die Kinder und ihre Familien die richtige Hilfe, die sozialer, psychologischer oder einfach praktischer Art sein kann, um mit der Behinderung und ihren Auswirkungen auf das Familienleben umzugehen. Die Grenzen der therapeutischen Bemühungen sollten den Eltern dabei realistisch und einfühlsam vermittelt werden (Sarimski, 1999; 2000; Wolke & Meyer, 1999a).

## 9. Abstract

Vor dem Hintergrund der biolinguistischen Perspektive von Locke (1993, 1994, 1997) werden die Auswirkungen der Unreife bei der Geburt bzw. der damit verbundenen medizinischen Komplikationen auf die Sprachentwicklung untersucht. Die Zusammenhänge zwischen sprachlichen und intellektuellen Fähigkeiten werden betrachtet. Des Weiteren stellt sich die Frage nach dem prognostischen Wert früher Sprachmaße für die spätere Sprachentwicklung.

Im Rahmen eines kombinierten Quer-Längsschnittdesigns wurden insgesamt 50 unreif geborene Kinder mit Sprachentwicklungstests (SETK-2 bzw. SETK 3-5) sowie allgemeinen Entwicklungs- und Intelligenztests (Items des BSID-II; WET; K-ABC) im Altersbereich von zwei bis fünf Jahren untersucht. Neben den biologischen Risikofaktoren Geburtsgewicht und Gestationsdauer wurden die aufgetretenen medizinischen Komplikationen erfasst und ein medizinischer Indikator der Risikobelastung (MIR) gebildet. Dabei handelt es sich um einen gewichteten Summenwert klinisch bedeutsamer Einzelrisiken. Der MIR ist im Vergleich zum Geburtsgewicht und zur Gestationsdauer ein geeigneterer Prädiktor der späteren sprachlichen Fähigkeiten. Nach ihrem Risikopunktwert im MIR lassen sich drei Subgruppen unreif geborener Kinder identifizieren, die unterschiedliche Sprachleistungsprofile zeigen. Die Subgruppenunterschiede in den Sprachleistungen sind nicht auf Intelligenzunterschiede zurückführbar und haben sich als äußerst zeitstabil erwiesen. Dabei ist der prognostische Wert von frühen Sprachmaßen bei Kindern mit hoher biologischer Risikobelastung größer als bei gering risikobelasteten Kindern.

Aus den Ergebnissen werden Implikationen für eine medizinisch-psychologisch orientierte Frühgeborenenforschung sowie für den diagnostischen Prozess bei biologischen Risikokindern abgeleitet.

Schlagwörter: Sprachentwicklung – biologische Risikokinder – MIR



---

## Literaturverzeichnis

- Akta<sup>o</sup>, M. (in Vorbereitung). *Übergänge von vorsprachlichen zu sprachlichen Symbolisierungsfähigkeiten bei 4-7-jährigen Down-Syndrom-Kindern (Arbeitstitel)*. Universität Bielefeld.
- Allen, M.C. & Alexander, G.R. (1990). Gross motor milestones in preterm infants: correction for degree of prematurity. *Journal of Pediatrics*, 116, 955-959.
- Als, H., Lawhon, G., Duffy, G., McAnulty, G., Gibes-Grossman, R. & Blickman, J. (1994). Individualized developmental care for the very low-birth-weight preterm infant. Medical and neurofunctional effects. *JAMA*, 272, 853.
- Anderson, V., Northam, E., Hendy, J. & Wrennall, J. (2001). *Developmental neuropsychology. A clinical approach*. Hove: Psychology Press.
- Aram, D.M., Hack, M., Hawkins, S., Weissman, B.M. & Borawski-Clark, E. (1991). Very-low-birthweight children and speech and language development. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 1169-1179.
- Aylward, G.P., Pfeiffer, S.I., Wright, A. & Verhulst, S.J. (1989). Outcome studies of low birth weight infants published in the last decade: A metaanalysis. *Journal of Pediatrics*, 115, 515-520.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2000). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung (9. Aufl.)*. Berlin: Springer.
- Baddeley, A. (1997). *Human memory*. Prentice Hall: Ingram.
- Barrera, M.E., Rosenbaum, P.L. & Cunningham, C.E. (1987). Corrected and uncorrected Bayley scores: longitudinal developmental patterns in low and high birth weight preterm infants. *Infant Behavior and Development*, 10, 337-346.
- Bates, E., Bretherton, I. & Snyder, L. (1988). *From first words to grammar. Individual differences and dissociable mechanisms*. Cambridge: CUP.
- Bayley, N. (1993). *Bayley Scales II of Infant Development (BSID-II)*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Beckwith, L. & Cohen, S. E. (1989). Maternal responsiveness with preterm infants and later competency. In M. H. Bornstein (Ed.), *Maternal responsiveness: characteristics and consequences* (Vol.43, pp. 75-103). San Francisco: Jossey-Bass.
- Bellinger, D., Leviton, A. & Stiles, K. (1992). Developmental disorders of cerebral function: epidemiologic principles and pitfalls. In I. Rapin & S.J. Segalowitz (Eds.), *Handbook of Neuropsychology, Section 10: Child Neuropsychology (Part 1)* (pp. 211-222). Amsterdam: Elsevier.
- Bendersky, M. & Lewis, M. (1990). Early language ability as a function of ventricular dilatation associated with intraventricular hemorrhage. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 11(1), 17-21.
- Bendersky, M. & Lewis, M. (1994). Environmental risk, biological risk, and developmental outcome. *Developmental Psychology*, 30(4), 484-494.
- Berg, M. (1997). Testrezeption zur Kaufman-Assessment Battery for Children (K-ABC). *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 18, 20-22.

- Bishop, D.V.M. & Edmundson, A. (1987). Language-impaired 4-year-olds: Distinguishing transient from persistent impairment. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 25, 156-173.
- Bishop, D.V.M. (1997). Pre- and perinatal hazards and family background in children with specific language impairments: A study of twins. *Brain and Language*, 56, 1-26.
- Bishop, D.V.M. (1999). *Uncommon understanding. Development and disorders of language comprehension in children*. Hove: Psychology Press.
- Blasco, P.A. (1989). Preterm birth: to correct or not to correct. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 31, 816-826.
- Bornstein, M. & Haynes, O. (1998). Vocabulary competence in early childhood: Measurement, latent construct, and predictive validity. *Child Development*, 69(3), 654-671.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler (2. Aufl.)*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler (5. Aufl.)*. Berlin: Springer.
- Botting, N., Powls, A., Cooke, R. W. & Marlow, N. (1998). Cognitive and educational outcome of very-low-birthweight children in early adolescence. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 652-660.
- Bowerman, M. (1982). Reorganizational processes in lexical and syntactic development. In E. Wanner & L.R. Gleitman (Eds.), *Language acquisition: The state of the art* (319-346). Cambridge: University Press.
- Brazy, J.E., Goldstein, R.F., Oehler, J.M., Gustafson, K.E. & Thompson, R.J. (1993). Nursery neurobiologic risk score: levels of risk and relationships with nonmedical factors. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 14, 375-380.
- Briscoe, J., Gathercole, S.E. & Marlow, N. (1998). Short-term memory and language outcomes after extreme prematurity at birth. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 654-666.
- Briscoe, J., Gathercole, S.E. & Marlow, N. (2001). Everyday memory and cognitive ability in children born very prematurely. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(6), 749-754.
- Brothwood, M., Wolke, D., Gamsu, H., Benson, J. & Cooper, D. (1986). Prognosis of the very low birthweight baby in relation to gender. *Archives of disease in childhood*, 61, 559-564.
- Brothwood, M., Wolke, D., Gamsu, H. & Cooper, D. (1988). Mortality, morbidity, growth and development of babies weighing 501-1000 grams and 1001-1500 grams at birth. *Acta Paediatrica Scandinavia*, 77, 10-18.
- Byers-Brown, B., Bendersky, M. & Chapman, T. (1986). The early utterances of preterm infants. *British Journal of Disorders in Communication*, 21, 307-319.
- Caputo, D.V., Goldstein, K.M. & Taub, H.B. (1981). Neonatal compromise and later psychological development: a 10-year longitudinal study. In Sarah L. Friedman & Marian Sigman (Eds.), *Preterm birth and psychological development* (pp. 353-386). New York: Academic Press.

