

Listen und Regeln

Erwerb und Repräsentation
der schwachen Substantivdeklinaton des Deutschen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.)
durch die Philosophische Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Peter Indefrey

- D 61 -

Tag der mündlichen Prüfung
18. 7. 2002

Gutachter der Dissertation

Prof. Dr. Dieter Wunderlich
Prof. Dr. Wolfgang Klein

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
1.	Einleitung	4
1.1.	Konnektionismus versus Symbolismus	5
1.2.	Erwerb der Flexionsmorphologie	8
1.2.1.	Ein Algorithmus zum Erwerb von Flexionsparadigmen (Pinker, 1984)	8
1.2.2.	Assoziationalistische Modelle	11
1.2.3.	Duale Modelle	16
1.3.	Ziel der vorliegenden Arbeit	23
2.	Die schwache Substantivdeklinaton des Deutschen	26
2.1.	Historische Entwicklung	26
2.2.	Die schwache Deklination im heutigen Deutsch	31
2.3.	Eignung der schwachen Deklination für eine experimentelle Untersuchung	38
3.	Elizitationsexperiment zum Erwerb der schwachen Substantivdeklinaton	40
3.1.	Versuchspersonen	41
3.2.	Methode	42
3.3.	Stimulusmaterial	46
3.4.	Durchführung	47
3.5.	Auswertung	48
3.6.	Statistik	49
3.7.	Eine neue Methode zur faktoriellen Zerlegung beobachteter Häufigkeiten in interpretierbare Komponenten	53
3.8.	Ergebnisse	60
3.8.1.	Rohdaten	60
3.8.2.	Genus	60
3.8.3.	Plural	63
3.8.4.	Schwache Flexion	66
3.8.4.1.	Abhängigkeit vom Genus	66
3.8.4.2.	Abhängigkeit vom Alter	67
3.8.4.3.	Abhängigkeit von den Elizitationsbedingungen	69
3.8.4.4.	Abhängigkeit von der Semantik	74
3.8.5.	Loglineare Modelle der Haupteffekte und Interaktionen	77
3.8.6.	Einflußfaktoren der Altersentwicklung der schwachen Flexion	79
3.8.6.1.	Versuchspersonen	81
3.8.6.2.	Selektivität	81
3.8.6.	Optionalität	82
3.8.6.4.	Zusammenwirken der drei Faktoren	83
3.8.7.	Einzelanalyse der Versuchspersonen	86
3.8.8.	Einzelanalyse der Stimuli	92

4.	Computersimulationen des Erwerbs der schwachen Substantivdeklinat	95
4.1.	Trainingskorpus	95
4.2.	Durchführung der Simulation	97
4.3.	Netzwerke	98
4.3.1.	Feedforward-Netzwerk	98
4.3.2.	Rekurrentes Netzwerk	99
4.3.3.	Rekurrentes Netzwerk mit Kurzzeitspeicher	100
4.4.	Ergebnisse	101
4.5.	Diskussion	105
5.	Allgemeine Diskussion	107
5.1.	Erwerb der schwachen Flexion	107
5.1.1.	Erwerbsmechanismus	108
5.1.2.	Individuelle Variation	112
5.1.3.	Assoziative versus regelbasierte Modelle	115
5.2.	Konsequenzen für die linguistische Beschreibung der schwachen Deklination	117
5.3.	Methodische Neuentwicklungen	124
5.3.1.	Elizitationstechnik	124
5.3.2.	Datenanalyse	126
	Zusammenfassung	128
	Literatur	129
	Anhang	137

1. Einleitung

Die menschliche Sprache ist in der Lage, eine unbegrenzte Zahl von Sachverhalten auszudrücken. Die dazu gebrauchten sprachlichen Ausdrucksmittel aber können in einem begrenzten Zeitraum von Individuen mit einer endlichen Zahl von Hirnzellen gelernt werden. Aus traditioneller Sicht ist diese Eigenschaft der Sprache in ihren kombinatorischen Eigenschaften begründet. Man unterscheidet lexikalisch gespeicherte Einheiten und ein Regelsystem, mit dessen Hilfe neue Kombinationen der gespeicherten Einheiten generiert werden können. Dabei kann das angenommene Verhältnis von Gespeichertem zu jeweils neu Generiertem stark variieren. Dies zeigt sich besonders deutlich am Beispiel der Flexionsmorphologie. Sowohl die Annahme, alle Flexionsformen seien gespeichert (Butterworth, 1983), als auch die Annahme, alle Flexionsformen, einschließlich der scheinbar irregulären, seien regelgeneriert (Halle & Mohanan, 1985) werden vertreten.

In den achtziger Jahren wurde die Notwendigkeit einer Regelkomponente grundsätzlich in Frage gestellt. Vertreter der konnektionistischen Theorie argumentierten, daß mit abstrakten Symbolen operierende Regeln zur Erklärung der Produktivität der Sprache verzichtbar seien. Vielmehr könne ein bisher im Bereich der Sprache vernachlässigter Mechanismus, die assoziative Analogiebildung, diese Aufgabe übernehmen (Rumelhart & McClelland, 1986). Eine Herausforderung stellt diese Alternative insbesondere deshalb dar, weil sie eine Unterscheidung zwischen regulären und irregulären Prozessen überflüssig macht und daher die theoretisch einfachere Erklärung sprachlicher Produktivität darstellt. Konnektionistische Netzwerke bilden Inputrepräsentationen auf Outputrepräsentationen ab. Die Abbildungsvorschrift ist dabei im Gegensatz zu regelbasierten ('symbolistischen') Modellen keine vorformulierte und implementierte Regel. Sie ergibt sich vielmehr aus statistischen Regularitäten des Inputs, deren Vorhersagewert für den korrekten Output im Laufe einer Vielzahl von Lernzyklen in gradierte Gewichtungen umgesetzt wird. (siehe Abschnitt 1.2.2). Wie in einem Regelsystem kann auch in konnektionistischen Netzwerken ein bestimmter morphologischer Prozeß, etwa die Pluralbildung, für verschiedene Wörter verschieden repräsentiert sein. Dies bedeutet, daß abhängig von der Struktur des Netzes, dem Inputkorpus und dem Trainingsverlauf sowohl wortspezifische als auch stark generalisierte Abbildungen dominieren können. Gerade die Inputbestimmtheit konnektionistischer Netzwerkmodelle verspricht einen Erkenntnisgewinn, da

solche Netzwerke gewissermaßen unvoreingenommen Inputregularitäten entdecken und damit die Lernbarkeit solcher Regularitäten nachweisen können.

1.1. Konnektionismus versus Symbolismus

In den letzten Jahren ist eine engagierte Diskussion über die Stärken und Schwächen konnektionistischer und symbolistischer Modelle geführt worden. Mit zunehmender Heftigkeit der Debatte sind dabei neue Argumentationsfelder hinzugekommen, so daß sich mittlerweile wenigstens vier Themenbereiche unterscheiden lassen. Zum einen geht es um die Leistungsfähigkeit der Modelle im Sinne der korrekten Erfassung der sprachlichen Daten. Allein schon die Ausweitung und immer genauere Spezifizierung dessen, was als zu modellierende sprachliche Daten anzusehen ist, kann als Gewinn der Kontroverse gewertet werden. Bereits beim inzwischen klassischen Past-Tense-Modell von Rumelhart und McClelland (1986) ging es nicht nur um die korrekte Flexion existierender englischer Verben, sondern auch um die Modellierung bestimmter Fehlertypen, die bei menschlichen Sprachlernern zu beobachten sind. Seitdem wurden u.a. Flexionen in Sprachen mit vom Englischen erheblich abweichender Verteilung regulärer und irregulärer Wörter sowie Flexionen produktiver Wortneubildungen in den Katalog aufgenommen. Assoziationsistische Modelle erwiesen sich als sehr gut geeignet, gelegentlich vorkommende irreguläre Flexionen von Pseudowörtern, wie etwa die Bildung der Form *plang* zum Infinitiv *plingen*, zu erklären, die in Analogie zu Gruppen phonologisch ähnlicher irregulärer Wörter (sogenannten irregulären Clustern oder Wortfamilien, im Beispiel *springen*, *singen*, *klingen*) erfolgen. Dies wurde auch von Vertretern traditioneller Ansätze anerkannt. Rein regelbasierte Modelle wurden daher von sogenannten Dual-Mechanismus-Modellen verdrängt, die für irreguläre Wörter zwar weiterhin eine lexikalische Speicherung annehmen, jedoch nicht mehr als isolierte lexikalische Einheiten, sondern in Form von Assoziationsnetzen, die Analogiebildungen ermöglichen. Umstritten ist jedoch weiterhin die Fähigkeit konnektionistischer Modelle, reguläre Flexion, insbesondere Defaultflexion zu erfassen.

Ein zweites Kriterium für die Anerkennung der psychischen Realität von konnektionistischen Modellen ist die Plausibilität der Implementierung. Selbst ein Netzwerkmodell, das sich in jeder Hinsicht so verhält wie ein menschlicher Sprecher, wird nicht als realistisch angesehen werden können, wenn sprachspezifisches Vorwissen, z.B. über

Flexionsklassen, fest eingebaut wurde. Auch die Lernumgebung, z.B. die Zusammensetzung des Trainingsvokabulars, sollte von der Lernsituation menschlicher Sprachlerner nicht wesentlich verschieden sein.

Mit der neuronalen Repräsentation von Flexionsprozessen beschäftigten sich drittens klinische Studien, in denen Störungen regulärer oder irregulärer Flexion untersucht wurden. Beschrieben sind unter anderem relative Defizite regulärer Flexion bei Parkinson-Patienten und anterioren Aphasien (Ullman et al., 1997; Marslen-Wilson & Tyler, 1997), sowie umgekehrt relative Defizite irregulärer Flexion bei Alzheimer-Patienten und posterioren Aphasien. Obwohl grundsätzlich eine sogenannte doppelte Dissoziation, d.h. der Nachweis einer selektiven Beeinträchtigung regulärer bzw. irregulärer Flexion bei Schädigung zwei verschiedener Hirnregionen, als Beweis für eine differentielle neuronale Repräsentation der beiden Flexionstypen angesehen werden kann, läßt auch hier die Datenlage, insbesondere die geringe Patientenzahl und die fehlende Replikation der Befunde durch andere Autoren, bisher so weit reichende Schlüsse nicht zu. Ähnliches gilt für eine beschriebene Dissoziation des Flexionsverhaltens bei Kindern mit Williams-Beuren-Syndrom bzw. Entwicklungsdysphasie (Clahsen & Almazán, 1998).

Schließlich ist in den letzten Jahren durch den Einsatz elektrophysiologischer Methoden (ereigniskorrelierte Potentiale, ERP) sowie neuer bildgebender Verfahren (Positronenemissionstomographie, PET, funktionelle Kernspintomographie, fMRI) zur Messung der Hirnaktivität während kognitiver Vorgänge eine weitere Möglichkeit der Beurteilung von Modellen sprachlichen Verhaltens entstanden. Solche Verfahren erlauben im Prinzip den Nachweis überlappender oder disjunkter Hirnaktivitätsverteilungen bei regulärer und irregulärer Flexion. Disjunkte Aktivitätsmuster könnten als Evidenz gegen homogene Netzwerkmodelle gewertet werden. Die bisher vorliegenden Daten zur Flexion sind jedoch nicht eindeutig. Einerseits wurden unterschiedliche elektrophysiologische (Penke et al., 1997; Weyerts et al., 1997) und hämodynamische Aktivitätsmuster (Jaeger et al., 1996; Ullman, Bergida & O'Craven, 1997; Indefrey et al., 1997) für die Verarbeitung regulärer und irregulärer Wortformen beschrieben. Andererseits schließen die bisher verwendeten experimentellen Paradigmen alternative Erklärungen nicht völlig aus. So wurden etwa in der PET-Studie von Jaeger et al. (1996) Past-Tense-Formen von regulären und irregulären Verben in getrennten, bezüglich der Art der Flexion homogenen Meßdurchgängen gebildet. Reguläre Verben wurden demnach während der

gesamten Meßperiode mit der gleichen Endung (-ed) versehen. Es ist fraglich, ob bei diesem Verfahren überhaupt morphologische Produktion und nicht vielmehr eine stereotype Manipulation der Oberflächenform der Verben stattfand. Schließlich zeigen sich Übereinstimmungen der bisherigen hämodynamischen Studien gerade im Bereich eines Hirnrindengebietes, der Broca-Region, das sowohl bei regulärer als auch bei irregulärer Flexion aktiv zu sein scheint, während spezifische Aktivierungen für reguläre oder irreguläre Flexion nicht repliziert wurden.

Insgesamt muß die Kontroverse zwischen den beiden konkurrierenden Modelltypen als unentschieden gelten. Was die Simulation sprachlicher Daten angeht, wurden bisher eine Reihe von Schwächen bei verschiedenen Netzwerkmodellen nachgewiesen (vgl. Abschnitt 1.2.2.). Diese erwiesen sich jedoch stets in verbesserten Modellen als therapierbar. Auch die verfügbaren klinischen und Hirnaktivitätsdaten sind im Moment nicht beweiskräftig. Die Befunde der hämodynamischen Studien sind bis jetzt mit keinem der beiden diskutierten Ansätze ohne weiteres kompatibel. Es fragt sich daher, ob es nicht fruchtbar wäre, die von beiden Lagern vorausgesetzte strikte Dichotomie aufzugeben. Beispielsweise können symbolische Repräsentationen durchaus auch in konnektionistischen Netzwerken implementiert werden (Levelt, 1991; Fodor & Pylyshyn, 1988). Solche Netzwerke wiederum haben sich als sehr effektiv bei der Entdeckung von Inputregularitäten erwiesen. Es wäre vorstellbar, daß im Spracherwerb symbolische Repräsentationen aus assoziativen Repräsentationen entstehen könnten, wenn ein Mechanismus zur Optimierung und Generalisierung von Regularitäten hinzukäme.