- Casiro, O.G., Moddemann, D.M., Stanwick, R.S., Panikkar-Thiessen, V.K., Cowan, H. & Cheang, M.S. (1990). Language development of very low birth weight infants and fullterm controls at 12 months of age. *Early Human Development*, 24, 65-77.
- Cohen, S.E., Parmelee, A.H., Beckwith, L. & Sigman, M. (1986). Cognitive development in preterm infants: birth to 8 years. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 7(2), 102-110.
- Cohen, S.E. (1986). The low-birthweight infant and learning disabilities. In M. Lewis (Ed.), *Learning disabilities and prenatal risk* (pp. 153-193). Urbana, Chicago: University of Illinois Press.
- Craig, H.K., Evans, J.L., Meisels, S.J. & Plunkett, J.W. (1991). Linguistic production abilities of 3-year-old children born premature with low birth weight. *Journal of Early Intervention*, 15, 326-337.
- Culp, C. (2002). Rezension. SETK 3-5, Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder. *Schwierige Kinder Journal*, 28, 31.
- Dammann, O., Walther, H., Allers, B., Schröder, M., Drescher, J., Lutz, D., Veelken, N. & Schulte F.J., (1996). Development of a regional cohort of very-low-birthweight children at six years: cognitive abilities are associated with neurological disability and social background. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 97-108.
- DeCasper, A. & Spence, M. (1986). Newborns prefer a familiar story over an unfamiliar one. *Infant Behavior and Development*, 9, 133-150.
- Deeg, K., Staudt, F. & von Rhoden, L. (1998). *Klassifikation der intrakraniellen Blutungen des Frühgeborenen*. <http://www.degum.de/D/Paediatric> (19. Juli 2001).
- Den Ouden, L., Rijken, M., Brand, R., Verloove-Vanhorick, P.S. & Ruys, J.H. (1991). Is it correct to correct? Developmental milestones in 555 "normal" preterm infants compared with term infants. *Journal of Pediatrics*, 118, 399-404.
- Dennis, M. (1989). Language and the young damaged brain. In T. Boll & B.K. Bryant (Eds.), *Clinical neuropsychology and brain function: Research, measurement and practice* (pp. 85-124). Washington: American Psychological Ass..
- Dichtelmiller, M., Meisels, S.J., Plunkett, J.W., Bozynski, M.E.A., Claflin, C. & Mangelsdorf, S.C. (1992). The relationship of parental knowledge to the development of extremely low birth weight infants. *Journal of Early Intervention*, 16(3), 210-220.
- Diehl, J. M. & Staufenbiel, T. (2001). *Statistik mit SPSS Version 10.0*. Eschborn: Klotz.
- Dietl, J. (1998). *Das Restrisiko in der Geburtshilfe*. <http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF> (19. Juli 2001).
- Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. (1993). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen: ICD-10*. Bern: Huber.
- Doil, H. & Frevert, S. (1998). Testbesprechung des Wiener Entwicklungstests (WET). *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 30(4), 200-204.
- Dudenhausen & Sailing (1990). *Perinatale Medizin. Bd. XIII. 14. Deutscher Kongress für Perinatale Medizin, Berlin 1989*. Stuttgart: Thieme.
- Dunham, P. & Dunham, F. (1995). Optimal social structures and adaptive infant development. In C. Moore & P. Dunham (Eds.), *Joint attention: its origins and role in development* (pp. 159-188). Hillsdale: Erlbaum.
- Dunn, H.G. (1986). *Sequelae of low birthweight: the Vancouver Study*. London: Mac Keith.

- Escalona, S. (1982). Babies at double hazard: Early development of infants at biologic and social risks. *Pediatrics*, 70, 670-676.
- Evrard, P., Miladi, N., Bonnier, C. & Gressens, P. (1992). Normal and abnormal development of the brain. In I. Rapin & S.J. Segalowitz (Eds.), *Handbook of Neuropsychology, Vol. 6, Section 10: Child Neuropsychology (Part 1)* (pp. 11-44). Amsterdam: Elsevier.
- Ewers, H. (1999). Schemata im mentalen Lexikon: Empirische Untersuchungen zum Erwerb der deutschen Pluralbildung. In J. Meibauer & M. Rothweiler (Hrsg.), *Das Lexikon im Spracherwerb* (S. 106-127). Berlin: Francke.
- Fanaroff, A., Wright, L. & Stevenson, D. (1995). Very-low-birthweight outcomes of the National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network, May 1991 through December 1992. *American Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 173, 1423-1431.
- Fenson, L., Dale, P., Reznick, J., Thal, D., Bates, E., Hartung, J., Pethick, S. & Reilly, J. (1993). *MacArthur Communicative Development Inventories*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Fernald, A. (1984). The perceptual and affective salience of mothers speech to infants. In L. Feagans; C. Garvey & R. Golinkoff (Eds.), *The origins and growth of communication* (pp. 5-29). Norwood NJ: Ablex.
- Fernell, E. & Hagberg, B. (1993). Infantile hydrocephalus in preterm, low-birth-weight infants - a nationwide Swedish cohort study 1979-1988. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 82, 45-48.
- Field, T., Hallock, N., Ting, G., Dempsey, J., Dabiri, C. & Shuman, H. (1978). A first-year follow-up of high-risk infants: formulating a cumulative risk index. *Child Development*, 49, 119-131.
- Field, T. (1980). Interactions of high-risk infants: Quantitative and qualitative differences. In D.B. Swain; R.C. Hawkins; C.D. Walker & J.H. Penticuff (Eds.), *Exceptional infant-environmental transactions* (pp. 120-143). New York: Brunner/Mazel.
- Forslund, M. & Bjerre, I. (1989). Follow-up of preterm children I. Neurological assessment at 4 years of age. *Early Human Development*, 20, 45-66.
- Forslund, M. & Bjerre, I. (1990). Follow-up of preterm children: II. Growth and development at four years of age. *Early Human Development*, 24, 107-118.
- Frevort, S. (in Vorbereitung). Welche Auswirkungen haben frühe Sprachstörungen auf spätere Entwicklungs- und Lernprobleme? Längsschnittliche Analyse differentieller Entwicklungsmuster (Arbeitstitel). Dissertation an der Universität Bielefeld.
- Friederici, A. D. & Hahne, A. (2000). Neurokognitive Aspekte der Sprachentwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, C III, Band 3: Sprachentwicklung* (S. 273-310). Göttingen: Hogrefe.
- Friedman, S. L. & Sigman, M. D. (1992). *The psychological development of low birthweight children*. Norwood: Ablex.
- Frisk, V. & Whyte, H. (1994). The long-term consequences of periventricular brain damage on language and verbal memory. *Developmental Neuropsychology*, 10(3), 313-333.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1989). Evaluation of the role of phonological STM in the vocabulary in children: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 28, 336-360.

- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336-360.
- Gathercole, S.E., Willis, C.S., Emslie, H. & Baddeley, A.D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: a longitudinal study. *Developmental Psychology*, 28(5), 887-898.
- Gathercole, S. E. & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. Hillsdale: Erlbaum.
- Gathercole, S. E. (1995). The assessment of phonological memory skills in preschool children. *British Journal of Educational Psychology*, 65, 155-164.
- Geschwind, N. & Galaburda, A. M. (1987). *Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology*. Cambridge: MIT Press.
- Gloger-Tippelt, G. (1988). *Schwangerschaft und erste Geburt: Psychologische Veränderungen der Eltern*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Glück, H. (2000). *Metzler-Lexikon Sprache*. Stuttgart : Metzler.
- Grimm, H. (1990). Über den Einfluss der Umweltsprache auf die kindliche Sprachentwicklung. In K. Neumann & M. Charlton (Hrsg.), *Spracherwerb und Mediengebrauch* (S. 99-112). Tübingen: Narr.
- Grimm, H. (1995a). Sprachentwicklung - allgemeintheoretisch und differentiell betrachtet. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie (3. Aufl.)* (S. 705-757). Weinheim: Beltz.
- Grimm, H. (1995b). Spezifische Störung der Sprachentwicklung. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie (3. Aufl.)* (S. 943-953). Weinheim: Beltz.
- Grimm, H. (1999). *Störungen der Sprachentwicklung: Grundlagen - Ursachen - Diagnose - Intervention - Prävention*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. & Doil, H. (2000). *ELFRA - Elternfragebögen für die Früherkennung von Risikokindern*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. (2000a). *Sprachentwicklung. Enzyklopädie der Psychologie, C III, Band 3*. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Grimm, H. (2000b). *SETK-2: Sprachentwicklungstest für zweijährige Kinder. Diagnose rezeptiver und produktiver Sprachverarbeitungsfähigkeiten*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. (2000c). Entwicklungsdysphasie: Kinder mit spezifischer Sprachstörung. In H. Grimm (Hrsg.), *Sprachentwicklung. Enzyklopädie der Psychologie, CIII, Band 3* (S. 603-640). Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. (2001). *SETK 3-5: Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder. Diagnose von Sprachverarbeitungsfähigkeiten und auditiven Gedächtnisleistungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Grimm, H. & Weinert, S. (2002). Sprachentwicklung. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie (5. Aufl.)* (S. 517-550). Weinheim: Beltz.
- Grimm, H. (2003). *Störungen der Sprachentwicklung (2., überarbeitete Auflage)*. Göttingen: Hogrefe.

- Grunau, R. V., Kearney, S. M. & Whitfield, M. F. (1990). Language development at 3 years in pre-term children of birth weight below 1000 g. *British Journal of Disorders of Communication*, 25, 173-182.
- Hack, M., Merkatz, I. R., McGrath, S. K., Jones, P. K. & Fanaroff, A. A. (1984). Catch-up growth in very-low-birth-weight infants. *American Journal of Disorders in Childhood*, 138, 370-375.
- Hack, M. & Breslau, N. (1986). Very low birth weight infants. Effect of brain growth during infancy on intelligence quotient at 3 years of age. *Pediatrics*, 77, 196-202.
- Hack, M., Taylor, G., Klein, N., Eiben, R., Schatschneider, C. & Mercuri-Minich, N. (1994). School-age outcomes in children with birth weights under 750 g. *New England Journal of Medicine*, 331(12), 753-759.
- Hall, A., McLeod, A., Counsell, C., Thomson, L. & Mutch, L. (1995). School attainment, cognitive ability and motor function in a total Scottish very-low-birthweight population at eight years: a controlled study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 37, 1037-1050.
- Halsey, C. L., Collin, M. F. & Anderson, C. L. (1993). Extremely low birth weight children and their peers: a comparison of preschool performance. *Pediatrics*, 91(4), 807-811.
- Hart, B. & Risley, T. (1992). American parenting of language-learning children: Persisting differences in family-child interactions observed in natural home environments. *Developmental Psychology*, 28, 1096-1105.
- Herman, B. & Perry, S. K. (1997). *Born too soon: A brief look at prematurity, with a focus on early identification and prevention*. <http://webmd.lycos.com/content/article> (12. Juni 2001).
- Herrgard, E., Luoma, L., Tuppurainen, K., Karjalainen, S. & Martikainen, A. (1993). Neurodevelopmental profile at five years of children born at < 32 weeks gestation. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 1083-1096.
- Höck, S. (1999). Beratungsangebote für Familien mit sehr kleinen Frühgeborenen aus dem Blickwinkel kindlicher Aspekte. *Frühförderung interdisziplinär*, 18, 49-58.
- Hoff, E. (2001). *Language development (2nd edition)*. Belmont: Wadsworth.
- Holdgrafer, G. (1995). Language abilities of neurological normal and suspect preterm children now in preschool. *Perceptual and motor skills*, 80, 1251-1262.
- Hughes, M. & McCollum, J. (1994). Neonatal intensive care: mothers' and fathers' perceptions of what is stressful. *Journal of Early Intervention*, 258-268.
- Hunt, J. V. (1981). Predicting intellectual disorders in childhood for preterm infants with birthweights below 1501 gm. In S.L. Friedman & M. Sigman (Eds.), *Preterm birth and psychological development* (pp. 329-352). New York: Academic Press.
- Ihle, W., Esser, G., Laucht, M. & Schmidt, M. H. (1997). Ungeduldige Winzlinge und ihre Entwicklung: Was schützt frühgeborene Kinder vor Entwicklungsstörungen? In C. Leyendecker & T. Horstmann (Hrsg.), *Frühförderung und Frühbehandlung: wissenschaftliche Grundlagen, praxisorientierte Ansätze und Perspektiven interdisziplinärer Zusammenarbeit* (S. 203-212). Heidelberg: Edition Schindele.
- Ihle, W. & Esser, G. (1998). *Epidemiologie von psychischen Störungen und anderen Entwicklungsstörungen*. <http://www.psych.uni-potsdam.de> (24. Juli 2001).

- Isaacs, E. B., Lucas, A., Chong, W. K., Wood, S. J., Johnson, C. L., Marshall, C., Vargha-Khadem, F. & Gadian, D. G. (2000). Hippocampal volume and everyday memory in children of very low birth weight.. *Pediatric Research*, 47(6), 713-720.
- Isaacson, R. L. (1975). The myth of recovery from early brain damage. In N.R. Ellis (Ed.), *Abberant development in infancy. Human and animal studies* (pp. 1-26). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Jotzo, M. & Schmitz, B. (2001). Eltern Frühgeborener in den ersten Wochen nach der Geburt: Eine Prozess-Studie zum Verlauf von Belastung, Bewältigung und Befinden. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 48, 81-97.
- Kalkhorst, M. (2000). *Das Frühgeborene*. <http://www.uke.uni-hamburg.de/kliniken> (19. Juli 2001).
- Karmiloff-Smith, A. (1992). *Beyond modularity. A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge: MIT Press.
- Kastner-Koller, U. & Deimann, P. (1998). *Der Wiener Entwicklungstest. Ein allgemeines Entwicklungstestverfahren für Kinder von 3 bis 6 Jahren*. Göttingen: Hogrefe.
- Kiely, J.L. & Paneth, N. (1981). Annotations: Follow-up studies of low-birthweight infants: Suggestions for design, analysis and reporting. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 23, 96-100.
- Kießig, U. (2002). *Rezeptive und produktive sprachliche Verarbeitungsfähigkeiten bei 4-7jährigen Down-Syndrom-Kindern unter Berücksichtigung individueller Differenzen*. Diplomarbeit an der Universität Bielefeld.
- Kinderklinik Buch (1995). *Prävalenz und Überlebensraten*. <http://kinderklinik-buch.de/Neonatologie/VLBW> (18. Juli 2001).
- Klein, N. K., Hack, M., Gallagher, J. & Fanaroff, A. A. (1985). Preschool performance of children with normal intelligence who were very low-birth-weight-infants. *Pediatrics*, 75, 531-537.
- Klein, N.K., Hack, M. & Breslau, N. (1989). Children who were very low birth weight: development and academic achievement at nine years of age. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 10(1), 32-37.
- Kolb, B. (1995). *Brain plasticity and behavior*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Korner, A.F. & Thom, V. (1990). *Neurobehavioral assessment of the preterm infant*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Korner, A.F., Constantinou, J. & Dimiceli, S. et al. (1991). Establishing the reliability and developmental validity of a neurobehavioral assessment for preterm infants: A methodological process. *Child Development*, 62, 1200-1208.
- Korner, A.F., Stevenson, D.K., Kraemer, H.C., Spiker, D., Scott, D.T., Constantinou, J. & Dimiceli, S. (1993). Prediction of the development of low birth weight preterm infants by a new neonatal medical index. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 14(2), 106-111.
- Krägeloh-Mann, I., Toft, P., Lunding, J., Andresen, J., Pryds, O. & Lou, H. (1999). Brain lesions in preterms: origins, consequences and compensation. *Acta Paediatrica*, 88, 897-908.

- Krause, M. (2001). Entwicklungsdiagnostik im Schnellverfahren? - Eine Kritik aus psychologischer Sicht. *Rundbrief der Vereinigung für Interdisziplinäre Frühförderung NRW*, 1, 13-14.
- Kuban, K.C. (1998). White-matter disease of prematurity, periventricular leukomalacia, and ischemic lesions. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 571-573.
- Kuhl, P.K. (1993). Developmental speech perception: implications for models of language impairment. In P. Tallal; A.M. Galaburda; R.R. Llinás & C. von Euler (Eds.), *Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia* (Vol. 682) (pp. 248-263). New York: Academy of Sciences.
- Landry, S.H., Schmidt, M. & Richardson, M.A. (1989). The effects of intraventricular hemorrhage on functional communication skills in preterm toddlers. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 10(6), 299-306.
- Landry, S.H., Chapieski, M.L., Richardson, M.A., Palmer, J. & Hall, S. (1990). The social competence of children born prematurely: effects of medical complications and parent behaviors. *Child Development*, 61, 1605-1616.
- Landry, S.H., Fletcher, J.M. & Denson, S.E. (1993). Longitudinal outcome for low birth weight infants: effects of intraventricular hemorrhage and bronchopulmonary dysplasia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15(2), 205-218.
- Landry, S.H. (1995). The development of joint attention in premature low birth weight infants: effects of early medical complications and maternal attention-directing behaviors. In Chris Moore & Philip J. Dunham (Eds.), *Joint attention. Its origins and role in development* (pp. 223-250). Hillsdale: Erlbaum.
- Largo, R.H., Molinari, L., Comanate-Pinto, L., Weber, M. & Duc, G. (1986). Language development of term and preterm children during the first five years of life.. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 28, 333-350.
- Largo, R.H. (1996). Entwicklung von Frühgeborenen. Risiken und Prognosen. *Psychoscope*, 2, 7-11.
- Largo, R.H. (2002). Die Frühförderung aus der Sicht des Zürcher Fit-Konzeptes. *Frühförderung interdisziplinär*, 21, 65-73.
- Laucht, M., Esser, G., Schmidt, M., Ihle, W., Löffler, W., Stöhr, R., Weindrich, D. & Weinell, H. (1992). "Risikokinder": Zur Bedeutung biologischer und psychosozialer Risiken für die kindliche Entwicklung in den ersten beiden Lebensjahren. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 41, 274-285.
- Laucht, M., Esser, G., Schmidt, M.H., Ihle, W., Marcus, A., Stöhr, R. & Weindrich, D. (1996). Viereinhalb Jahre danach: Mannheimer Risikokinder im Vorschulalter. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 24, 67-81.
- Laucht, M., Esser, G. & Schmidt, M.H. (1998). Risiko- und Schutzfaktoren der frühkindlichen Entwicklung: Empirische Befunde. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie*, 26, 6-20.
- Lems, W., Hopkins, B. & Samsom, J.F. (1993). Mental and motor development in preterm infants: the issue of corrected age. *Early Human Development*, 34, 113-123.
- LeNormand, M. & Cohen, H. (1999). The delayed emergence of lexical morphology in preterm children: the case of verbs. *Journal of Neurolinguistics*, 12, 235-246.
- Leviton, A. & Paneth, N. (1990). White matter damage in preterm newborns - an epidemiologic perspective. *Early Human Development*, 24, 1-22.