1.2. Der Erwerb der Flexionsmorphologie

In engem Zusammenhang mit der Repräsentation flexionsmorphologischen Wissens steht die Frage, wie dieses Wissen erworben wird. Einerseits kann sie nur beantwortet werden, wenn klar ist, was erworben werden soll, d.h. wie die Flexionsmorphologie beim erwachsenen Sprecher repräsentiert ist. Andererseits sind mögliche Erwerbsmechanismen ein entscheidendes Evaluationskriterium für alternative Modelle der Flexionsmorphologie. Bereits in den siebziger Jahren unterschied MacWhinney (1978) drei Mechanismen für den Erwerb der Fähigkeit zur Bildung korrekter Flexionsformen. "Rote learning" ist das Auswendiglernen ganzer Wortformen, die nicht morphologisch analysiert werden. Das Resultat dieses Prozesses sind isolierte lexikalische Einzeleinträge. Bei "productive combination" dagegen werden im sprachlichen Input vorgefundene Wortformen morphologisch analysiert. Das Kind erkennt die Bildungsregel und wendet in der Folge diese Regel auf neue Wörter an. Diese Leistung des Kindes setzt einen symbolischen Prozessor voraus, wie er in regelbasierten Modellen angenommen wird. "Analogical formation" schließlich entspricht dem Grundmechanismus assoziationalistischer Netzwerke: das Kind bildet analoge Wortformen auf der Basis von "cues", phonologischen oder anderen Merkmalen, deren Übereinstimmung die Ähnlichkeit zweier Wörter begründet.

Die von MacWhinney beschriebenen Mechanismen finden sich in gewandelter Form auch bei den in den nächsten Abschnitten dargestellten Modellen der Flexionsmorphologie wieder. Während es sich bei MacWhinney noch um reine *Erwerbsmechanismen* handelt, kommt bei den in der Folge entstandenen Modellen der Aspekt der *Repräsentation* morphologischen Wissens hinzu. Unterschiede zwischen den Modellen beruhen auf der verschiedenen Gewichtung der drei Mechanismen.

1.2.1. Ein Algorithmus zum Erwerb von Flexionsparadigmen (Pinker, 1984)

Das bisher einzige ausformulierte symbolistische Modell des Erwerbs der Flexionsmorphologie wurde von Pinker (1984, vgl. zum Erwerb der deutschen Flexion auch Clahsen, 1988) vorgeschlagen. Das Modell betrachtet Flexionsparadigmen als psychisch reale Entitäten (im Gegensatz zur traditionellen Rolle als metalinguistische Werkzeuge zur Beschreibung von Flexionssystemen), denen eine theoretische Funktion als Träger der grammatischen Informationen von Flexionsendungen zukommt. Des weiteren nimmt Pinker eine Anzahl von

Handlungsanweisungen, sogenannten "procedures" an, Konstruktionsprinzipien, die ähnlich wie "operating principles" (Slobin, 1985) als universale Ausstattung der Sprachlerner verstanden werden. Bei Pinker sind diese Handlungsanweisungen aber auf den Flexionserwerb beschränkt und so zugeschnitten, daß sie einen Algorithmus zum Aufbau beliebiger in natürlichen Sprachen vorkommender Flexionsparadigmen ergeben. Vorausgesetzt ist dabei die Fähigkeit des Kindes, im sprachlichen Input identifizierte Wortformen zunächst zu speichern und in der Folge auf phonologische Gemeinsamkeiten hin zu untersuchen. Das Modell nimmt an, daß zunächst wortspezifische Paradigmen aufgebaut werden, deren Zeilen und Spalten Dimensionen wie Kasus, Numerus, Genus etc. repräsentieren. In einem weiteren Schritt wird das gemeinsame phonologische Material dieser Paradigmen in ein allgemeines Paradigma mit identischen Zeilen und Spalten eingebracht. Durch diese Abstraktionsleistung erhalten die Einträge des allgemeinen Paradigmas den Status von Flexionsaffixen. Da in frühen Stadien des Spracherwerbs noch nicht alle relevanten Dimensionen entdeckt sind, wird das Kind im weiteren Verlauf bisher unbekanntem Flexionsformen begegnen, die temporär in bereits bestehende Zellen der Paradigmen eingeordnet werden müssen. Beispielsweise könnte ein erstes allgemeines Verbparadigma (basierend auf den Wortformen *gehe, koche, gehst, kochst*) nur die Dimension 'Person' mit dem Eintrag *-e* für die 1. Person und dem Eintrag *-st* für die 2. Person enthalten. Das Kind identifiziert nun aufgrund der Gegebenheiten in der Sprechsituation in der Äußerung 'wir gehen' die Verbform als 1. Person und trägt dementsprechend die Endung *-en* zusätzlich zum bereits existierenden Affix *-e* in die Zelle der 1. Person ein. Infolge eines Prinzips des Eintrags führen solche konfligierenden Formen zur Aufspaltung des Paradigmas durch die Einführung neuer Dimensionen. Im Beispiel geschähe das durch die neue Dimension 'Numerus'. Allmählich können auf diese Weise vollständige Flexionsparadigmen aufgebaut werden. Während Suppletivformen nicht in allgemeine Paradigmen überführt werden können, da sie kein gemeinsames phonologisches Material aufweisen, bietet Pinkers Modell die Möglichkeit, auch Paradigmen für irreguläre Wörter, die Subregularitäten aufweisen, aufzubauen. Darüberhinaus ist eine Handlungsanweisung enthalten, die das Lernen arbiträrer Flexionsklassen ermöglicht.

Während Pinker in der letzteren Möglichkeit eine Stärke seines Modells sieht, da seiner Ansicht nach solche Flexionsklassen z. B. im Lateinischen vorkommen (Pinker, 1984, S. 172), sehen andere Autoren hierin eine allzugroße Mächtigkeit des Modells. So zeigt Braine (1987)

anhand von Experimenten mit künstlichen Sprachen, daß arbiträre Flexionsklassen vermutlich nicht gelernt werden können. Vielmehr scheinen semantische oder phonologische Gemeinsamkeiten, die mindestens für einen Teil der Wörter einer Flexionsklasse gelten, notwendig zu sein. Er zeigt darüberhinaus, daß solche Gemeinsamkeiten in Form von flexionsklassenspezifischen thematischen Vokalen im Gegensatz zu Pinkers Ansicht für das Lateinische in der Tat zu finden sind.

Auch Wunderlich (Wunderlich, 1996; Wunderlich & Fabri, 1995) lehnt die Möglichkeit arbiträrer Flexionsklassen als zu mächtig ab, da für produktive Flexionsklassen stets Teilregularitäten zu finden seien. Er nimmt im Rahmen seiner Minimal-Morphology-Theorie ähnlich wie Pinker Paradigmen als Träger der grammatischen Information an, weist aber darauf hin, daß es psychologisch unplausibel sei, bei Sprachlernern einen für die Identifikation arbiträrer Flexionsklassen notwendigen Vergleich aller möglichen Flexionsformen anzunehmen. Darüberhinaus hätten arbiträre Flexionsklassen gegenüber semantisch oder phonologisch motivierten den Nachteil, daß die Abwesenheit einer identifizierbaren Gemeinsamkeit der Wörter einer Flexionsklasse den Lerner zwingt, die Zugehörigkeit zu einer solchen Klasse lexikalisch zu vermerken. Die Produktivität einer solchen Flexionsklasse sei daher ausgeschlossen.

Die Frage der arbiträren Flexionsklassen ist jedoch für das Funktionieren von Pinkers Modell nicht von wesentlicher Bedeutung. Die Streichung der entsprechenden Handlungsanweisung würde den grundsätzlichen Mechanismus des Aufbaus von Flexionsparadigmen nicht beeinträchtigen. Bezüglich der gleichartigen Behandlung regulärer und irregulärer Flexionsmuster in seinem Modell vertritt Pinker heute aufgrund der bereits in der Einleitung erwähnten experimentellen Befunde zur assoziativen Generalisierung irregulärer Cluster ein Dual-Mechanism-Modell (siehe unten). Auch diese Änderung ließe sich in das Modell von Pinker (1984) inkorporieren, indem die Anzahl gleichartiger wortspezifischer Paradigmen, die zur Schaffung neuer Dimensionen in allgemeinen Paradigmen erforderlich ist, erhöht würde (bzw. das vorhandene, etwas vage Kriterium "only a small number", das zum Ausschluß von Suppletivformen diene, großzügiger interpretiert würde), so daß Subregularitäten irregulärer Cluster nicht zum Aufbau allgemeiner Paradigmen ausreichen würden.

Hingegen hängt Pinkers (1984) Modell entscheidend von der psychischen Realität wortspezifischer und allgemeiner Flexionsparadigmen ab. Diese Annahme ist aber nur gering durch unabhängige Evidenz gestützt. Während immerhin Wunderlich und Fabri (1995) theoretische Vorteile *wortspezifischer* Paradigmen aufzeigen (sie erlauben maximal unterspezifizierte lexikalische Affixeinträge), scheint die Annahme *allgemeiner* Paradigmen als psychische Repräsentationen von Flexionsmustern eher problematisch. So weist etwa Wurzel (1988) darauf hin, daß Änderungen von Flexionsmustern einzelner Wörter im Sprachwandel sich keinesfalls immer als Übergang in eine andere Flexionsklasse (d.h. ein anderes allgemeines Paradigma) manifestieren, sondern häufig nur einzelne Flexionsformen betreffen.

1.2.2. Assoziationalistische Modelle

Assoziationalistische Modelle versuchen ganz ohne explizite Regelformulierung auszukommen. Wortformen sollen vollständig aufgrund von relativen Stärken phonologischer und semantischer Merkmale (*cues*) prädictierbar sein. Statistische Eigenschaften des sprachlichen Inputs wie Frequenzen und Clusterbildungen der *cues* werden ohne abstrahierende Regelbildung in Wahrscheinlichkeiten für bestimmte Wortformen umgesetzt. Diese Prinzipien wurden etwa zeitgleich von MacWhinney (1987) im sogenannten Competition-Modell und dem konnektionistischen Past-Tense-Modell von Rumelhart und McClelland (1986) formuliert. Insbesondere die letztere Arbeit, eine Simulation der englischen Past-Tense-Flexion in einem sogenannten 'künstlichen neuronalen Netz' ohne explizite Regelimplementation, war bahnbrechend und führte zu einer Fülle von Nachfolgemodellen. Das Past-Tense-Modell von Rumelhart und McClelland (1986) bestand aus einer Input- und einer Outputschicht sogenannter *units*, von denen jede einen Teil der Phonemfolge einer Wortform repräsentierten. Diese *units* konnten Aktivierungswerte zwischen 0 und 1 annehmen. Alle Inputunits waren mit allen Outputunits durch gewichtete *connections* verbunden. Der Aktivierungswert einer Outputunit berechnete sich als die Summe der durch die Verbindungsstärke gewichteten Aktivierungswerte der Inputunits plus einer intrinsischen Aktivierung ("*bias*") der Outputunit. Im Ausgangszustand hatten alle Verbindungen den Wert 0, und die Aktivierung der Outputunits war von den Inputunits unabhängig und zufällig verteilt. Während einer Trainingsphase wurden die Inputunits so aktiviert, daß sie einen bestimmten Verbstamm repräsentierten, und die Aktivierung der Outputunits wurde mit einem Sollwert, der die Past-Tense-Form dieses Verbs

repräsentierte, verglichen. Die Differenz zwischen dem Sollwert und dem tatsächlichen Wert einer Outputunit wurde zur Korrektur der Verbindungsstärken zwischen den aktivierten Inputunits und der Outputunit sowie des intrinsischen Aktivierungswertes der Outputunit verwendet. Sollte also eine Outputunit bei einem bestimmten Inputmuster 'an' sein (d.h. den Wert 1 haben), war aber tatsächlich 'aus', so ergab der Vergleich eine Differenz ('Fehler'), die in einen etwas höheren *bias* und eine etwas höhere Gewichtung der Verbindungen mit aktiven Inputunits umgesetzt wurde, so daß der Fehler nach erfolgter Korrektur geringer wurde. Das Training erfolgte mit einer bestimmten Menge von Paaren aus Verbstämmen und den entsprechenden Past-Tense-Formen. Für jedes Wortpaar dieses 'Trainingskorpus' wurde das Netzwerk in einem Trainings- oder 'Lernzyklus' einmal korrigiert, so daß der Gesamtfehler des Netzwerks von Lernzyklus zu Lernzyklus geringer wurde, und die Past-Tense-Formen des Trainingskorpus schließlich bis auf einen tolerierten Restfehler korrekt produziert wurden. An diesem Punkt wurde die Generalisierungsfähigkeit des austrainierten Netzwerks getestet, indem neue, nicht im Trainingskorpus enthaltene Verben angeboten wurden.

Rumelhart und McClelland (1986) trainierten das Netzwerk für zehn Lernzyklen mit einem kleinen Korpus aus zehn hochfrequenten Verben, danach bis zum zweihundertsten Lernzyklus mit weiteren 410 mittelfrequenten Verben, um die bei Kindern zu beobachtende plötzliche Zunahme des Vokabulars in der Phase des sogenannten 'vocabulary spurt' (Brown, 1973) zu simulieren. Die Generalisierung wurde mit 86 niedrigfrequenten Verben getestet. Das austrainierte Modell produzierte für die regulären Verben des Trainingskorpus über 90%, für die irregulären Verben 80-90% korrekte Outputunit-Aktivierungen (dazu zählten allerdings auch solche Units, die das unveränderte phonologische Material des Verbstammes repräsentierten). Ähnliche Werte erzielte das Modell bei der Generalisierung der Past-Tense-Bildung auf die 86 neuen Verben, für die es nicht trainiert worden war. Mindestens ebenso wichtig wie die Gesamtleistung ist nach Ansicht der Autoren, daß das Modell für irreguläre Verben einen ähnlichen, sogenannten U-förmigen Erwerbsverlauf zeigte wie menschliche Sprachlerner, d.h. eine anfänglich relativ gute Bildung irregulärer Past-Tense-Formen gefolgt von einer Phase mit häufiger Bildung inkorrekt, regularisierter Formen und einem darauf folgenden allmählichen Wiederanstieg korrekter irregulärer Formen (zur Simulation des U-förmigen Erwerbsverlaufs vgl. auch Plunkett & Marchman, 1991, 1993).