- 
- Li, A. K., Sauve, R.S. & Creighton, D.E. (1990). Early indicators of learning problems in high-risk children. *Developmental and behavioral pediatrics*, 11(1), 1-6.
- Liaw, F. & Brooks-Gunn, J. (1993). Patterns of low-birth-weight children's cognitive development. *Developmental Psychology*, 29(6), 1024-1035.
- Linderkamp, O., Beedgen, B. & Sontheimer, D. (1995). Das Konzept der sanften Behandlung Frühgeborener von Marina Marcovich. Eine kritische Bewertung. *International Journal of Prenatal and Perinatal Psychology and Medicine*, 7(1), 73-84.
- Locke, J.L. (1993). *The child's path to spoken language*. Cambridge: Harvard University Press.
- Locke, J.L. (1994). Gradual emergence of developmental language disorders. *Journal of Speech and Hearing Research*, 37, 608-616.
- Locke, J.L. (1997). A theory of neurolinguistic development. *Brain and Language*, 58, 265-326.
- Luoma, L., Herrgard, E., Martikainen, A. & Ahonen, T. (1998). Speech and language development of children born at < 32 weeks' gestation: a 5-year prospective follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 380-387.
- Mandler, J. (1992). The foundations of conceptual thought in infancy. *Cognitive Development*, 7, 273-285.
- Marcovich, M. (1996). Vom sanften Umgang mit Frühgeborenen. Neue Wege in der Neonatologie. *International Journal of Prenatal and Perinatal Psychology and Medicine*, 7(1), 57-71.
- Matilainen, R. (1987). The value of correction for age in the assessment of prematurely born children. *Early Human Development*, 15, 257-264.
- McCormick, M., Brooks-Gunn, J., Workman-Daniels, K., Turner, J. & Peckham, G. (1992). The health and developmental status of very low-birth-weight children at school age. *JAMA*, 267, 2204-2208.
- McGrath, M., Boukydis, C. & Lester, B. (1993). Determinants of maternal self-esteem in the neonatal period. *Infant Mental Health Journal*, 14, 35-48.
- Mehler, J., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertocini, J. & Amiel-Tieson, C. (1988). A precursor of language acquisition in young infants. *Cognition*(29), 143-178.
- Melchers, P. & Preuß, U. (1994). *K-ABC: Kaufman-Assessment Battery for Children (dt. Fassung)*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Menyuk, P. (1988). *Language development. Knowledge and use*. Glenview: Scott, Foresman and Co.
- Menyuk, P., Liebergott, J., Schultz, M., Chesnick, M. & Ferrier, L. (1991). Patterns of early lexical and cognitive development in premature and full-term infants. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 88-94.
- Menyuk, P., Liebergott, J.W. & Schultz, M.C. (1995). *Early language development in full-term and premature infants*. Hillsdale: Erlbaum.
- Menyuk (2000). Wichtige Aspekte der lexikalischen und semantischen Entwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, C III, Band 3: Sprachentwicklung* (S. 171-192). Göttingen: Hogrefe.

- Messinger, D., Dolcourt, J., King, J., Bodnar, A. & Beck, D. (1996). The survival and developmental outcome of extremely low birthweight infants. *Infant Mental Health Journal*, 17(4), 375-385.
- Meyer-Probst, B. & Teichman, H. (1984). *Risiken für die Persönlichkeitsentwicklung im Kindesalter*. Leipzig: Thieme.
- Meyer-Probst, B., Teichmann, H., Hayes, A. & Rauh, H. (1991). Follow-up of a cohort of risk children from birth to adolescence - The Rostock longitudinal study. *International Journal of Disability, Development and Education*, 38(3), 225-246.
- Miller, G., Dubowitz, L.M. & Palmer, P. (1984). Follow-up of pre-term infants: is correction of the developmental quotient for prematurity helpful? *Early Human Development*, 9, 137-144.
- Minde, K., Goldberg, S., Perrotta, M., Washington, J., Lojkasek, M., Corter, C. & Parker, K. (1989). Continuities and discontinuities in the development of 64 very small premature infants to 4 years of age. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 30(3), 391-404.
- Mogford, K. & Bishop, D. (1993). Language development in exceptional circumstances. In D. Bishop & K. Mogford (Eds.), *Language development in exceptional circumstances* (pp. 10-28). Hove, UK: Erlbaum.
- Molfese, V.J. (1992). Neuropsychological assessment in infancy. In I. Rapin & S.J. Segalowitz (Eds.), *Handbook of Neuropsychology, Vol. 6, Section 10: Child Neuropsychology (Part 1)* (pp. 353-376). Amsterdam: Elsevier.
- Moser, M. (1999). *Lokalisation und Ausdehnung von intrakraniellen Blutungen bei Frühgeborenen als Einflussfaktoren auf den Verlauf der posthämorrhagischen Ventrikeldilatation*. <http://bibd.uni-giessen.de/gdoc/1999/uni/d990059a.htm> (11. Dezember 2002).
- Mutch, L., Leyland, A. & McGee, A. (1993). Patterns of neuropsychological function in a low-birthweight population. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 35, 943-956.
- Nelson, K. (1996). *Language in cognitive development. The emergence of the mediated mind*. Cambridge: University Press.
- Ninio, A. (1980). Picture-book reading in mother-infant dyads belonging to two subgroups in Israel. *Child Development*, 51, 587-590.
- Noterdaeme, M. (2001). Die Bedeutung genetischer, biologischer und psychosozialer Risiken. In W. von Suchodoletz (Hrsg.), *Sprachentwicklungsstörung und Gehirn* (S. 148-159). Stuttgart: Kohlhammer.
- Ohrt, B. (1999). Die Entwicklung sehr frühgeborener Kinder bis zum Alter von achteinhalb Jahren. *Frühförderung interdisziplinär*, 18, 3-10.
- Ornstein, M., Ohlsson, A., Edmunds, J. & Asztalos, E. (1991). Neonatal follow-up of very low birthweight/extremely low birthweight infants to school age: A critical overview. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 80, 741-748.
- O'Callaghan, M., Burns, Y., Gray, P., Harvey, J., Mohay, H., Rogers, Y. & Tudehope, D. (1996). School performance of ELBW children: a controlled study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 917-926.
- Palisano, R.J. (1986). Use of chronological and adjusted ages to compare motor development of healthy preterm and fullterm infants. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 28, 180-187.

- Papile, L., Burnstein, J., Burnstein, R. & Koffler, H. (1978). Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage: A study of infants with birthweights less than 1.500 gm. *The Journal of Pediatrics*, 92, 529-534.
- Parmelee, A.H., Sigman, M., Kopp, C.B. & Haber, A. (1975). The concept of a cumulative risk score for infants. In R. Ellis (Ed.), *Abberant development in infancy. Human and animal studies* (pp. 113-121). Hillsdale: Erlbaum.
- Pauli-Pott, U. (1991). Die moderne Temperamentsforschung und ihre Bedeutung im transaktionalen Entwicklungsmodell. *Psychosozial*, 46, 29-37.
- Pearl, R. & Donahue, M. (1995). Four years after a premature birth: children's development and their mothers' beliefs and expectations. *Journal of Pediatric Psychology*, 20(3), 363-370.
- Peterson, B.S., Vohr, B., Staib, L.H., Cannistraci, C.J., Dolberg, A. & Schneider, K.C. (2000). Regional brain volume abnormalities and long-term cognitive outcome of preterm infants. *JAMA*, 284(18), 1939-1947.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In P.H. Mussen (Ed.), *Manual of child psychology* (pp. 703-732). London: Wiley.
- Pinel, J.P. (1997). *Biopsychologie. Eine Einführung*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Portnoy, S., Callias, M., Wolke, D. & Gamsu, H. (1988). Five-year follow-up study of extremely low-birthweight infants. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 30, 590-598.
- Porz, F. (1998). *Individuelle Pflege - Minimal Handling bei kleinen Frühgeborenen*. <http://stillen.de/vortraege/porz> (19. Juli 2001).
- Pschyrembel (1998). *Klinisches Wörterbuch* (258. Aufl.). Berlin: de Gruyter.
- Rauh, H. (1984). Frühgeborene Kinder. In H.-C. Steinhausen (Hrsg.), *Risikokinder. Ergebnisse aus der Kinderpsychiatrie und -psychologie* (S. 11-35). Stuttgart: Kohlhammer.
- Rauh, H. (1995). Frühe Kindheit. In R. Oerter & L. Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (3. Aufl.) (S. 167-248). Weinheim: Beltz.
- Rauh, H. (2002). Vorgeburtliche Entwicklung und Frühe Kindheit. In R. Oerter & L. & Montada (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie* (5. Aufl.) (S. 131-208). Weinheim: Beltz.
- Rescorla, L. (1989). The language development survey: A screening tool for delayed language in toddlers. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 54, 587-599.
- Rice, M., Spitz, R.V. & O'Brien, M. (1999). Semantic and morphosyntactic language outcomes in biologically at-risk children. *Journal of Neurolinguistics*, 12, 213-234.
- Riegel, K., Ohrt, B., Wolke, D. & Österlund, K. (1995). *Die Entwicklung gefährdet geborener Kinder bis zum fünften Lebensjahr*. Stuttgart: Enke.
- Ritterfeld, U. (2000). Testinformation: Sprachentwicklungstest für zweijährige Kinder (SETK-2). *Logos Interdisziplinär*, 8(4), 304-310.
- Rocissano, L. & Yatchmink, Y. (1983). Language skill and interactive patterns in prematurely born toddlers. *Child Development*, 54, 1229-1241.
- Rose, S.A. & Feldman, J.F. (1996). Memory and processing speed in preterm children at eleven years: a comparison with full-terms. *Child Development*, 67, 2005-2021.