Pinker und Prince (1988) sowie Lachter und Bever (1988) unterzogen das Past-Tense-Modell von Rumelhart und McClelland (1986) einer ausführlichen kritischen Analyse, die linguistisch unplausible Eigenschaften aufzeigte. Außer einer Reihe von Punkten, die auf der speziellen Art der phonologischen Repräsentation in Rumelhart und McClellands Modell beruhten, stellten beide Studien grundsätzliche Schwachpunkte heraus. So war das Modell einerseits zu unbeschränkt, da es Flexionstypen hätte lernen können, die in natürlichen Sprachen nicht vorkommen (z.B. Umkehrungen der Phonemreihenfolge von Wortstämmen), andererseits zu beschränkt, da es unterschiedliche Flexion homophoner Verben (z.B. *gemalt* - *gemahlen*) nicht zuließ. Die letztere Kritik führte zur Entwicklung verbesserter Nachfolgemodelle. MacWhinney und Leinbach (1991) konnten zeigen, daß sich die Homophonie-Beschränkung durch Einführung zusätzlicher "semantischer" Inputunits zur Disambiguierung homophoner Verben umgehen ließ. Daugherty und Hare (1993) zeigten darüber hinaus, daß die systematisch reguläre Flexion denominaler Homophone irregulärer Verben (*the telephone rang* - *the troops ringed the city*)¹ sich ebenfalls durch zusätzliche Inputinformation für das Netzwerk simulieren ließ. Was sich jedoch in keinem der vorgeschlagenen Modelle umgehen ließ, war die Notwendigkeit, dem Netzwerk Wörter mit den in Frage stehenden Eigenschaften während der Lernphase anzubieten. Insbesondere Marcus und Mitarbeiter (Marcus, 1995, 1998; Marcus et al., 1995) betonten demgegenüber, daß menschliche Sprecher gerade nicht lernen müßten, wie denominalen Verben (und eine Reihe von anderen unorthodoxen Wörtern) zu flektieren seien, sondern daß die Anwendung einer Defaultflexion in solchen Fällen aufgrund des angeborenen sprachlichen Wissens erfolge (siehe unten).

Von einem anderen Problem kommend näherten sich auch Prasada und Pinker (1993) der Frage der Defaultflexion. Sie verglichen das Generalisierungsverhalten menschlicher Sprecher und des Modells von Rumelhart und McClelland (1986). Sie bestätigten zunächst die Befunde von Bybee und Moder (1983), die gezeigt hatten, daß Versuchspersonen Kunstwörter um so eher *irregulär* flektieren, je ähnlicher sie irregulären Wörtern sind. Darüberhinaus fanden Prasada und Pinker, daß *reguläre* Flexion von Kunstwörtern unabhängig von der Ähnlichkeit mit existierenden Wörtern erfolgte. Das Netzwerk zeigte demgegenüber sowohl bei irregulärer als auch bei regulärer Flexion Ähnlichkeitseffekte. Die Autoren kamen daher zu dem Ergebnis, die von Rumelhart und McClelland berichtete starke Generalisierung der regulären Flexion auf nicht

¹vergleiche für das Deutsche etwa *beringen* - *beringte* und *ringen* - *rang*

trainierte Wörter sei anders als bei menschlichen Sprechern nicht Ausdruck einer Defaultflexion, sondern vielmehr ein Artefakt der großen Anzahl und phonologischen Heterogenität der regulären Verben im Englischen. Die Ergebnisse seien daher nicht auf Sprachen mit niedrigfrequenten Defaultflexionen, wie Deutsch oder Arabisch übertragbar. Dieses Argument wurde durch eine Serie von experimentellen Studien gestützt, in denen der bis dahin fehlende Nachweis geführt wurde, daß Sprecher des Deutschen in der Tat Kunstwörter mit dem niedrigfrequenten s-Plural oder dem Partizip auf -t in mehrfacher Hinsicht anders beurteilen und produzieren als solche mit gleich häufigen irregulären Flexionsmustern. Diese Experimente werden im nächsten Abschnitt (1.2.3) im Einzelnen besprochen.

Als Reaktion auf das Default-Argument geht die Entwicklung konnektionistischer Modelle in jüngster Zeit in zwei verschiedene Richtungen. Zum einen wurden Modelle entwickelt, in denen reguläre und irreguläre Prozesse getrennt implementiert sind. Hierbei sind Netzwerke, in denen bestimmte reguläre Flexionen fest eingebaut sind (z.B. Westermann & Goebel, 1995), von solchen zu unterscheiden, die aus Teilnetzwerken bestehen, die jeweils für das Lernen regulärer bzw. irregulärer Flexionsmuster aus dem Input optimiert sind (Westermann, 1998; vgl. auch Zorzi, Houghton & Butterworth, 1998a,b). Während letztere noch im engeren Sinne konnektionistisch sind (im Unterschied zu Dual-Mechanism-Modellen bezeichnen ihre Autoren sie als Dual-Route-Modelle), sind erstere hybride Modelle, bei denen nur eine Teilkomponente nach konnektionistischen Prinzipien funktioniert. Die andere Komponente ist eine Implementation einer symbolischen Regel. Solche Modelle können daher als konnektionistische Varianten von Dual-Mechanism-Modellen angesehen werden.

In der anderen Entwicklungsrichtung wurde die Leistungsfähigkeit von Single-Route-Netzwerken bei der Simulation niedrigfrequenter Defaultflexionen untersucht. Hare, Elman und Daugherty (1995) trainierten ein solches Netzwerk darin, Kunstverben einer von sechs dem Altenglischen nachempfundenen Past-Tense-Flexionen zuzuordnen. Verben aller Flexionstypen waren im Trainingskorpus gleich stark vertreten. In fünf der Flexionsklassen, die durch bestimmte Kombinationen von Stammvokal und stammfinalem Konsonantencluster definiert waren, wurde das Past Tense durch Umlaut gebildet, eine sechste Defaultklasse (Suffigierung von -ed) war phonologisch heterogen. Unter diesen Bedingungen konnte das Netzwerk die Zuordnung von Kunstverben zur Defaultflexion unabhängig von phonologischer Ähnlichkeit leisten. Dieses an Hand eines kleinen und artifiziellen Trainingskorpus erzielte Ergebnis ist

allerdings nicht generell auf Sprachen mit Minoritätsdefaultflexion übertragbar. So analysierten Plunkett und Nakisa (1997) die Verteilung phonologischer Merkmale der Wortstämme verschiedener Pluralklassen im Arabischen und fanden, daß die als Default für Feminina geltende 'Sound Plural'-Klasse gerade nicht phonologisch heterogen war, sondern eine überraschend große Vorhersagbarkeit aufgrund der Singularstämme aufwies. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Hahn und Nakisa (2000) für den deutschen s-Plural (vgl. auch Bornschein & Butt, 1987). Sowohl Plunkett und Nakisa als auch Hahn und Nakisa verglichen die Leistung von Single-Route-Netzwerken mit der eines hybriden Modells bei der Zuordnung existierender Wörter zu Pluralklassen. In beiden Fällen erwiesen sich aufgrund der phonologischen Subregularitäten der Defaultflexionen die rein assoziativen Netzwerke den Modellen mit Regelkomponente als überlegen. Diese Ergebnisse lassen allerdings außer acht, daß das von den Vertretern der Dual-Mechanism-Modelle vorgebrachte Argument der inadäquaten Repräsentation des Defaults in assoziativen Modellen sich ja nicht in erster Linie auf die existierenden defaultflektierten Wörter stützt, sondern gewissermaßen auf das Potential der Defaultflexion zur Anwendung auf phonologisch beliebige und nicht lexikalisch repräsentierte Wörter. Goebel und Indefrey (2000) fanden denn auch, daß verschiedene assoziative Netzwerke den s-Plural nur in geringem Maße auf die phonologisch den meisten existierenden deutschen Wörtern sehr unähnlichen Stimuluswörter von Marcus et al. (1995) generalisierten. Betrachtet man diesen Befund zusammen mit dem Ergebnis von Hare, Elman und Daugherty (1995), so ergibt sich ein konsistentes Bild. Assoziative Netzwerke können eine phonologisch unbeschränkte Defaultflexion lernen, aber nur wenn der Trainingsinput ebenfalls phonologisch so heterogen ist, daß keine phonologischen Subregularitäten gelernt werden, die sich als hinderlich für eine unbeschränkte Generalisierung der Flexion erweisen. Diese Bedingung ist zumindest bei einigen niedrigfrequenten Defaultflexionen nicht erfüllt.

Es wäre jedoch vorschnell, daraus zu schließen, daß das Verhalten rein assoziativer Netzwerke mit dem menschlicher Sprecher unvereinbar ist. Wie im nächsten Abschnitt zu diskutieren sein wird, ist bisher nicht hinreichend geklärt, wie diese zur Repräsentation einer Defaultflexion kommen, bzw. ob sich, wie Marcus et al. (1995) annehmen, aus dem Verhalten menschlicher Sprecher die Annahme eines angeborenen Wissens um eine Defaultregel ableiten läßt. Möglich wäre z.B., daß deutsche Sprecher die phonologische Unbeschränktheit des s-Plurals in Verbindung mit den auffälligen semantischen Eigenschaften (Eigennamen,

Markennamen etc.) vieler Wörter der s-Pluralklasse lernen, wie Bornschein und Butt (1987) vorschlagen. Netzwerkmodelle mit einer zusätzlichen Kodierung solcher semantischen Merkmale im Trainingsinput sind aber bisher nicht systematisch getestet worden.

Unabhängig von der Frage einer adäquaten Repräsentation sprachlichen Wissens weisen die bisher vorgeschlagenen konnektionistischen Modelle der Flexionsmorphologie aufgrund der verwendeten Lernalgorithmen mindestens zwei Eigenschaften auf, die sie als Modelle des menschlichen Spracherwerbs disqualifizieren. Zum einen muß der tatsächliche Output eines solchen Systems mit einer Zielvorgabe, d.h. der korrekten Wortform verglichen werden. Diese Möglichkeit scheint nicht überall gegeben, da in einigen menschlichen Gesellschaften, z.B. auf Samoa (Ochs & Schieffelin, 1984), korrigierende Wiederholungen der kindlichen Äußerungen unüblich sind. Noch weitaus problematischer ist die Tatsache, daß die verwendeten Fehlerkorrekturalgorithmen nicht nur eine Zielvorgabe, sondern darüberhinaus ein Maß für die Abweichung des Outputs von der Zielvorgabe erfordern. Dies erfordert eine Art von Rückmeldung, 'negativer Input', die nach allgemeinem Konsens in der Spracherwerbsforschung in keiner Gesellschaft eine Rolle spielt (vgl. Marcus, 1993, mit einer Übersicht über die Literatur).

1.2.3. Duale Modelle

Duale Modelle nehmen für reguläre und irreguläre Flexion zwei verschiedene Mechanismen an. Das einflußreichste und meistdiskutierte Modell dieser Art ist das sogenannte Dual-Mechanismus-Modell (Clahsen, 1999; Clahsen et al. 1992; Kim et al., 1991; Marcus et al. 1995; Pinker, 1991; Prasada & Pinker, 1993). Es nimmt eine strikte Trennung an zwischen einer Defaultregel einerseits und irregulärer Flexion, die nach assoziativen Prinzipien funktioniert, andererseits. Beide Flexionstypen können generalisiert werden. Im Gegensatz zur irregulären Flexion unterliegt dabei die Defaultregel keinerlei Inputbeschränkungen außer der syntaktischen Kategorie. Sie kann daher nicht nur auf Wortstämme mit beliebigen phonologischen Eigenschaften angewendet werden, sondern dient auch als Notfallregel für eine Reihe von Fällen, in denen keine lexikalische Information über die syntaktische Kategorie vorliegt. Dies ist z.B. bei nicht-kanonischen Nomina wie den Namen von Buchstaben, Produkten oder Personen, nominaler Verwendung von Wörtern anderer syntaktischer Kategorien oder denominalen Verben der Fall. Aufgrund des postlexikalischen Status der Defaultregel macht das Modell die

Vorhersage, daß ihre Anwendung unabhängig von Frequenz- oder Ähnlichkeitsverteilungen im Lexikon erfolgt. Irreguläre Flexion wird dagegen ähnlich wie in konnektionistischen Modellen als lexikalischer, assoziativer Prozeß verstanden. Das Modell sagt dementsprechend voraus, daß eine bestimmte irreguläre Flexion eines Wortes davon abhängig ist, wie häufig das Flexionsmuster im Lexikon vorkommt, und wie ähnlich das zu flektierende Wort der Gruppe von Wörtern (Familie) ist, die diesem Flexionsmuster folgen. Clahsen und Mitarbeiter haben in einer Serie von Experimenten zur deutschen Plural- und Partizipflexion (siehe Clahsen, 1999, mit einer Übersicht) versucht, die Richtigkeit beider Vorhersagen nachzuweisen. So zeigten Marcus et al. (1995), daß der relativ seltene s-Plural bei Pseudowörtern, die sich nicht auf existierende Wörter reimten, und Pseudowörtern, die als Namen eingeführt wurden, von Versuchspersonen besser beurteilt wurde, als häufigere, nach Ansicht der Autoren irreguläre Pluralallomorphe (-e, -n). Ebenso wurden t-Partizipien von neu eingeführten denominalen Verben besser beurteilt als n-Partizipien. In einem Produktionsexperiment (Clahsen, 1997) wurden n-Partizipien seltener auf Pseudoverben generalisiert als t-Partizipien. Clahsen et al. (1997) konnten zeigen, daß bei einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe Wörter mit s-Plural und t-Partizipien im Gegensatz zu Wörtern mit er-Plural bzw. n-Partizipien keinen Frequenzeffekt aufwiesen. Sonnenstuhl et al. (1999) berichten, daß die Reaktionsgeschwindigkeit in einer lexikalischen Entscheidungsaufgabe mit visuell dargebotenen Singularformen durch eine vorherige auditorische Darbietung der zugehörigen Pluralformen bei s-Pluralen in sehr viel stärkerem Maße verkürzt wurde (Priming) als bei er-Pluralen. Mit dem gleichen Paradigma fanden die Autoren auch bei t-Partizipien im Vergleich zu irregulären n-Partizipien einen stärkeren Primingeffekt.

Wenngleich diese Befunde die Voraussagen des Dual-Mechanism-Modells bestätigen, so taugen sie doch nur unter bestimmten Prämissen zur Widerlegung konkurrierender Modelle. Im Falle der Partizipbildung gehen Clahsen und Mitarbeiter davon aus, daß t-Partizipien und n-Partizipien im Deutschen etwa gleich häufig sind, so daß die bessere Generalisierbarkeit der t-Partizipien nicht durch höhere lexikalische Frequenz erklärbar ist. Bybee (1995) weist aber darauf hin, daß Grundlage dieser Zählung nur die tausend häufigsten Verben des Korpus von Ruoff (1990) waren, wodurch die Frequenz regulärer Verbtypen unterschätzt wurde, da diese bei selteneren Verben relativ häufiger sind. Zweitens hätten die Autoren die Anzahl irregulärer Verbtypen überschätzt, indem sie nicht nur die Grundverben, sondern auch alle präfigierten

Verben einzeln gezählt hätten. Bezüglich der Pluralbildung im Deutschen ist die simplifizierende Dichotomie des Dual-Mechanism-Modells, die einem regulären Default (s-Plural) alle anderen Pluralallomorphe als irregulär gegenüberstellt, sicher inadäquat. Diese Dichotomie ist die Folge einer Vermischung der Konzepte 'regulär' und 'Default'. Sie zwingt Marcus et al. (1995), die gute Beurteilung von n- und e-Pseudowortpluralen durch ihre Versuchspersonen vage mit 'assoziativer Generalisierung' zu erklären, ohne aber begründen zu können, auf welcher Basis diese selbst bei nicht-reimenden Pseudowörtern in erheblichem Maße - es fand sich kein signifikanter Unterschied zu den s-Pluralen - stattfand. Die verfügbaren Daten widersprechen darüberhinaus der Annahme, daß alle 'irregulären' Pluralallomorphe in gleicher Weise 'assoziativ' generalisiert würden. Köpcke (1988) fand bei der Elizitation von Pseudowortpluralen außer der Generalisierung des s-Plurals auch eine genusabhängige Generalisierung von n-Pluralen und e-Pluralen, jedoch keine Generalisierung des er-Plurals². Eine Interpretation dieser Befunde mit assoziativer Generalisierung ist selbst dann nicht möglich, wenn diese nicht mehr wie üblich als ähnlichkeitsbasiert aufgefaßt wird, sondern als (schon abstrahierende) Generalisierung auf der Basis des Merkmals 'Genus' und der hohen lexikalischen Frequenz der Pluralbildung mit -e und -n. Diese Interpretation wird durch die zusätzliche Beobachtung widerlegt, daß diese beiden Pluralallomorphe in Defaultfällen verwendet werden können³ (Goebel & Indefrey, 2000), was nach dem Dual-Mechanism-Modell für irreguläre Flexionen in keinem Falle möglich sein sollte. Eine Erklärung aller dieser Befunde ist jedoch zwanglos möglich, wenn man annimmt, daß s-Plurale im Gegensatz zur Auffassung von Marcus et al. (1995) und Clahsen (1999) nicht die einzigen regulären Pluralallomorphe sind (vgl. Dressler, 1999; Indefrey, 1999; Goebel & Indefrey, 2000; Wiese, 1999; Wunderlich, 1999). Vielmehr sind auch n-Plurale (bei Feminina) und e-Plurale (bei Maskulina und Neutra), sowie gemäß der Analyse von Wunderlich (1999) nicht markierte maskuline Plurale, die auf einer unbetonten Schwa-Silbe enden, regulär.

²Die erwachsenen Versuchspersonen dieses Elizitationsexperimentes generalisierten darüberhinaus Pluralbildung durch Umlaut nicht. Andererseits scheinen sich in Spontansprachdaten von 2-3 jährigen aber auch 6-jährigen Kindern zuverlässig Übergeneralisierungen des Umlauts in Pluralformen zu finden (Köpcke, 1998).

³wenn der s-Plural aus phonologischen Gründen blockiert ist, vgl. die 'X'e, MAZen (Magnetaufzeichnungen), die Mercedesse, die Boxen, die Foxe (Foxtrotts, Foxterrier)

Sieht man einmal von der Frage des Status der hochfrequenten Pluralallomorphe ab, so ist in den verfügbaren experimentellen Daten der s-Plural immerhin produktiver als der etwa gleich häufige er-Plural, und die berichteten Reaktionszeitdaten deuten auf eine unterschiedliche Verarbeitung der beiden Pluralflexive hin. Diese Befunde allein reichen aber nicht aus, um konnektionistische Erklärungen zugunsten eines Dual-Mechanism-Modells zu verwerfen. Auch in dem konnektionistischen Modell von Goebel und Indefrey (2000) wurde bei Wortstämmen, die den trainierten Wortstämmen phonologisch unähnlich waren, der s-Plural vermehrt (wenn auch seltener als n- und e-Plurale) generalisiert, der er-Plural aber niemals. Diese Dissoziation ist also allein aufgrund der Verteilung phonologischer Eigenschaften der existierenden Wortstämme zu erklären, ohne einen besonderen Status des s-Plurals annehmen zu müssen.

Das entscheidende Argument der Vertreter des Dual-Mechanism-Modells gegenüber assoziativen Modellen bleibt daher die besondere Generalisierbarkeit des niedrigfrequenten s-Plurals in bestimmten Defaultfällen, in denen keine lexikalische Information über die grammatische Kategorie eines Wortes verfügbar ist. Wie bereits im vorigen Abschnitt ausgeführt, müßten assoziative Netzwerke, um ein vergleichbares Verhalten lernen zu können, die semantische (z.B. Produkt- oder Eigename) oder morphologische (z.B. denominales Verb) Information, die ein Wort zum Defaultfall macht, im Input verfügbar haben und für jeden einzelnen solcher Fälle trainiert werden.

Es wird nun von einigen Vertretern des Dual-Mechanism-Modells argumentiert, daß dies für menschliche Sprecher nicht nötig sei, da die Defaultkategorien universal seien, so daß der Erwerb der Defaultflexion in nur einer Defaultkategorie auf alle anderen übertragbar sei (Marcus et al., 1995). Diese Hypothese zum Erwerb der Defaultflexion ist allerdings höchst fragwürdig. So erhalten z.B. die von Marcus et al. (1995) als typische Defaultkategorie angesehenen Familiennamen im Französischen keineswegs den Defaultplural, sondern bleiben im Plural unmarkiert (Goebel & Indefrey, 2000). Wenn aber französische Sprachlerner eine spezielle Pluralflexion für Familiennamen lernen, ist nicht ausgeschlossen, daß dies auch deutsche tun⁴. Dies würde auch die von Marcus et al. (1995) berichtete besonders hohe Akzeptanz von s-

⁴Dafür spricht, daß eine spezielle Pluralregel mit 'Familiename' als semantischem Inputmerkmal im Deutschen tatsächlich gelernt werden muß. Im Falle der phonologisch begründeten Nichtanwendbarkeit des s-Plurals bei Familiennamen auf /s/ werden, abweichend von anderen Defaultkategorien, nicht n- oder e-Plurale (siehe Fußnote 3), sondern entweder eine idiosynkratische Pluralflexion '-ens' (Herr und Frau Strauß - die Straußens, vgl. Wiese, 1996, S. 137) oder ein unmarkierter Plural verwendet (Herr und Frau Gründgens - die Gründgens).

Pluralen bei Familiennamen erklären, ohne daß der Rekurs auf einen Defaultstatus dieses Pluralmorphems erforderlich wäre.

Insgesamt erweist sich das Dual-Mechanism-Modell durch seine Beschränkung auf eine einzige Defaultflexion, die gleichzeitig als einzige reguläre Flexion angesehen wird, als inadäquat zur Beschreibung von Flexionssystemen mit mehr als einer regulären Flexion. Modifikationen des Modells mit mehreren regulären Flexionen unter Aufrechterhaltung der regulär-irregulär Distinktion sind allerdings denkbar.

Im Gegensatz zum Dual-Mechanism-Modell nimmt das Netzwerkmodell (Network-Model) von Bybee (1985, 1995) keine Regeln an, sondern "emergente Generalisierungen" (Bybee, 1995) aufgrund von Verbindungen zwischen Lexikoneinträgen. Solche Verbindungen entstehen durch gemeinsames phonologisches Material von Lexikoneinträgen, das einerseits aus regulären Affixen bestehen kann, andererseits aber auch aus phonologischen Gemeinsamkeiten von verschiedenen Wortstämmen, wie bei den Wortfamilien, die bestimmten irregulären Mustern folgen. Das Modell ist insofern dual, als zwei Typen von emergenten Schemata unterschieden werden. Quellenorientierte (*source-oriented*) Schemata repräsentieren reguläre Flexionsbildungen und entstehen aus Generalisierungen über Paare von Wortformen (*kochen - kochte*). Produktorientierte (*product-oriented*) Schemata repräsentieren die Beziehung zwischen ähnlichen Flexionsformen verschiedener Wörter (*sang, klang, band*). Sie stellen insofern eine Besonderheit des Netzwerkmodells gegenüber den beschriebenen konnektionistischen Modellen (aber auch gegenüber der assoziativen Komponente des Dual-Mechanism-Modells, die ja analog zu konnektionistischen Modellen gedacht ist) dar, als bei ihnen nach Auffassung Bybees die Beziehung zwischen dem Wortstamm und der flektierten Form keine Rolle spielt. Die Produktivität einer bestimmten Flexionsform wird allein durch die Häufigkeit der Flexionsform (des 'Produktes') im Lexikon bestimmt. Entscheidend ist dabei die Typenfrequenz, d.h. wie viele verschiedene Verben das entsprechende Flexionsmuster aufweisen. Innerhalb solcher irregulären Familien werden abhängig von der Anzahl gemeinsamer phonologischer Merkmale typischere (*sang, klang*) von weniger typischen (*band*) Mitgliedern unterschieden.

Die Tokenfrequenz, d.h. die Häufigkeit der Flexionsform *eines* (regulären oder irregulären) Verbs, begründet die lexikalische Stärke (*lexical strength*) genau dieses Lexikoneintrags. Sie fördert daher gewissermaßen die Eigenständigkeit einer bestimmten Flexionsform, wodurch Bybee den Zusammenhang zwischen hoher Tokenfrequenz und der

Entstehung und dem Überleben idiosynkratischer Suppletivformen erklärt. Im Unterschied zu symbolischen Modellen werden auch für reguläre Flexionsformen Lexikoneinträge angenommen, sofern sie eine hohe Tokenfrequenz haben. Die Tokenfrequenz trägt aber nicht zur Produktivität bei, sondern kann sie sogar verringern. So erklärt Bybee (1995) z.B. die höhere Produktivität der englischen Partizipfamilie *sung, strung, rung* im Vergleich zur Familie *swept, kept, wept*, die eine etwa gleich hohe Typenfrequenz aufweist, durch die hohe Tokenfrequenz einiger Mitglieder der *swept*-Familie.

Aus der Produktorientiertheit der irregulären Flexion ergibt sich unter anderem, daß es für die Stärke einer irregulären Familie wie *sang, klang, band* unbedeutend sein sollte, daß ihre Mitglieder auch im Präsensstamm den gleichen Vokal haben. Wesentlich ist allein die phonologische Übereinstimmung der flektierten Wortformen. Tatsächlich fanden Bybee und Moder (1983) in einem Experiment zur Past-Tense-Flexion englischer Kunstverben, daß der Vokal des Präsensstammes einen geringeren Einfluß auf den Vokal der Past-Tense-Form hatte als die stamminitialen und -finalen Konsonantencluster. Dieses Ergebnis belegt allerdings nur, daß nicht alle phonologischen Eigenschaften des Präsensstammes den gleichen Vorhersagewert bezüglich der produzierten Past-Tense-Form haben. Bedenkt man, daß die Konsonantenstruktur der Inputform der Kunstverben im Past Tense durchweg beibehalten wurde, so stellt sich die Frage, was mit 'Produktorientiertheit' eigentlich gemeint ist. Wenn, wie die Ergebnisse des Experimentes zeigen, die Past-Tense-Form von den Eigenschaften des Präsensstammes abhängt, dann ist auch die Typenfrequenz von Past-Tense-Formen von der Häufigkeit dieser Eigenschaften bei den Präsensstämmen abhängig.

Umgekehrt hängt gerade das reguläre Past Tense am wenigsten von phonologischen Eigenschaften des Präsensstammes ab, und reguläre Past-Tense-Formen haben im Englischen zweifellos die höchste Typenfrequenz. Es fragt sich daher, warum gerade reguläre Flexion nicht 'produktorientiert', sondern 'quellenorientiert' sein soll.

Das Netzwerkmodell kann einige Generalisierungsdaten durch das Zusammenwirken von Tokenfrequenz, Typenfrequenz und das Maß der phonologischen Offenheit (*openness*) der Schemata, erklären. Phonologische Offenheit meint dabei die Eigenschaft bestimmter Flexive, an phonologisch heterogene Stämme treten zu können. So wird z.B. die relativ schwache Generalisierung des deutschen s-Plurals bei gleichzeitigem Defaultcharakter durch die Kombination von niedriger Typenfrequenz aber großer phonologischer Offenheit des

s-Pluralschemas erklärt (hinzu kommt eine Spezialisierung des Schemas für bestimmte lexikalische Domänen wie Namen, Produkte etc.).