- Rose, S.A., Feldman, J.F. & Jankowski, J.J. (2001). Attention and recognition memory in the 1st year of life: a longitudinal study of preterm and full-term infants. *Developmental Psychology*, 37(1), 135-151.
- Ross, G., Lipper, E. & Auld, P. (1991). Educational status and school-related abilities of very low birth weight premature children. *Pediatrics*, 88, 1125-1134.
- Ross, G., Tesman, J., Auld, P.A. & Nass, R. (1992). Effects of subependymal and mild intraventricular lesions on visual attention and memory in premature infants. *Developmental Psychology*, 28(6), 1067-1074.
- Rourke, B. (1987). Syndrome of non-verbal learning disabilities: The final common pathway of white matter disease/dysfunction. *The Clinical Neuropsychologist*, 1, 209-234.
- Rourke, B. (1989). *Nonverbal learning disabilities*. New York: Guilford Press.
- Saigal, S., Szatmari, P. & Rosenbaum, P. (1991). Cognitive abilities and school performance of extremely low birth weight children and matched term control children at age 8 years: A regional study. *Journal of Pediatrics*, 118, 751-760.
- Saling, E. (2001). *Wissenschaftliche Information für an der Aktion "Frühgeburten-Vermeidung" teilnehmende Frauenärztinnen und Frauenärzte*. [http://www.saling-institut.de/wisinfo\\_de](http://www.saling-institut.de/wisinfo_de) (24. Juli 2001).
- Sarimski, K. (2001). Testinformation: Sprachentwicklungstest für zweijährige Kinder (SETK-2) von Hannelore Grimm (2000). *Diagnostica*, 47(2), 1-3.
- Sarimski, K. (1997). Prävention von sozialen Entwicklungsauffälligkeiten bei frühgeborenen Kindern durch frühe interaktionsorientierte Elternberatung. In C. Leyendecker & T. Horstmann (Hrsg.), *Frühförderung und Frühbehandlung* (S. 259-271). Heidelberg: Edition Schindele.
- Sarimski, K. (1999). Beratung für psychisch besonders belastete Eltern frühgeborener Kinder nach der Entlassung. *Frühförderung interdisziplinär*, 18, 35-41.
- Sarimski, K. (2000). *Frühgeburt als Herausforderung: Psychologische Beratung als Bewältigungshilfe*. Göttingen: Hogrefe.
- Sarimski, K. (2002). Testinformation: Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder (SETK 3-5) von Hannelore Grimm (2001). *Diagnostica*, 48(4), 200-207.
- Schmidt, M.H., Esser, G. & Laucht, M. (1997). Die Entwicklung nach biologischen und psychosozialen Risiken in der frühen Kindheit. In C. Leyendecker & T. Horstmann (Hrsg.), *Frühförderung und Frühbehandlung: wissenschaftliche Grundlagen, praxisorientierte Ansätze und Perspektiven interdisziplinärer Zusammenarbeit* (S. 174-191). Heidelberg: Edition Schindele.
- Schmidt, C.L. & Lawson, K.R. (2002). Caregiver attention-focusing and children's attention-sharing behaviours as predictors of later verbal IQ in very low birthweight children. *Journal of Child Language*, 29, 3-22.
- Siegel, L.S. (1982a). Reproductive, perinatal and environmental variables as predictors of development of preterm (< 1501 grams) and fullterm children at 5 years. *Seminars in Perinatology*, 6, 274-279.
- Siegel, L.S. (1982b). Reproductive, perinatal, and environmental factors as predictors of the cognitive and language development of preterm and full-term infants. *Child Development*, 53, 963-973.

- Siegel, L.S. (1983). Correction for prematurity and its consequences for the assessment of the very low birth weight infant. *Child Development*, 54, 1176-1188.
- Singer, L., Yamashita, T., Lilien, L., Collin, M. & Baley, J. (1997). A longitudinal study of developmental outcome of infants with bronchopulmonary dysplasia and very low birth weight. *Pediatrics*, 100(6), 987-993.
- Skranes, J., Vik, T., Nilsen, G., Smevik, O., Andersson, H. & Brubakk, A. (1998). Can cerebral MRI at age 1 year predict motor and intellectual outcomes in very-low-birthweight children? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 256-262.
- Smith, K.E., Landry, S.H., Swank, P.R., Baldwin, C.D., Denson, S.E. & Wildin, S. (1996). The relation of medical risk and maternal stimulation with preterm infants' development of cognitive, language and daily living skills. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 855-864.
- Spelke, E.S. (2002). Developmental neuroimaging: a developmental psychologist looks ahead. *Developmental Science*, 5(3), 392-396.
- Spiegel Online (2000a). *Elterninitiative "Frühstart": Es ist alles möglich*. <http://www.spiegel.de/sptv/special> (24. Juli 2001).
- Spiegel Online (2000b). *Frühgeborene: Gehirn bleibt bis zu einem Drittel kleiner*. <http://www.spiegel.de/wissenschaft> (24.07.2001).
- Spiegel Online (2002). *Leben im Zwischenreich*. <http://www.spiegel.de/medizin> (14. Oktober, 2002).
- Stamm, K., Schöler, H. & Weuffen, M. (2002). Zur Bedeutung perinataler Komplikationen bei Sprach- und Sprechstörungen. Eine Untersuchung an sprachauffälligen und sprachunauffälligen Zwillingen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 34(1), 11-20.
- Stanford University Medical Center (2000). *Disease and health info: high-risk newborn*. <http://www.packardchildrenshospital.org> (12. Juni 2001).
- Stanton, W., McGee, R. & Silva, A. (1991). Indices of perinatal complications, family background, child rearing, and health as predictors of early cognitive and motor development. *Pediatrics*, 88, 954-959.
- Suchodoletz, W. v. (2001). Hirnorganische Repräsentationen von Sprache und Sprachentwicklungsstörungen. In W. von Suchodoletz (Hrsg.), *Sprachentwicklungsstörung und Gehirn* (S. 27-69). Stuttgart: Kohlhammer.
- Szagun, G. (1996). *Sprachentwicklung beim Kind* (6. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Szagun, G. (2001). Learning different regularities: the acquisition of noun plurals by German-speaking children. *First Language*, 21, 109-141.
- Tallal, P., Miller, S. & Fitch, R.H. (1993). Neurobiological basis of speech: a case for the pre-eminence of temporal processing. In P. Tallal; A.M. Galaburda; R.R. Llinás & C. von Euler (Eds.), *Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia* (Vol. 682) (pp. 27-47). New York: Academy of Sciences.
- Taylor, G.H., Hack, M., Klein, N. & Schatschneider, C. (1995). Achievement in children with birth weights less than 750 grams with normal cognitive abilities: evidence for specific learning disabilities. *Journal of Pediatric Psychology*, 20(6), 703-719.