Der Grundgedanke des Modells, einen starken Einfluß der Gebrauchshäufigkeit von Wortformen auf die synchrone Repräsentation und den Sprachwandel anzunehmen, erscheint plausibel. Allerdings erscheint das Modell aufgrund des nicht genau definierten Zusammenspiels der verschiedenen Variablen zu mächtig. So kann z.B. ein Flexionsmuster gleichzeitig als quellen- und produktorientiertes Schema repräsentiert sein, ohne daß klar würde, unter welchen Bedingungen welches Schema bestimmend ist. Es fehlt eine Computerimplementation des Modells, die es erlauben würde, über Ad-hoc-Erklärungen hinaus die Interaktion der verschiedenen Faktoren und die resultierenden Repräsentationen bei natürlichen Sprachkorpora zu studieren.

1.3. Ziel der vorliegenden Arbeit

Im Zuge der Auseinandersetzung zwischen den konnektionistischen Modellen und dem Dual-Mechanism-Modell hat sich die Diskussion über die Repräsentation regulärer Flexion auf einen einzigen Punkt zugespitzt - die Frage der niedrigfrequenten Defaultflexion. Ging es zunächst darum, daß mindestens *eine bestimmte Art* von regulären Prozessen, nämlich Defaultflexionen (im Gegensatz zu merkmalsabhängigen Regeln), von konnektionistischen Netzwerken nicht angemessen simuliert werden konnten, so wurden in der Folge, um diesem Schwachpunkt konnektionistischer Modelle mehr Gewicht zu verleihen, reguläre Prozesse vielfach bereits so definiert, daß sie nur noch Defaultflexionen umfaßten (Clahsen, 1999; Marcus, 1995, 1998; Marcus et al., 1995; vgl. aber Penke, 2002, und Sonnenstuhl-Henning, 2001, mit dem Vorschlag eines modifizierten Dual-Mechanism-Modells, das auch reguläre Nicht-Default-Prozesse berücksichtigt). Dieser Schritt hat allerdings den Nachteil, daß gerade der Erwerb von Defaultregeln - insbesondere niedrigfrequenter Defaultregeln - auch bei menschlichen Sprachlernern schwierig zu erklären ist, da sie nicht ohne weiteres aus beobachteten Einzelfällen abstrahiert werden können.

Marcus et al. (1995) lösen dieses Problem durch die Annahme eines recht weitgehenden angeborenen Vorwissens der Sprachlerner. Danach wissen Kinder nicht nur, daß es eine Defaultflexion gibt, sondern auch, daß das Defaultflexiv bei bestimmten Klassen von Wörtern wie Eigennamen, onomatopoetischen Wörtern und nichtkanonischen Entlehnungen aus anderen Sprachen zu erwarten ist. Mit dieser Annahme akzeptieren Vertreter des Dual-Mechanism-Modells ungewollt einen wichtigen Punkt der konnektionistischen Sicht menschlicher Kognition. Die Reduktion symbolischer Regeln auf Defaultregeln, deren Vorhandensein und deren Identifikationsmöglichkeiten zum angeborenen sprachlichen Wissen gerechnet werden, unterstellt nämlich ebenso wie der konnektionistische Ansatz, daß eine wesentliche Leistung menschlicher Sprachlerner nicht stattfindet - die Abstraktion sprachlicher Regeln aus beobachteten Einzelfällen.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Erwerb und die Repräsentation einer merkmalsabhängigen Regel, bei der im Gegensatz zu den vieldiskutierten Defaultregeln nicht von angeborenem Vorwissen ausgegangen werden kann. Die Arbeit geht davon aus, daß die Aufgabe des klassischen Verständnisses regulärer Flexion vorschnell war. Die Datenlage rechtfertigt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keineswegs die Annahme, daß konnektionistische

Netzwerke jeden Aspekt merkmalsabhängiger regulärer Prozesse bei menschlichen Sprechern erfolgreich simulieren können. Konnektionistische Simulationen, z.B. der arabischen und deutschen Pluralflexion (Plunkett & Nakisa, 1997; Hahn & Nakisa, 2000; Goebel & Indefrey, 2000), konnten zwar zeigen, daß der nichtsymbolische Mechanismus konnektionistischer Modelle *im Prinzip* merkmalsabhängige statistische Regularitäten, wie die Genusabhängigkeit der n- und e-Plurale im Deutschen, aus dem Input herausfiltern und generalisieren kann. Im Gegensatz zu den konnektionistischen Past-Tense-Simulationen, deren Ergebnisse mit Charakteristika des menschlichen Spracherwerbs (Übergeneralisierung in bestimmten Erwerbsphasen, Generalisierung auf neue Wörter und Kunstwörter) verglichen wurden, wurde jedoch im Falle der merkmalsabhängigen Regularitäten bisher nicht systematisch untersucht, ob die assoziationalistischen Modelle hinsichtlich Erwerbsverlauf und Generalisierungsverhalten mit menschlichen Sprechern übereinstimmen.

So liegen etwa für die simulierten arabischen Plurale weder Spracherwerbsdaten noch Generalisierungsexperimente vor. Ein Vergleich würde auch dadurch erschwert, daß für die Simulation unrealistische Inputkorpora benutzt wurden. Für die Simulation der deutschen n- und e-Plurale konnten Goebel und Indefrey (2000) zwar eine gute Übereinstimmung mit dem Generalisierungsverhalten erwachsener menschlicher Sprecher in den Experimenten von Köpcke (1998) und Marcus et al. (1995) zeigen, sie machen aber keine Angaben zum Erwerbsverlauf.

Darüberhinaus geben die bisher vorliegenden Simulationen keinen Aufschluß über den Einfluß für das Verhalten konnektionistischer Netzwerke wesentlicher Faktoren und deren Interaktion. Zum einen ist dies die Häufigkeit der zu simulierenden Flexion, da bisher nur hochfrequente, nicht aber seltene merkmalsabhängige Flexionen simuliert wurden⁵. Die Frequenz eines Flexionsmusters ist aber von großer Bedeutung für die Generalisierungsfähigkeit konnektionistischer Netzwerke, wie bereits oben im Zusammenhang mit der Simulation der englischen Past-Tense-Bildung durch das Netzwerk von Rumelhart und McClelland (1986) diskutiert wurde. Zum anderen ist dies die Eindeutigkeit des Merkmals, von dem die Flexion abhängig ist. Bei den simulierten Pluralflexionen war die 'Erkennbarkeit' der Genusabhängigkeit aufgrund des relativ geringeren Vorhersagewertes konkurrierender

⁵Goebel und Indefrey (2000) konnten zeigen, daß ihr rekurrentes Netzwerk mit Kurzzeitspeicher gelernt hatte, den seltenen s-Plural des Deutschen auf Wortstämme mit Endung auf Vollvokal zu generalisieren. Allerdings ist dieses Verhalten nach Ansicht der Vertreter des Dual-Mechanism-Modells als fehlerhaft zu werten, da sie den s-Plural als Defaultplural ansehen, der gerade nicht in merkmalsabhängiger Weise zugewiesen werden sollte.

semantischer oder phonologischer Merkmale hoch. Es gibt jedoch Evidenz dafür, daß sich die Lernresultate konnektionistischer Netzwerke bei Flexionsklassenzuordnungen, die von mehr als einem Merkmal abhängen, unter Umständen erheblich verschlechtern können. Dies zeigte sich z.B. in einer konnektionistischen Simulation der Zuweisung kasus- und numerusflektierter deutscher Artikel zu semantisch, phonologisch und morphologisch spezifizierten Nomina (MacWhinney et al., 1989, Modell 1). In dieser Simulation erwies sich das verwendete Feedforward-Netzwerk als unfähig, dem auf Schwa endenden Wort *Junge* im Dativ Singular den maskulinen Artikel *dem* zuzuordnen, da der Konflikt zwischen dem phonologischen Merkmal 'Endung auf Schwa' (Tendenz zu Femininum) und dem semantischen Merkmal 'männlich' (Tendenz zu Maskulinum) nicht gelöst werden konnte. MacWhinney et al. (1989) begründen das Fehlverhalten des Netzwerkes einerseits mit diesem Merkmalskonflikt und andererseits mit der geringen Anzahl schwach flektierter Maskulina ("..., *Junge* belongs to a small class of masculine nouns..."). Sie weisen zwar zu recht darauf hin, daß auch deutsche Sprachlerner früh das Merkmal 'Endung auf Schwa' als Prädiktor für das Genus 'Femininum' benutzen (MacWhinney, 1978; Mills, 1984) und insofern das Netzwerkverhalten realistisch ist. Andererseits gibt es aber keine Hinweise dafür, daß deutsche Sprachlerner ähnliche Probleme bei der Zuordnung des Genus 'Maskulinum' zu schwach flektierten Maskulina vom Typ *Junge* haben wie das Netzwerkmodell.

Zusammengefaßt gibt es Evidenz dafür, daß Unterschiede zwischen der Repräsentation merkmalsabhängiger Regularitäten bei konnektionistischen Netzwerken und menschlichen Sprechern (Sprachlernern) möglicherweise in komplexen Interaktionen zwischen der Häufigkeit, der Vorhersagerichtung und dem Vorhersagewert verschiedener Merkmale zu suchen sind.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Klärung der Frage, ob merkmalsabhängige Regularitäten bei menschlichen Sprachlernern und konnektionistischen Netzwerken in gleicher Weise erworben und repräsentiert werden. Dies wird anhand des Erwerbs eines regulären, merkmalsabhängigen und niedrigfrequenten Flexionsmusters - der schwachen Substantivflexion des Deutschen - untersucht.

2. Die schwache Substantivdeklinaton des Deutschen

2.1. Historische Entwicklung

Die Bezeichnung 'schwache Flexion' wurde durch Jacob Grimm für die konsonantische oder n-Deklination des Althochdeutschen geprägt. Im Gegensatz zu den vokalischen Deklinationen weisen die schwach deklinierten Nomina in Genitiv, Dativ und Akkusativ Singular (Neutra in Genitiv und Dativ) und im Nominativ Plural ein n-Flexiv auf, so daß sich z.B. für *hano* (Hahn) das folgende Paradigma ergibt (Braune, 1953, S.203):

	Sg.	Pl.
N.	hano	hanon, hanun
G.	hanen, hanin	hanono
D.	hanen, hanin	hanom
A.	hanon, hanun	hanon, hanun

Bereits im Althochdeutschen finden sich Belege für eine Vereinfachung der schwachen Deklination durch Angleichung der Pluralkasus und Abschwächung der Endungsvokale (Braune, 1953, S.205):

	Sg.	Pl.
N.	hano	hanen
G.	hanen	hanon
D.	hanen	hanon
A.	hanen	hanen

Im Mittelhochdeutschen sind die Endungsvokale aller Deklinationen zu Schwa reduziert.⁶ Die schwache Deklination unterscheidet sich von der starken Deklination im Plural durch das Auftreten der n-Endung in Nominativ und Akkusativ. Das Singularparadigma der mittelhochdeutschen Substantivdeklinaton zeigt Tabelle 2.1. Es finden sich nur vier schwach flektierte Neutra. Feminina (vgl. *brücke*, *erde*) werden im Mittelhochdeutschen vielfach

⁶Dies führt nach Wurzel (1984, S.105) zum Übergang von Stamm- zu Grundformflexion (also: han-o/han-en aber hane/hane-n).

uneinheitlich, d.h. sowohl schwach als auch stark flektiert. Das gleiche trifft nach Wurzel (1984, S. 126) für eine Reihe auf Schwa auslautender Maskulina der starken 'ja'-Deklination wie z.B. *hirte* zu, nicht aber für solche der schwachen Deklination. Dies ändert sich, als in der Übergangsperiode zum Neuhochdeutschen einige schwach flektierte Maskulina wie *Mensch* und *Schmerz* den auslautenden Schwa verlieren und in der Folge auch stark (*des Mensch's, des Schmerzes*) oder mit Mischformen (*des Menschens, des Schmerzens*) flektiert werden (Wurzel, 1984, S. 123). Wurzel nimmt an, daß der mit diesen Veränderungen einhergehende Verlust des Vorhersagewertes der schwachen Pluralendung für die Singularformen zu einer 'Regularisierung', d.h. einer Neuordnung der Zugehörigkeit zur schwachen Deklinationsklasse geführt hat. Im Gegenwartsdeutschen (vgl. Tabelle 2.2) haben alle Feminina und Neutra (bis auf *Herz*) die schwache Deklination verlassen, ohne allerdings die n-Pluralendung aufzugeben. Von den mittelhochdeutsch schwach deklinierten Maskulina sind ebenfalls viele zur starken Deklination übergegangen. Dabei handelt es sich einerseits um solche, die den auslautenden Schwa verloren haben (*Hahn, Schmerz*), andererseits um solche, bei denen durch Ausdehnung des n-Flexivs auf den Nominativ ein Ausgleich im Paradigma stattgefunden hat (*Kuchen*). Auffällig ist, daß einige Maskulina, die auf Lebewesen referieren, in der Klasse der schwach deklinierten Substantive verblieben sind, obwohl sie den auslautenden Schwa verloren haben (*Mensch, Herr, Bär*). Nach Wurzel (1984, S.123) ist die Deklination endungsloser Maskulina mit n-Plural deshalb "vom Merkmal der Belebtheit abhängig". Dafür spricht die heutige schwache Flexion des ursprünglich starken *Held*, sowie die Tatsache, daß der nicht belebte *Käse* trotz seiner Schwa-Endung stark dekliniert geblieben ist. Es gibt allerdings auch Gegenbeispiele wie den stark deklinierten *Pfau*, und die Untergruppe der unregelmäßig (Gen.Sg -ns) schwach deklinierten Nomina (z.B. *Name, Wille*). Der Verlust vieler ursprünglich schwach flektierter Substantive wird im Neuhochdeutschen durch eine Reihe neuerer schwach deklinierter Wörter mit Endungen griechischen oder lateinischen Ursprungs (*-loge, -ent, -ant, -at, -ot*) teilweise wieder ausgeglichen, wobei das Merkmal Belebtheit insofern eine Rolle zu spielen scheint, als belebte Maskulina (*Student, Disponent*) schwach flektiert werden, für unbelebte jedoch keine Vorhersage möglich ist (*den Quotienten*, aber: *den Akzent*). In jüngster Zeit scheint die schwache Flexion der nicht auf Schwa endenden Substantive dieser Klasse mindestens in gesprochener Sprache in wechselndem Ausmaß optional zu werden (*den Bär, den Automat, ?den Soldat*). Dies gilt jedoch nicht für die Kerngruppe der Maskulina auf Schwa.

Tabelle 2.2. Das Singularparadigma im heutigen Deutsch

	0 - Deklination		starke Deklination		schwache Deklination Maskulinum	
	Femininum	Maskulinum	Maskulinum	Neutrum		Untergruppe
NOM	-	-	-	-	-	-
GEN	-	- (e)s	- (e)s	-	- (e)n	- ns
DAT	-	-	-	-	- (e)n	- n
AKK	-	-	-	-	- (e)n	- n
	Frau Tante Ente Tasche Zunge Gabel Zahl Erde Sitte Wange	Mann Hahn Gast Wagen Kuchen Frieden Käse	Kind Huhn Wasser Knie Haus Auge Ohr	Junge Löwe Bote Hirte Heide Afghane Geologe Mensch Herr Bär Student Diplomat Automat Diamant Idiot	Name Wille Friede Funke Buchstabe Gedanke Herz	

Betrachtet man diese Gruppe im Hinblick auf ihre statistischen Eigenschaften (Tabelle 2.3), so wird deutlich, daß sie die Anforderung eines niedrigfrequenten regelmäßigen Flexionsprozesses sehr gut erfüllt. Bis auf vier Ausnahmen⁷ werden alle Maskulina auf Schwa schwach dekliniert. Gleichzeitig ist die Gesamtzahl der Wörter dieser Gruppe mit etwa hundert sehr gering im Vergleich zu mehreren tausend nicht kasusdeklinierten Feminina auf Schwa.

Tabelle 2.3. Die Häufigkeitsverteilung der Flexionsklassen (nach Augst, 1975)

Wörter mit Endung auf -e (Schwa)		
Maskulinum 112 (außer -loge)	Femininum tausende	Neutrum 4 Auge Ende Erbe Interesse sowie viele der Form Ge-e
schwache Deklination Ausnahmen: Käse Steppke Boofke Smutje	Null-Deklination	starke Deklination
überwiegend belebt	belebt und unbelebt	unbelebt

⁷Von diesen ist nur *Käse* eine echte Ausnahme. *Steppke*, *Boofke* und *Smutje* sind entlehnte niederdeutsche Diminutive.

die die phonologische Gemeinsamkeit der schwach flektierten Maskulina auf Schwa berücksichtigt, oder durch kasusspezifizierte Lexikoneinträge einzelner Wörter geschehen kann. Welche dieser Lösungen sich als die adäquatere erweist, wird unter Berücksichtigung der experimentellen Ergebnisse in Kapitel 6 diskutiert werden.

Wunderlich und Fabri (1993, 1995) schlagen im Rahmen der von ihnen entwickelten 'Minimalistischen Morphologie' Lexikoneinträge für Affixe vor, die die phonologische Form, die vom Affix hinzugefügte Information (Output) und die anwendungsbeschränkende Subkategorisierung (Input) enthalten. Affixe fügen nur positive Merkmalswerte hinzu, und es gibt keine phonologisch unsichtbaren (Null-)Affixe. Das s-Affix hat den Eintrag (3), dem zu entnehmen ist, daß es an Maskulinum- und Neutrumstämme treten kann, und diese durch die s-Affigierung das Kasusmerkmal [+Genitiv] erhalten.

(3) /s/;[+min]¹⁰; +gen/-fem (Wunderlich & Fabri, 1993)

Unter der Annahme einer Unifikationssyntax können diese Wortformen also nur in syntaktische Kontexte inseriert werden, die das Merkmal [+Genitiv] fordern. Dagegen bleiben die unaffigierten Feminina bezüglich Kasus vollkommen unterspezifiziert, Neutra und starke Maskulina bezüglich der Distinktion Nominativ/Dativ/Akkusativ. Solchermaßen unterspezifizierte Wortformen können dennoch in syntaktische Kontexte inseriert werden, die einen spezifischen Kasus, beispielsweise +Akkusativ fordern, da sich bei der Unifikation kein Widerspruch ergibt.

Wunderlich und Fabri (1993) gehen nicht näher auf die schwach flektierten Nomina ein. Im Rahmen ihrer Theorie lassen sich jedoch die beiden in der vorliegenden Arbeit zu diskutierenden Hypothesen folgendermaßen formulieren:

Hypothese A:

Bei der schwachen Flexion handelt es sich um einen regelbasierten morphologischen Prozeß. Das Kasusaffix /n/ hat den Lexikoneintrag (4):

(4) /n/;[+min]; +reg/+schwa,+mask

¹⁰Das Merkmal [+min] gibt an, daß es sich um ein gebundenes Morphem handelt. Im hier behandelten Kontext der Flexion ist dieses Merkmal redundant, da es für alle Flexionsmorpheme gilt.

Aufgrund des in der Minimalistischen Morphologie angenommenen Spezifitätsprinzips hat das n-Affix Priorität vor dem s-Affix, da es restriktivere Inputbedingungen hat. Formen wie *Junges_{+N,+schwa,+mask,+gen} sind daher ausgeschlossen. Die Annahme eines phonologischen Merkmals [schwa] ist nicht nur für die relativ wenigen schwach flektierten Maskulina motiviert. Während die Pluralendungen im Deutschen im allgemeinen nur tendenziell vorhersagbar sind, gilt dies nicht für Nomina auf Schwa, die, sofern sie nicht ‘Ge-‘ präfigiert sind, die Pluralendung -n haben. Die in Wunderlich und Fabri (1993) gemachte Annahme, daß außer dem Defaultplural -s alle Pluralformen lexikalisiert seien, geht deshalb zu weit¹¹. Das Merkmal [schwa] ermöglicht die Annahme eines Pluralaffixes (5) mit entsprechend spezifiziertem Input und damit eine Generalisierung über mehrere tausend Nomina.

(5) /n/:[+min]; +pl/+N,+schwa

Hypothese B:

Schwach flektierte Kasusformen sind lexikalisiert. Nomina der schwachen Flexion, z.B. *Bote*, haben entsprechend erweiterte Lexikoneinträge (6), in denen die Wortform auf -n disjunktiv als Form eines regierten Kasus oder Pluralform markiert ist¹².

(6) [bo:tə]_{+N,+mask}
|
[...n]_{+reg ∨ +pl}

Beide Möglichkeiten setzen voraus, daß die Schwa-Endung Teil des Lexikoneintrags der schwach flektierten Maskulina ist. Aufgrund der Tatsache, daß der auslautende Schwa-Vokal vor einigen Derivationssuffixen verschwindet (*der Hase - das Häs-chen, die Stunde - das Stünd-lein, das Auge - das Äuglein*), sowie generell (markierte) Formen ohne ihn existieren (*Freischütz*,

¹¹Weitere Evidenz dafür, daß n- (und e-) Plurale einen anderen Status haben als die lexikalisierten r-Plurale, ist ihre genusspezifische Verwendung in bestimmten Defaultfällen (*Boxen, MAZen, Foxe, Mercedesse*), in denen der s-Plural aus phonologischen Gründen nicht anwendbar ist (vgl. Goebel & Indefrey, 2000).

¹²Denkbar ist auch, daß der Lexikoneintrag nur die Kasusformen verzeichnet, während die Pluralform mit Regel (3) gebildet wird.

Morgenstund', Aug' in Aug', Leberkäs) ist dies jedoch nicht unumstritten. Während für Strauss (1982, S.101f) Wörter wie *Hase* monomorphematisch sind, und dementsprechend in bestimmten Kontexten eine Schwa-Tilgung angenommen werden muß, enthalten sie für Wurzel (1984, 1988) neben dem Stamm ein grundformbildendes Morphem -ə, das neben dem Genus als Merkmal für die schwache Flexion dient.

Eine einheitliche Behandlung des Schwa im Deutschen im Rahmen der CV-Phonologie strebt Wiese (1986a) an. Er faßt Schwa grundsätzlich als Epenthese-Vokal auf. Da die Epenthese an eine nachfolgende konsonantische Position gebunden ist, nimmt er an, daß bei Substantiven, deren Oberflächenform auslautenden Schwa hat, z.B. *Hase* [hɑ:zə], ein den Stamm markierendes Affix vorliegt, das aus einer nicht mit einem Segment assoziierten C-Position besteht /hɑ:zəC/ (Wiese, 1986a). Folgt man dieser Analyse, so ließe sich der Lexikoneintrag des C-Morphems um eine Kasusform mit assoziiertem n-Segment erweitern, so daß die Notwendigkeit einer Regel für die schwache Flexion entfiel.

$$(7) \quad \begin{array}{l} /C/_{+N,+mask} \\ | \\ /n/_{+reg} \end{array}$$

Was zunächst wie eine Vereinfachung aussieht, erweist sich jedoch bei näherer Betrachtung aus mehreren Gründen als problematisch. Unter dem Gesichtspunkt der Lernbarkeit ist zunächst zu fragen, ob das stumme Morphem mit Schwa-Epenthese überhaupt als solches zu erkennen, d.h. von einem stammfinalen Schwa zu unterscheiden ist. Nach Wiese (1986a) zeigt sich die C-Position allenfalls indirekt in der Vokallänge bei ausnahmsweiser Betonung der Schwa-Silbe ("eine [...é:], nicht einen [...én]"). Diese Art von kontrastiver Korrektur ist aber nicht nur selten, sondern eben auch eine deutlich markierte, 'unnormale' Sprache. Selbst wenn Sprachlerner diese Art Evidenz heranzögen, müßten sie nicht auf eine schon vorher bestehende finale C-Position schließen, sondern könnten der Einfachheit halber annehmen, daß in diesem markierten Kontext der nicht betonungsfähige Schwa durch einen Langvokal ersetzt wurde. Selbst wenn man annähme, daß der Status des Schwa als epenthetischer Vokal vor einem stummen Morphem erkennbar wäre, bedeutete dies aber keine Vereinfachung der zu erlernenden Regularität der

schwachen Flexion. Da das C-Affix Nominalstämme markiert, muß es +N und genusmarkiert sein. Demnach sind mindestens drei verschiedene Affixe zu unterscheiden (8):

(a)	(b)	(c)
$/C/_{+N,+mask}$	$/C/_{+N,+fem}$	$/C/_{+N,-mask,-fem}$
$/n/_{+reg}$		$/s/_{+gen}$

Zu erlernen ist nun Regel (9), die letztlich nur eine Paraphrase von (4) ist.

- (9) Maskuline Substantive auf Schwa haben ein stummes Suffix, das in regierten Kasus durch /n/ ersetzt wird.

Über den Spracherwerbsaspekt hinaus ist problematisch, daß die Genitivaffigierung (3) nicht auf C-affigierte Neutra angewendet werden könnte, ohne vorher das C-Affix zu tilgen. Diese Tilgung, d.h. die Ersetzung durch ein leeres Affix //, müßte aber an das Merkmal [+Genitiv] gebunden sein. Demnach wäre die entstehende affixlose Form also schon [+gen] markiert, wodurch Regel (3) ebenfalls nicht mehr anwendbar wäre, und Genitivformen wie *des *Aug* entstünden. Die einzige Möglichkeit, dies zu vermeiden, besteht in einem redundanten lexikalischen s-Genitiv, wie in (8c) angedeutet. Aus den gleichen Gründen erlauben die genuspezifischen Affixe keine generalisierende Erfassung der gemeinsamen Pluralendung /n/ aller Nomina auf Schwa.

Im Gegensatz zur Funktion des homophonen Derivationsuffix $/C/_{+N,+fem}$, das als lexikalischer Kopf Adjektive nominalisiert ($[ti:f]_{+A} - [ti:f]_{+A} \ominus C]_{+N,+fem}$) und dazu auch einen semantischen Beitrag liefert, ist die Markierung von Nominalstämmen redundant, da keinerlei syntaktisch relevante Information hinzugefügt wird und auch keine Bedeutungsmodifikation erfolgt. Interessanterweise bleiben bei derivierten Nomina wie *Tiefe* oder *Höhe* in der suffixlosen Variante (*in die Tief*, *in die Höh*) sowohl die Bedeutung, als auch sämtliche vom Suffix beigetragenen Merkmale erhalten. Das spricht dafür, daß zumindest bei diesem stummen

C-Morphem nicht etwa die Suffigierung unterblieben ist, sondern eine Tilgung erfolgte. Auch die Beibehaltung der vom Suffix induzierten Änderung der phonologischen Form des Wortstammes (hoch - Höhe) läßt sich nicht anders interpretieren¹³. Wenn aber ohnehin Tilgung angenommen werden muß, ist nicht einzusehen, warum die Generalisierung, daß Schwa-Vokale niemals getilgt werden, Priorität gegenüber der Generalisierung, daß es im Deutschen keine segmentlosen Flexionssuffixe gibt, haben sollte. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Annahme solcher Suffixe, wie oben gesehen, zu zusätzlichen Problemen führt.