- Taylor, G.H., Klein, N., Schatschneider, C. & Hack, M. (1998). Predictors of early school age outcomes in very low birth weight children. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 19(4), 235-243.
- The Scottish Low Birthweight Study Group (1992). The Scottish low birth weight study: II. Language attainment, cognitive status, and behavioural problems. *Archives of Disease in Childhood*, 67, 682-686.
- Thompson, R.J., Gustafson, K.E., Oehler, J.M., Catlett, A.T., Brazy, J.E. & Goldstein, R.F. (1997). Developmental outcome of very low birth weight infants at four years of age as a function of biological risk and psychosocial risk. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 18(2), 91-96.
- Tideman, E. (2000). Longitudinal follow-up of children born preterm: cognitive development at age 19. *Early Human Development*, 58, 81-90.
- Tracy, R. (2000). Sprache und Sprachentwicklung: Was wird erworben? In H. Grimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, CIII, Bd. 3: Sprachentwicklung* (S. 3-39). Göttingen: Hogrefe.
- Trehub, S. (1993). Temporal auditory processing in infancy. In P. Tallal; A.M. Galaburda; R.R. Llinás & C. von Euler (Eds.), *Temporal information processing in the nervous system: special reference to dyslexia and dysphasia* (Vol. 682) (pp. 137-149). New York: Academy of Sciences.
- U.S. National library of medicine (2001). *Premature infant*. <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus> (15. Juni 2001).
- Ungerer, J.A. & Sigman, M. (1983). Developmental lags in preterm infants from one to three years of age. *Child Development*, 54, 1217-1228.
- Vohr, B.R., Garcia-Coll, C. & Oh, W. (1988). Language development of low-birthweight infants at two years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 30, 608-615.
- Vohr, B.R., Garcia Coll, C., Lobato, D., Yunis, K.A., O'Dea, C. & Oh, W. (1991). Neurodevelopmental and medical status of low-birthweight survivors of bronchopulmonary dysplasia at 10 to 12 years of age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 690-697.
- Vohr, B., Garcia Coll, C., Flanagan, P. & Oh, W. (1992). Effects of intraventricular hemorrhage and socio-economic status on perceptual, cognitive and neurologic status of low birth weight infants at 5 years of age. *Journal of Pediatrics*, 121, 280-285.
- Volpe, J.J. (1995). *Neurology of the newborn (3rd ed.)*. Philadelphia: Saunders.
- Volpe, J.J. (1996). Subplate neurons - missing link in brain injury of the premature infant? *Pediatrics*, 97(1), 112-113.
- Vonderlin, E. & Linderkamp, O. (1996). Nachstationäre Betreuung von Familien frühgeborener Säuglinge. *International Journal of Prenatal and Perinatal Psychology and Medicine*, 8, 233-242.
- Washington, D., McBurney, A. & Grunau, R. (1986). Communication skills. In G. Dunn (Ed.), *Sequelae of low birthweight: The Vancouver study* (pp. 168-178). London: MacKeith.
- Waugh, J., O'Callaghan, M., Tudehope, D. & Mohay, H. (1996). Prevalence and aetiology of neurological impairment in extremely low birthweight infants. *Journal of Pediatric Health*, 120-124.

- Weinert, S. (2000). Beziehungen zwischen Sprach- und Denkentwicklung. In H. Grimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, C III, Band 3: Sprachentwicklung* (S. 312-361). Göttingen: Hogrefe.
- Weisglas-Kuperus, N., Bearts, W., de Graaf, M., van Zanten, G. & Sauer, P. (1993). Hearing and language in preschool very low birthweight children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 26, 129-140.
- Weissenborn, J. (2000). Der Erwerb von Morphologie und Syntax. In H. Grimm (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, C III, Band 3: Sprachentwicklung* (S. 141-169). Göttingen: Hogrefe.
- Wille, D.E. (1991). Relation of preterm birth with quality of infant-mother attachment at one year. *Infant Behavior and Development*, 14, 227-240.
- Williams, M.L., Lewandowski, L.J., Coplan, J. & D'Eugenio, D.B. (1987). Neurodevelopmental outcome of preschool children born preterm with and without intracranial hemorrhage. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 29, 243-249.
- Willinger, U. (in Vorbereitung). Testbesprechung. SETK 3-5 (Grimm, 2001). *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*.
- Wolke, D. (1991). Annotation: Supporting the development of low birthweight infants. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32(5), 723-741.
- Wolke, D. (1993). Langzeitprognose von Frühgeborenen: Was wir wissen und was wir wissen sollten. In A. Lischka & G. Bernert (Hrsg.), *Aktuelle Neuropädiatrie* (S. 99-121). Wehr: Ciba Geigy.
- Wolke, D. & Meyer, R. (1994). Psychologische Langzeitbefunde bei sehr Frühgeborenen. *PerinatalMedizin*, 6, 121-123.
- Wolke, D., Ratschinski, G., Ohrt, B. & Riegel, K. (1994). The cognitive outcome of very preterm infants may be poorer than often reported: an empirical investigation of how methodological issues make a big difference. *European Journal of Pediatrics*, 153, 906-915.
- Wolke, D. (1997). Die Entwicklung Sehr Frühgeborener bis zum siebten Lebensjahr. In C. Leyendecker & T. Horstmann (Hrsg.), *Frühförderung und Frühbehandlung. Wissenschaftliche Grundlagen, praxisorientierte Ansätze und Perspektiven interdisziplinärer Zusammenarbeit* (S. 271-288). Heidelberg: Edition Schindele.
- Wolke, D. & Meyer, R. (1999a). Ergebnisse der Bayerischen Entwicklungsstudie: Implikationen für Theorie und Praxis. *Kindheit und Entwicklung*, 8(1), 23-35.
- Wolke, D. & Meyer, R. (1999b). Cognitive status, language attainment, and prereading skills at 6-year-old very preterm children and their peers: the Bavarian Longitudinal Study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 41, 94-109.
- World Health Organization (1980). *The international classification of impairments, disabilities, and handicaps*. Genf: WHO.
- Zeskind, P.S. & Iacino, R. (1987). The relation between length of hospitalization and the mental and physical development of preterm infants. *Infant Behavior and Development*, 10, 217-221.
- Ziegler, G. (1999). Frühe Hilfen für frühgeborene Säuglinge und Kleinkinder und ihre Eltern. *Frühförderung interdisziplinär*, 18, 76-81.



## Anhang

- I. Elternbrief Stichprobe 1 (Ersttestung im Alter von 24-35 Monaten)
- II. Elternbrief Stichprobe 2 (Ersttestung im Alter von 48-59 Monaten)
- III. Protokollbogen: nonverbale Bayley-Items (36 Monate)
- IV. Fragebogen für Eltern unreif geborener Kinder (Anamnese)
- V. Anonymisierter medizinischer Abschlussbericht

Universität Bielefeld • Postfach 10 01 31 • 33501 Bielefeld

Ansprechpartner: Dipl. Psych. Tanja Jungmann  
Telefon: (0521) 106 - 00  
Durchwahl: (0521) 106 - 4514  
Telefax: (0521) 106 - 6016  
E-Mail: [tanja.jungmann@uni-bielefeld.de](mailto:tanja.jungmann@uni-bielefeld.de)  
Raum-Nr.: T4 - 216

Az

*bitte bei Antwort angeben*

Bielefeld, den

Liebe Eltern,

im Rahmen meiner Doktorarbeit suche ich derzeit 2-jährige Kinder, die mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g zur Welt kamen.

Als Mitarbeiterin im Bereich Entwicklungspsychologie an der Universität Bielefeld möchte ich mit diesen Kindern einige Sprachspiele machen.

Die Untersuchung ist Teil einer umfangreichen Studie zur sprachlichen Entwicklung von Kindern im Vorschulalter, die Frau Professorin Dr. Hannelore Grimm leitet. Ziel der Studie ist die Konstruktion eines diagnostischen Instruments, mit dem frühzeitig Sprachentwicklungsstörungen erkannt werden können.

Es geht darum herauszufinden, was Kinder in diesem Alter normalerweise verstehen und sprechen. Dabei ist es für uns wichtig, die ganze Bandbreite kindlicher Sprache zu untersuchen, d.h. wir sind gleichermaßen an Kindern interessiert, die schon viel sprechen, wie auch an Kindern, die noch kaum sprechen.

Den Kindern machen die Sprachspiele erfahrungsgemäß viel Spaß. Das Gespräch mit den Kindern wird auf Tonband aufgezeichnet werden. Das ist für die anschließende Auswertung unerlässlich. Ich versichere jedoch, dass alle Daten vertraulich und anonym behandelt werden, Dritten nicht zugänglich sind und nach der Auswertung sofort gelöscht werden.

...

Ich bitte Sie, bei Ihrem Einverständnis die beiliegenden Bögen auszufüllen. Darin werden u.a. einige Angaben erfragt, die für die Normierung der Daten wichtig sind. Diese Angaben werden natürlich ebenfalls streng vertraulich behandelt.

Beide Bögen können Sie mir entweder in dem angehefteten Umschlag an die obige Adresse (z.Hd. Tanja Jungmann) zuschicken oder Sie teilen mir telefonisch Ihre Einverständnis mit. Die Bögen würde ich dann mitnehmen, wenn ich Sie besuche, um mit Ihrem Kind die Sprachspiele durchzuführen. Im ersteren Fall bitte ich Sie Ihre Adresse und Telefonnummer beizufügen, damit ich einen Besuchstermin mit Ihnen vereinbaren kann.

Mit freundlichen Grüßen

Tanja Jungmann  
(Dipl. Psych.)



Universität Bielefeld • Postfach 10 01 31 • 33501 Bielefeld

Ansprechpartner: Dipl. Psych. Tanja Jungmann  
Telefon: (0521) 106 - 00  
Durchwahl: (0521) 106 - 4514  
Telefax: (0521) 106 - 6016  
E-Mail: [tanja.jungmann@uni-bielefeld.de](mailto:tanja.jungmann@uni-bielefeld.de)  
Raum-Nr.: T4 - 216

Az

*bitte bei Antwort angeben*

Bielefeld, den

Liebe Eltern,

im Rahmen meiner Doktorarbeit suche ich derzeit 4-jährige Kinder, die mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g zur Welt kamen.

Als Mitarbeiterin im Bereich Entwicklungspsychologie an der Universität Bielefeld möchte ich mit diesen Kindern einige Sprachspiele machen.

Die Untersuchung ist Teil einer umfangreichen Studie zur sprachlichen Entwicklung von Kindern im Vorschulalter, die Frau Professorin Dr. Hannelore Grimm leitet. Ziel der Studie ist die Konstruktion eines diagnostischen Instruments, mit dem frühzeitig Sprachentwicklungsstörungen erkannt werden können.

Es geht darum herauszufinden, was Kinder in diesem Alter normalerweise verstehen und sprechen. Dabei ist es für uns wichtig, die ganze Bandbreite kindlicher Sprache zu untersuchen, d.h. wir sind gleichermaßen an Kindern interessiert, die schon viel sprechen, wie auch an Kindern, die noch kaum sprechen.

Den Kindern machen die Sprachspiele erfahrungsgemäß viel Spaß. Das Gespräch mit den Kindern wird auf Tonband aufgezeichnet werden. Das ist für die anschließende Auswertung unerlässlich. Ich versichere jedoch, dass alle Daten vertraulich und anonym behandelt werden, Dritten nicht zugänglich sind und nach der Auswertung sofort gelöscht werden.

...

Ich bitte Sie, bei Ihrem Einverständnis die beiliegenden Bögen auszufüllen. Darin werden u.a. einige Angaben erfragt, die für die Normierung der Daten wichtig sind. Diese Angaben werden natürlich ebenfalls streng vertraulich behandelt.

Beide Bögen können Sie mir entweder in dem angehefteten Umschlag an die obige Adresse (z.Hd. Tanja Jungmann) zuschicken oder Sie teilen mir telefonisch Ihre Einverständnis mit. Die Bögen würde ich dann mitnehmen, wenn ich Sie besuche, um mit Ihrem Kind die Sprachspiele durchzuführen. Im ersteren Fall bitte ich Sie Ihre Adresse und Telefonnummer beizufügen, damit ich einen Besuchstermin mit Ihnen vereinbaren kann.

Mit freundlichen Grüßen

Tanja Jungmann  
(Dipl. Psych.)



## Protokollbogen

Nonverbale Bayley-Items: 36 Monate

Vpn:

Testdatum:

Item	Material	Wert*	Bemerkungen
<b>149:</b> Baut Brücke	6 Würfel		
<b>150:</b> Baut Mauer	8 Würfel		
<b>165:</b> Vollendet das blaue Puzzle in 30 Sekunden	blaues Puzzlebrett, 4 runde, 4 eckige Plättchen, Stoppuhr		
<b>168:</b> Vollendet Muster	Stiftebrett, 4 rote, 3 blaue und 2 gelbe Stifte		

\*0 = nicht/falsch gelöst

1 = korrekt gelöst

# Fragebogen für Eltern unreif geborener Kinder

## 1. Fragen zur Mutter

1.1 Wie alt waren Sie bei der Geburt Ihres Kindes? \_\_\_\_\_ Jahre

1.2 Welchen Bildungsabschluß haben Sie?

- keinen Schulabschluß
- Hauptschulabschluß
- Mittlere Reife/Fachoberschulreife
- Abitur/Fachhochschulreife
- Fachhochschul-/Hochschulabschluß

1.3 Wird das Kind hauptsächlich von Ihnen betreut?  ja  nein

## 2. Fragen zum Kind

2.1 Das Kind ist  Einzelkind  
 Erstgeborenes mit Geschwisterkindern  
 2. oder weiteres Kind

2.2 Es handelte sich um eine Mehrlingsgeburt  ja  nein

## 3. Zu Schwangerschaft und Geburt

3.1 Kam es in der Schwangerschaft zu Komplikationen?  ja  nein

Wenn ja, zu welchen? \_\_\_\_\_

3.2 Geburt in Schwangerschaftswoche:

3.3 Geburtsgewicht:

3.4 Grund der Frühgeburt: \_\_\_\_\_

3.5 APGAR-Werte:

3.6 ph-Wert in der Nabelschnur:

### 3.7 Die Entbindung erfolgte ...

- .... spontan
- .... mit Kaiserschnitt/Notkaiserschnitt
- .... mit Saugglocke / Geburtszange

### 3.8 Nach der Geburt mußte unser Kind ...

.... in den Brutkasten  ja  nein

Wenn ja, wie lange? \_\_\_\_\_

Wenn ja, ab wann lag es im Wärmebett? \_\_\_\_\_  
(Angabe in Lebenswochen)

... künstlich ernährt werden  ja  nein  
(z.B. Infusion, Magensonde)

Wenn ja, wie lange? \_\_\_\_\_

Wann hat Ihr Kind selbständig getrunken? \_\_\_\_\_  
(Angabe in Lebenswochen oder -monaten)

... medikamentös behandelt werden  ja  nein

Wenn ja, womit wurde Ihr Kind behandelt?

Kreislauf-Medikation

Antibiotika

Sedativa

Phototherapie

andere Medikamente

Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

## 3.9 Bei unserem Kind wurden folgende medizinische Diagnosen gestellt:

Gehirnblutung  ja  nein

Wenn ja, welchen Grades?  I

II

$\geq$  III

Hypotonie  ja  nein  
(verminderter Muskeltonus)

Atemnotsyndrom  ja  nein

bakterielle Infektionen  ja  nein

Blutvergiftung (Sepsis)  ja  nein

Hirnhautentzündung (Meningitis)  ja  nein

Sehstörungen  ja  nein

Wenn ja, welche?  Netzhautablösung

sonst. Sehstörungen

Hörstörungen  ja  nein

Wenn ja, wie schwer ist diese? \_\_\_\_\_

#### 4. Zur Betreuung auf der Neugeborenenintensivstation

- 4.1 Wie häufig haben Sie Ihr Kind besucht?
- täglich
- 3-4 x wöchentlich
- 1-2 x wöchentlich
- < 1 x wöchentlich

- 4.2 Wie lange dauerten die Besuche durchschnittlich?
- > 12 Stunden
- 8-12 Stunden
- 4-7 Stunden
- < 4 Stunden

#### 4.3 Auf der Neugeborenenintensivstation

- .... habe ich engen Körperkontakt zum Kind gehabt ("Känguruhen")  ja  nein
- .... habe ich mich an der Versorgung und Pflege unseres Kindes beteiligt  ja  nein
- .... hatte unser Kind persönliche Sachen im Inkubator (z.B. ein Kuscheltier)  ja  nein
- ... wurden wir über ein Entwicklungsrisiko unseres Kindes aufgeklärt  ja  nein
- ... bekamen wir gezielte Hinweise für die Förderung unseres Kindes  ja  nein

#### 4.4 Nach der Entlassung aus der Kinderklinik bis heute war / ist unser Kind

- ....wiederholt in ärztlicher Behandlung  ja  nein

Wenn ja, aus welchem Grund? \_\_\_\_\_

- .... wiederholt im Krankenhaus gewesen  ja  nein

Wenn ja, aus welchem Grund? \_\_\_\_\_

Wenn ja, wie lange? \_\_\_\_\_

Klinikum Kreis Herford  
Kinder- und Jugendklinik mit  
Neonatologischem Schwerpunkt



**KLINIKUM  
KREIS HERFORD**

AKADEMISCHES LEHRKRANKENHAUS  
DER WESTFÄLISCHEN  
WILHELMS-UNIVERSITÄT MÜNSTER

Herrn

Nachrichtlich

Herrn

Sehr geehrter Herr Kollege,

wir berichten über das Kind [REDACTED] geboren  
am [REDACTED] 1998. Hier stationär vom [REDACTED] 1998 bis zum [REDACTED] 1998.

- Diagnosen**
- Frühgeborenes (26 komplette Wochen) (ICD 765.1)
  - Pränatale Dystrophie (ICD 764.1)
  - Zweimalige Sepsis (ICD 038.9) ⇒ E. coli
  - Surfactantmangelsyndrom / RDS (ICD 769.0)
  - Bradycardieanfälle, rezid. (ICD 779.8)
  - Bronchopulmonale Dysplasie (ICD 770.7)
  - Anämie n.n.b. (ICD 285.9)
  - Zentrale Muskeltonusstörung
  - Leistenhernie links (ICD 550.9) + Rezidiv
  - Leistenhernie rechts (ICD 550.9)
  - Retinopathia praematurorum I.° (ICD 362.2)

**Anamnese**

Geburtsjahr der Mutter: [REDACTED]. Errechnerter Geburtstermin am [REDACTED] 1998. 3. Kind der 31-jährigen 3-Gravida. Sekundäre Resectio aus BEL nach einer Schwangerschaftsdauer von rechnerisch 25 + 1 Wochen bei vorzeitiger Platzentaablösung.