Wiese (1996, S. 125f) betrachtet den wortfinalen Schwa ähnlich wie Wurzel (1984, 1988) als Derivationssuffix und nimmt an, daß dieses Suffix eine Ausnahme zum ansonsten epenthetischen Status des Schwa darstellt. Damit entfällt die Annahme eines stummen Suffixes und die damit verbundenen, oben dargestellten Probleme¹⁴. Da Wiese (1996) das Suffix -e analog zu Derivationssuffixen wie -chen oder -in auffaßt, und diese genusmarkiert sind, muß allerdings davon ausgegangen werden, daß ähnlich wie in (8) nicht nur ein sondern drei derartige Suffixe existieren (10)¹⁵:

	(a)	(b)	(c)
(10)	/ə/ _{+N,+mask}	/ə/ _{+N,+fem}	/ə/ _{+N,-mask,-fem}
	/ən/ _{+reg}		/əs/ _{+gen}

¹³Man könnte vielleicht noch argumentieren, daß in diesen Fällen gar kein Derivationsmorphem /ə/ oder /C/ mit Schwa-Epenthese vorliegt, sondern daß [ti:f]_{+N} durch Konversion aus [ti:f]_{+A} entstanden ist und in der Folge das den Stamm markierende C-Affix hinzutritt. Diese Erklärung scheitert aber daran, daß dieses Affix keinen Umlaut induziert (*Junge, Hase*). Wörter wie *Höhe* oder *Länge* können also so nicht erklärt werden.

¹⁴Die Auffassung von Wiese (1996) hat allerdings mit der früheren Auffassung gemeinsam, daß das Suffix redundant ist, also weder neue semantische noch syntaktische Eigenschaften hinzufügt. Die einzige Motivation für die Annahme des Suffixes ist die Vermeidung der Annahme einer Tilgung des Schwa in Wörtern wie *Kätzchen*.

¹⁵Analog zu Wieses (1996) Auffassung des Pluralsuffixes -en sind die Kasusuffixe -en bzw. -es nicht als Suffigierung der Nominativform, sondern als Alternative dargestellt.

Die Notation (10a) ist wiederum eine Paraphrase von (4), d.h. die den schwach flektierten Kasusformen zugrundeliegende Regularität beinhaltet sowohl die Genusabhängigkeit als auch die Abhängigkeit vom Merkmal [Schwa], auch wenn letzteres nach Wiese (1996) nicht mehr nur ein phonologisches, sondern auch ein morphologisches Merkmal ist.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß über den Status des wortfinalen Schwa zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Einigkeit besteht. Im Kontext der vorliegenden Arbeit ist dies nur insoweit von Bedeutung, als die Annahme wortspezifischer lexikalisierte Kasusformen schwach flektierter Wörter (Hypothese B) die Auffassung voraussetzt, daß diese monomorphematisch sind. Die Annahme einer Regularität der schwachen Flexion ist dagegen unabhängig davon, ob schwach flektierte Maskulina auf Schwa als monomorphematisch oder suffigiert aufgefaßt werden. Die beiden Auffassungen unterscheiden sich nur insoweit, als das Kasussuffix im ersteren Fall einen eigenen Lexikoneintrag hat, der die Bedingungen +Schwa und +Maskulinum spezifiziert, im letzteren Fall jedoch an das Derivationsmorphem $/\emptyset/_{+N,+mask}$ gekoppelt ist.

2.3. Eignung der schwachen Deklination für eine experimentelle Untersuchung

Bei der schwachen Deklination sind weder *rote learning* noch produktive Regeln oder assoziative Generalisierung von vornherein unplausibel oder gar ausgeschlossen. Die relativ geringe Zahl schwach deklinierter Wörter erlaubt Sprachlernern (und mutatis mutandis auch Netzwerkmodellen) im Prinzip, alle Flexionsformen im Sinne des *rote learning* zu lexikalisieren, ohne eine Regularität zu entdecken bzw. das Flexionsmuster als Regel zu repräsentieren. Andererseits ist die Regularität der schwachen Deklination eindeutig mit den Merkmalen ‘Endung auf Schwa’ und ‘Maskulinum’ zu erfassen. Durch die Verwendung von Kunstwörtern mit diesen Merkmalen kann die bei Vorliegen einer Regel zu erwartende Produktivität der schwachen Deklination getestet werden. Die Bedeutung eines dritten, semantischen Merkmals [+belebt] ist unklar. Dieses Merkmal ist einerseits zur Formulierung einer Regel nicht notwendig, hat jedoch andererseits einen hohen statistischen Vorhersagewert, so daß sich Unterschiede zwischen assoziativer und regelgeleiteter Generalisierung möglicherweise anhand dieses Merkmals nachweisen lassen. So spräche eine Generalisierung der schwachen Flexion, die das Merkmal [+belebt] nicht berücksichtigt, eher für eine Repräsentation als Regel, während eine Generalisierung der schwachen Flexion, die das Merkmal [+belebt] berücksichtigt, eher bei assoziativer Generalisierung vom Typ konnektionistischer Repräsentationen zu erwarten wäre. Die schwache Deklination bietet also die Möglichkeit aufgrund der empirischen Befunde zwischen den verschiedenen Repräsentationen zu unterscheiden, und so die Vorhersagen der in Kapitel (1) diskutierten Modelle der Flexionsmorphologie zu überprüfen.

Darüberhinaus erfüllt die schwache Deklination praktische Voraussetzungen, die eine experimentelle Untersuchung aussichtsreich erscheinen lassen:

1. Die schwache Deklination wird relativ spät erworben, so daß eine Interaktion mit dem Syntaxerwerb nicht zu erwarten ist. Bei der Auswertung der in der CHILDES-Datei (<http://cnts/uia/ac/be/childes/win/germanic/german>) enthaltenen deutschsprachigen Datenkorpora von CLAHSN, MILLER, WAGNER, WEISSENBORN und WODE fand sich der früheste Beleg mit 8;7 (WAGNER, Frederik 8;7: "den Burschen")¹⁶. Im Gegensatz dazu ist die

¹⁶Schwach flektierte Formen sind von diesem Alter an mehrfach belegt. Allerdings sind die Altersgruppen 5 bis 7 in den Korpora kaum vertreten, so daß das Auftreten schwach flektierter Wortformen in diesen Altersgruppen nicht ausgeschlossen werden kann.

syntaktische Kategorie Kasus spätestens mit 4 Jahren erworben (Tracy, 1986; Clahsen, 1988). Fehlende Kasusmarkierung am Nomen kann demnach nicht auf dem Fehlen der Kategorie Kasus beruhen.

2. Die zur Klassenzuweisung notwendigen Merkmale Belebtheit und Endung auf Schwa werden bereits von dreijährigen Kindern zur Genuszuweisung berücksichtigt (MacWhinney, 1978; Schneuwly, 1978; Mills, 1984, 1985). Schwierigkeiten bei der schwachen Flexion können also nicht darauf zurückgeführt werden, daß die sprachliche Relevanz dieser Merkmale noch nicht erkannt wäre.
3. Der Nachweis der Produktivität einer Flexionsregel durch die Elizitation ihrer Verwendung bei Neologismen ist notorisch schwierig, jedoch um so aussichtsreicher, je älter die Kinder sind. Der relativ späte Erwerb der schwachen Flexion ist daher günstig.

Insgesamt eignet sich die Deklination der deutschen Maskulina auf Schwa also sowohl aus theoretischen als auch aus praktischen Gründen zur Untersuchung des Erwerbs und der Repräsentation der Flexionsmorphologie.

3. Elizitationsexperiment zum Erwerb der schwachen Substantivdeklinaton

Ziel des Experimentes war die Untersuchung des Erwerbs und der produktiven Verwendung der schwachen Flexion. Zu diesem Zweck wurden in einer Querschnittsstudie bei Erwachsenen und Kindern verschiedener Altersgruppen schwach flektierte Wortformen von existierenden Wörtern und Kunstwörtern elizitiert. Um fehlende Flexion durch nicht vorhandene Produktivität von methodisch bedingter fehlender Flexion zu unterscheiden, die bei der Elizitation mit Kunstwörtern nicht selten ist (Walter, 1975; Mugdan, 1977; vgl. auch Clahsen et al., 1990 mit einer Diskussion dieses Problems), wurde auch der Plural der Stimuluswörter elizitiert. Das Pluralsuffix -n¹⁷ ist im Alter von fünf Jahren sicher produktiv (Walter, 1975; Mugdan, 1977; MacWhinney, 1978; Park, 1978; Schaner-Wolles, 1989), so daß die Rate der Pluralbildung als Maß für die generelle Bereitschaft, Kunstwörter zu flektieren, gebraucht werden konnte.

¹⁷Da alle Stimuluswörter auf Schwa auslauteten, ist dies das einzige in Frage kommende Pluralsuffix.

3.1. Versuchspersonen

Am Elizitationsexperiment nahmen insgesamt 129 Versuchspersonen teil (Tabelle 3.1). Dabei handelte es sich um 93 Kinder der Altersgruppen 5 - 9, sowie 36 Erwachsene in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Schulbildung. 30 Kinder der Altersgruppen 5 und 6 besuchten einen Kindergarten in Remscheid, 63 Kinder der Altergruppen 6 - 9 waren Schüler aus fünf Klassen der Klassenstufen 1 bis 3 einer benachbarten Grundschule. Alle Schüler dieser Klassen nahmen an dem Experiment teil, es wurden jedoch nur Schüler mit deutscher Muttersprache, die nicht die Klassenstufe wiederholten, ausgewertet. Um einen möglichen dialektalen Einfluß auf den Gebrauch der schwachen Flexion erfassen zu können, wurden zwei erwachsene Kontrollgruppen untersucht. Bei diesen handelte es sich einerseits um Studenten der Universität Wuppertal, andererseits um die Abschlußklasse einer Hauptschule in Remscheid. Es wurde angenommen, daß dialektale Varianten von Flexionsformen aufgrund des überwiegend hochsprachlichen universitären Umfeldes der Studenten eher bei Hauptschülern vorkommen würden. Alle erwachsenen Probanden erhielten eine Vergütung von DM 7,50 für die Teilnahme am Experiment.

Tabelle 3.1. Versuchspersonen

Altersgruppe	mittleres Alter in Jahren	Geschlecht		Anzahl gesamt
		m	w	
5	5,5	5	12	17
6	6,4	8	11	19
7	7,6	14	10	24
8	8,4	12	4	16
9	9,5	13	4	17
Hauptschule (H)	15,4	8	8	16
Universität (U)	24,0	3	17	20
		63	66	129

3.2. Methode

Das verwendete Verfahren zur Elizitation von Kasusformen beruht auf der klassischen, von Berko (1958) entwickelten Technik. Den Versuchspersonen wurden pro Item sechs farbige Zeichnungen vorgelegt (siehe Abb. 3.1). Die ersten beiden Bilder stellten je eine bekannte und eine unbekannte Figur dar. Beide wurden zweimal, je einmal mit dem unbestimmten und einmal mit dem bestimmten Artikel vorgestellt, so daß trotz pragmatisch natürlicher Einführung mit dem unbestimmten Artikel auch bei Maskulina und Neutra eine eindeutige Genusmarkierung erfolgte.

Beispiel:

"Das ist ein Löwe, und das ist ein Donke. Das ist der (das) Donke und das ist der Löwe."

Es wurde nun eine erste Akkusativform elizitiert, indem der Versuchsleiter vorgab, mit der Frage "Worauf zeige ich jetzt?" überprüfen zu wollen, ob die Benennungen der Figuren verstanden worden waren. Die Form der Frage legt eine Antwort der Form "Auf den/die/das ... (Akkusativ)" nahe, ohne jedoch darauf aufmerksam zu machen, daß die Kasusform des Wortes von Interesse war. Falls eine Versuchsperson einfach das Nomen wiederholte, wurde das als richtig akzeptiert. Es wurde immer zuerst auf die unbekannte Figur gezeigt, um die Akkusativform des Kunstwortes unbeeinflusst von der Akkusativform des existierenden Wortes zu erhalten. Zur Elizitation der Pluralformen wurden dann die nächsten beiden Bilder gezeigt, auf denen je zwei der vorgestellten Figuren zu sehen waren. Diese Bilder waren unter den entsprechenden Einzelbildern entweder parallel (das Bild mit zwei Löwen befand sich unter dem Bild des einzelnen Löwen) oder gekreuzt (das Bild mit zwei Löwen befand sich unter dem Bild des einzelnen 'Donken') angeordnet. Es wurde nun auf das linke Bild gezeigt und gefragt "Was ist in diesem Bild zu sehen?". Angenommen, es handelte sich um das Bild mit den zwei Löwen, so konnte das Bild durch den notwendigen Kontrast zu den anderen Bildern nur unter Nennung der Bezeichnung und Pluralbildung eindeutig identifiziert werden ("zwei Löwen" im Gegensatz zu dem Bild des einzelnen Löwen, "zwei *Löwen*" im Gegensatz zu dem Bild der zwei 'Donken'). Wiederum wurden gelegentlich vorkommende Benennungen wie "Löwenpaar" oder "Doppellöwe" als richtig akzeptiert. Die letzten beiden Bilder stellten Szenen dar, in denen eine neutrale dritte Figur (der 'Professor') die bekannte Figur der unbekanntes gab oder umgekehrt. Auch hier wurde die Reihenfolge der Bilder zufällig variiert. Der Versuchsleiter erklärte:

"Der Professor möchte feststellen, wie stark die Lebewesen sind. Deshalb gibt er immer die eine Figur der anderen Figur."