Apgar: 6/ 9/ 9. Nabelarterien-pH: 7,23.

Geburtsgewicht: 820 g. Der Transport <sup>16:30</sup> beatmeten Kindes in unsere Klinik verlief problemlos.

**Aufnahmestatus**

Aufnahme am [REDACTED] 1998 um 13:00 Uhr aus unserem Kreißsaal. Körpertemperatur: 37,8 °C. Gewicht: 820 g. Körperlänge: 30 cm. Kopfumfang: 23 cm. Frühgeborenes mit den Reifezeichen der vollendeten 27. SSW. Nach kurzzeitiger Maskenbeatmung rosiges

Hautkolorit. Reine, normfrequente Herztöne. Femoralispulse bds. tastbar. Wegen respiratorischer Erschöpfung nach fünf Minuten Intubation, danach seitengleiches Atemgeräusch mit normalen Thoraxexkursionen. Seitengleiche, lebhaft Spontanmotorik. Weiches Abdomen ohne Resistenzen oder Organvergrößerungen. Hoden bds. nicht descendiert. Normales Genitale. Keine Fehlbildungen sichtbar.

### Befunde

- Schädelsonographie: Bei wiederholten Untersuchungen kein Hinweis auf intraventrikuläre Blutung.
- Harnwegssonografie: unauffällig.
- Hüftsonografie: bds. Typ Ib nach Graf.
- Blutgruppe: 0 Rh pos.
- Blutkultur [REDACTED] 1998: E. coli. [REDACTED] 1998: E. coli
- EEG ([REDACTED] 1998): Kein Herdbefund oder Hinweis auf hypersynchrone Aktivität bei eingeschränkt auswertbarem Wach-EEG.
- Ophthalmologische Untersuchungen am [REDACTED], sowie [REDACTED] ohne Hinweis auf RPM.
- Ophthalmologische Untersuchung am [REDACTED] 1998: Retinopathie mit maximal Stadium 1.
- Apparatives Hörscreening: unauffälliger Hörstatus.
- Laborwerte vom [REDACTED] 1998: Hb: 14,0 g/dl; Hk: 40,9 %; Leukozyten: 28,6 /nl; Thrombozyten: 338 /nl; CRP: <0,40 mg/dl; Na: 139 mmol/l; K: 4,93 mmol/l; Ca: 2,28 mmol/l; Mg: 0,60 mmol/l; Gesamteiweiß: 3,92 g/dl.
- Laborwerte zur Entlassung: Hb: 9,6 g/dl; Hk: 27,7 %; Leukozyten: 7,2 /nl; Thrombozyten: 379 /nl; CRP: <0,40mg/dl.

### Therapie und Verlauf

Bereits unmittelbar postpartum wurde ~~eine~~ bei Erschöpfung der Atemmuskulatur und Atemnotsyndrom, eine Intubation nötig. Die maschinelle Beatmung dauerte vom [REDACTED] 1998 bis [REDACTED] 1998. Währenddessen mußte dreimal Surfactant substituiert werden.

Bei steigendem CRP (max 1,11 mg/dl) setzten wir am achten Lebenstag der bestehenden systemischen Antibiotikatherapie mit Baypen noch Fortum hinzu. Nach siebentägiger Behandlungsdauer hatten sich die laborchemischen Parameter wieder normalisiert. Nach Extubation bestand bei [REDACTED] ein prolongierter Sauerstoffbedarf. Bei röntgenologisch nachgewiesener bronchopulmonaler Dysplasie leiteten wir eine Inhalationstherapie mit Pulmicort sowie die forcierte Diurese mit Esidrix und Spironolacton ein. Der Sauerstoffbedarf blieb mit ¼ bis ½ Liter Vorlage verhältnismäßig niedrig.

Wegen Frühgeburtlichkeit traten nach Beatmung erwartungsgemäß Bradycardie- und Apnoeattacken auf, die mittels taktiler Reize sowie medikamentös mit Euphyllin therapiert wurden. Differentialdiagnostisch dachten wir auch an Neugeborenenkrämpfe und gaben vom 34. bis 113. Lebenstag Phenobarbital oral. Unter diesem Regime traten keinerlei Myokloni auf, die Bradycardien verschwanden.

Eine erneute Verschlechterung des klinischen Zustandes mit CO<sub>2</sub>- und Leukozytenanstieg und normalem CRP war am [REDACTED] 1998 zu verzeichnen. Unter dem Verdacht einer Sepsis begannen wir eine Antibiotikatherapie und sogar eine erneute maschinelle Beatmung für drei Tage. Da in der Blutkultur E. coli nachgewiesen wurde, therapierten wir mit Zienam über 14 Tage.

Eine weitere Sepsis mit Nachweis von Escherichia coli trat am [REDACTED] 1998 mit Verschlechterung des klinischen Zustandes ein. Unter zehntägiger Therapie mit Baypen und Fortum remittierten die Infektionsparameter.

Insgesamt wurden dem kleinen [REDACTED] viermal Erythrozytenkonzentrate appliziert. Zur Weiteren Anämieprophylaxe verordneten wir 3 x 3 /d Ferro Sanol Trpf.

Im ersten Lebensmonat traten beidseitig Leistenhernien auf. Die Bruchlücke linksseitig wurde am [REDACTED] komplikationslos in Allgemeinanästhesie verschlossen, die rechtsseitig am [REDACTED]. Nach drei unauffälligen Untersuchungen, trat im Laufe des stationären Aufenthaltes [REDACTED] eine Retinopathia praematurorum I° auf. Die ophthalmologische Kontrolle am [REDACTED] erbrachte keine Befundveränderung.

Der orale Ernährungsaufbau mußte in den ersten Lebenswochen intravenös unterstützt werden. [REDACTED] entwickelte sich mit dem Gewicht entlang der 25% Perzentile, mit der Körperlänge zwischen 3-10%.

Am Ende des stationären Aufenthaltes bei uns zeigte [REDACTED] insgesamt einen gesteigerten Muskeltonus sowie eine verlangsamte und verminderte Spontanmotorik. Eine fortgesetzte krankengymnastische Behandlung wird empfohlen. Es muß betont werden, daß es sich bei [REDACTED] im Hinblick auf eine normale neuromotorische Entwicklung um ein Hochrisikokind handelt.

Ein Rezidiv der Leistenhernie links bestand bei Entlassung, die Operationsindikation wurde mit der Mutter besprochen.

Zur Prophylaxe der sog. Frühgeborenenosteopenie verabreichten wir je nach den aktuellen Urinalysen Calciumgluconat und Glycerophosphat p.o. Eine Fortführung dieser Substitution ist über den stationären Aufenthalt hinaus nicht vorgesehen.

Die übliche Vitamin D Gabe erfolgte hier ab dem 7. Tag als einmal tägliche Verabreichung einer Tablette Vigorsan 1000 i.E..

Als Blutungsprophylaxe gaben wir am ersten und fünften Lebenstag sowie zur Vorsorgeuntersuchung U3 je zwei Tropfen Konaktion p.o.

#### Entlassungsstatus

Wir entließen das Kind am [REDACTED] 1998 unter zuletzt 5x tgl Muttermilch/PreAptamil ad libidum nach Hause.

Körpergewicht: 3450 g. Körpergröße: 49 cm. Kopfumfang: 33 cm.

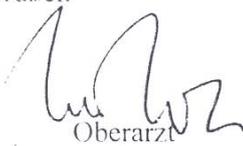
TSH-Screening: ja. Guthrie-Test: ja.

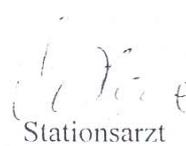
#### Weitere Empfehlung

- übliche Karies- und Rachitisprophylaxe z.B. mit D-Fluoretten 500 I.E. 1 x tgl.
- regelmäßige augenärztliche Konsiliaruntersuchungen im Hinblick auf eine Progredienz der bestehenden Retinopathia praematurorum; der nächste Termin sollte etwa am 4. 8. wahrgenommen werden.
- Fortführung der krankengymnastischen Übungsbehandlung auf neurophysiologischer Grundlage.
- orale Fe<sup>++</sup> - Substitution z.B. in Form von FerroSanol Tropfen 3 x 3 tgl.

Mit freundlichen kollegialen Grüßen

  
Chefarzt  
[REDACTED]

  
Oberarzt  
[REDACTED]

  
Stationsarzt  
[REDACTED]

## Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation „Biologische Risikobelastung und Sprachentwicklung bei unreif geborenen Kindern“ in der gegenwärtigen oder in einer anderen Fassung keiner anderen Fakultät vorgelegt habe.

Die Dissertation habe ich selbstständig und unter ausschließlicher Verwendung der von mir angegebenen Quellen verfasst. Wörtliche oder sinngemäß aus der Literatur entnommene Textstellen sind kenntlich gemacht.

Bielefeld, den 03.03.2003