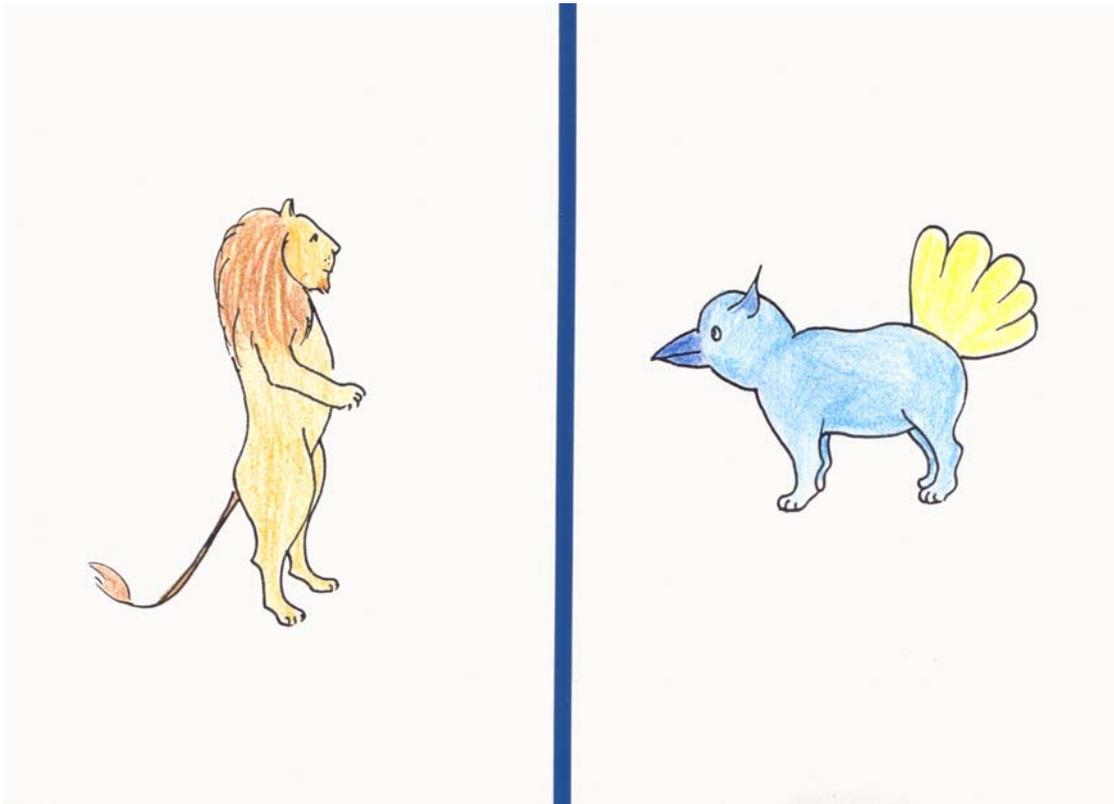
Dann zeigte er auf eines der Bilder und fragte "Was macht der Professor auf diesem Bild?" Bei Verwendung des in der Erklärung gebrauchten Verbs 'geben' mußten zur Unterscheidung der beiden Bilder die beiden Figuren mit Akkusativ- und Dativform benannt werden ("Er gibt dem Donken den Löwen."). Antworten, in denen durch Verwendung eines anderen Verbs nur eines der beiden Nomina flektiert wurde (z.B. "Er hebt den Löwen hoch.") wurden als richtig akzeptiert. In den Fällen, in denen Objekt- und Empfängerrolle nicht umkehrbar waren, weil das Kunstwort einen Gegenstand bezeichnete, wurde dieser Gegenstand in einer Szene der bekannten Figur gegeben, in der anderen Szene in anderer Weise manipuliert (z.B. ins Wasser geworfen, eingegraben usw.).

Jedes Kunstwort wurde einmal mit einem femininen (z.B. Katze) und einmal mit einem (schwach zu flektierenden) maskulinen (z.B. Löwe) bekannten Wort kombiniert. Jedes bekannte Wort wurde mit zwei verschiedenen Kunstwörtern kombiniert. Insgesamt wurde jedes Wort (mit Ausnahme unbelebter Kunstwörter) also zweimal als Pluralform (Abb. 3.1 b), zweimal als Dativform (Abb. 3.1 c), und viermal als Akkusativform (Abb. 3.1 a und c) elizitiert. Unbelebte Kunstwörter wurden zweimal als Pluralform und sechsmal als Akkusativform elizitiert. Bei insgesamt 12 Kunstwörtern, die einmal mit einem maskulinen und einmal mit einem femininen bekannten Wort kombiniert wurde, ergaben sich 24 Versuchsdurchgänge, deren Reihenfolge randomisiert wurde.

Zur Bestätigung der Unterscheidung zwischen der Kerngruppe der obligatorisch schwach flektierten Maskulina auf Schwa und den fakultativ schwach flektierten Maskulina mit konsonantischer Stammendung (siehe Abschnitt 2.2) wurden im Anschluß an das Kunstwortexperiment drei Versuchsdurchgänge mit bekannten, fakultativ schwach flektierten Wörtern durchgeführt. Die in diesen Durchgängen erhobenen Daten werden im Ergebnisteil (siehe Abschnitt 3.8.6.) zwar zu qualitativen Vergleichen herangezogen, sind jedoch nicht Bestandteil des Experimentes, da die Inhomogenität der Gruppe der fakultativ schwach flektierten Maskulina ihre Verwendung als experimentelle Variable nicht zuließ.

Abb. 3.1. Stimulusitem im Hauptexperiment

a)



b)

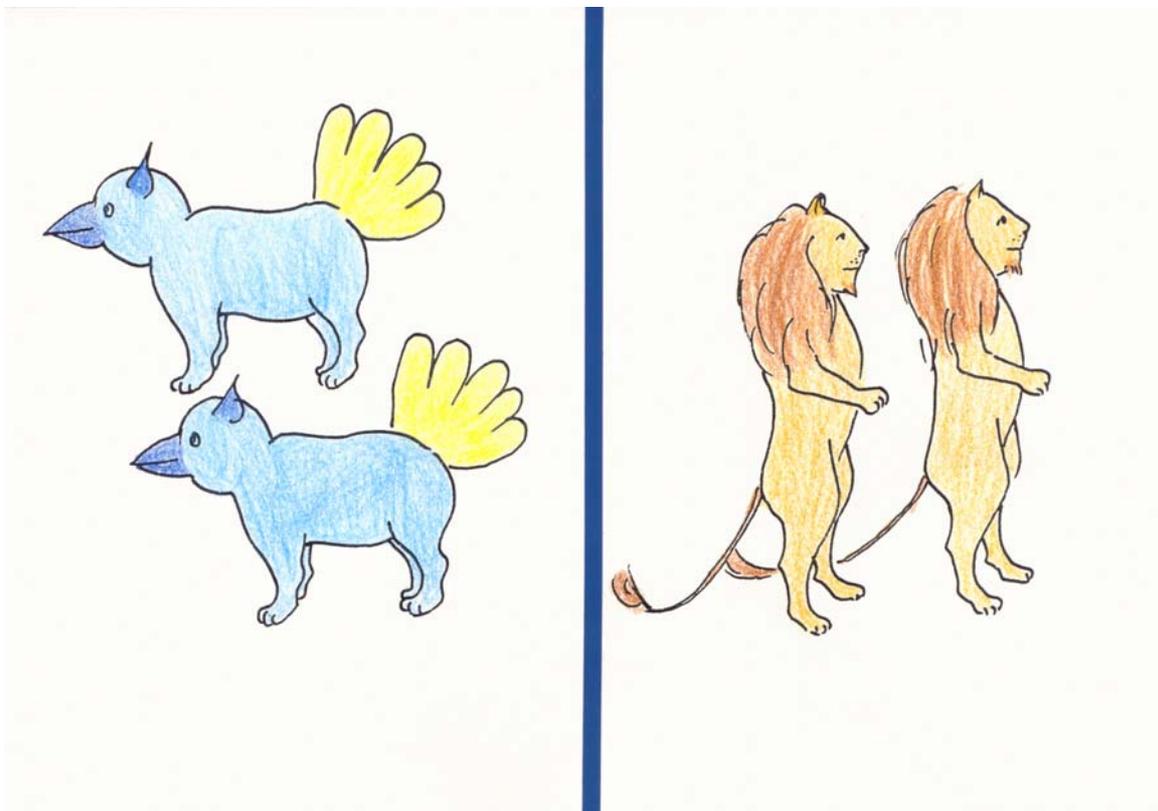


Abb. 3.1. Stimulusitem im Hauptexperiment (Fortsetzung)

c)



3.3. Stimulusmaterial

Das Stimulusmaterial bestand aus 12 bekannten Wörtern und 12 Kunstwörtern mit Schwa-Auslaut. Die bekannten Wörter waren je zur Hälfte Feminina (*Tante, Hexe, Katze, Schildkröte, Ziege, Biene*) und Maskulina, die der schwachen Flexionsklasse angehörten (*Junge, Riese, Affe, Drache, Hase, Löwe*). Bei den 12 Kunstwörtern (*Nötte, Biede, Donke, Malde, Schürbe, Tepe, Scheube, Pudde, Zeppe, Stoke, Gefte, Hübbe*) der Form CVCCə wurde die Besetzung der C- und V-Positionen aus dem Phoneminventar des Deutschen ausgelost, wobei zunächst die Vokale bestimmt wurden. Bei Langvokalen und Diphthongen wurde die zweite C-Position als durch den Vokal besetzt angesehen (Wiese, 1986b). Die Position vor dem Schwa wurde aus der Gruppe der sechs Plosive p,t,k,b,d,g ausgelost, um die Identifikation der von den Versuchspersonen zu nennenden Kasusformen zu erleichtern, d.h. schwer zu identifizierende Formen, wie etwa *Lemmen* zu vermeiden. Es wurden nur solche Stimuluswörter verwendet, die sich nicht mit existierenden Maskulina oder hochfrequenten Feminina reimten, um die Möglichkeit von Analogiebildungen gering zu halten.

Um den Einfluß der semantischen Merkmale ‘Belebtheit’ und ‘natürliches Geschlecht’ auf die Zuweisung der Kunstwörter zur schwachen Flexionsklasse untersuchen zu können, waren die gezeichneten Figuren der Kunstwörter zu je einem Viertel (a) belebt und erkennbar männlich, (b) belebt und erkennbar weiblich, (c) belebt ohne geschlechtsspezifische Anhaltspunkte und (d) unbelebt. Die semantische Information der gezeichneten Figur und das Genus waren vollständig ausbalanciert (siehe Tabelle 3.2), d.h. maskuline Kunstwörter wurden auch mit weiblichen, feminine Kunstwörter auch mit männlichen Figuren kombiniert.

Tabelle 3.2. Merkmalskombinationen der Kunstwörter

Genus		semantische Information
Maskulinum Femininum Neutrum	X	belebt ♂ belebt ♀ belebt unbelebt

Die bekannten, fakultativ schwach flektierten Wörter, deren Kasusformen im Anschluß an das Kunstwortexperiment eliziert wurden, waren *Marsmensch, Astronaut, Bär, Elefant, Colaautomat* und *Magnet*.

3.4. Durchführung

Das Experiment wurde mit jedem Probanden einzeln in einem gesonderten Raum der jeweiligen Einrichtung (Kindergarten, Schulen oder Universität) durchgeführt. Alle Äußerungen des Versuchsleiters und der Probanden wurden mit einem DAT-Recorder (Sony TCD D3) aufgenommen. Zu Beginn der Sitzung wurden die persönlichen Daten erfragt. Den erwachsenen Versuchsteilnehmern wurde gesagt, daß sie als Kontrollgruppe in einem Experiment für Kinder dienten. Aus diesem Grunde würde ihnen die Aufgabe möglicherweise sehr leicht erscheinen. Zur Einleitung des Experimentes zeigte der Versuchsleiter den Versuchspersonen ein Bild eines Raumschiffes, in dem die im Experiment vorkommenden bekannten Lebewesen zu erkennen waren. Der Versuchsleiter erzählte dazu, daß der 'Professor' mit einigen Lebewesen von der Erde zu einem fremden Stern unterwegs sei, und daß sie dort fremdartige Lebewesen und Gegenstände antreffen würden. Anschließend wurde mit den Experimentaldurchgängen begonnen. Am Ende des Experimentes fragte der Versuchsleiter zu jedem Kunstwort:

"Fällt Dir/Ihnen ein Wort ein, daß so ähnlich klingt wie ...?"

Die Antworten wurden notiert. Erwachsene Versuchsteilnehmer wurden zum Schluß informell gefragt, ob ihnen klar geworden sei, worum es in dem Experiment ging. Dies war etwa der Hälfte der Probanden bei den drei Zusatzdurchgängen mit fakultativ schwach flektierten Wörtern deutlich geworden, jedoch keinem während der 24 Experimentaldurchgänge. Die Gesamtdauer des Experimentes betrug ca. eine Stunde. Die jüngeren Kinder wurden nach etwa der Hälfte der Durchgänge gefragt, ob sie lieber weitermachen oder noch einmal wiederkommen wollten. Sofern die Konzentration merklich nachließ, entschied dies der Versuchsleiter. Bei 19 der 30 Vorschulkinder, zwei Schülern der ersten Grundschulklasse und einem Schüler der zweiten Grundschulklasse wurde das Experiment in zwei Sitzungen durchgeführt.

3.5. Auswertung

Die Bandaufnahmen wurden von zwei Personen unabhängig voneinander abgehört und alle Artikel und Wortendungen kodiert. Die Beurteiler stimmten bei 256 (0.92%) der insgesamt 27864 Endungen und Artikel von Kunstwörtern nicht überein. Diese wurden wie fehlende Daten behandelt, d.h. bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Artikelformen wurden nur als Dativ- bzw. Akkusativform kodiert, wenn Form und syntaktischer Kontext in dieser Hinsicht übereinstimmten. Nominativformen ("Der Professor hebt den Löwen hoch, *das Donke* schaut zu.") wurden wie fehlende Daten behandelt. Bei den Artikelformen 'dem' und 'einem' wurde die Genusentscheidung anhand des jeweiligen Kontrastbildes (Abb. 3.1 c) getroffen¹⁸. ("Der Professor gibt *das* Donke dem Löwen. Der Professor gibt den Löwen *dem* (= Neutrum) Donke.") Zusätzlich wurden die Reihenfolgenummer des Versuchsdurchgangs nach Randomisierung und die Reihenfolge der Nennung der beiden Nomina eines Bildes (d.h. ob das bekannte Wort oder das Kunstwort zuerst genannt wurden) kodiert.

¹⁸Bei den eindeutig identifizierbaren Artikelformen fanden sich zwischen diesen beiden Bildern keine Genuswechsel.

3.6. Statistik

Bei den im Experiment erhobenen Daten handelt es sich um kreuztabellierte Nominaldaten, bei denen Haupteffekte sowie Interaktionseffekte mehrerer Variablen (Alter der Probanden, vorgegebenes/tatsächliches Genus und semantische Kategorie des Wortes, Position im Versuchsdurchgang) auf die Häufigkeit der verwendeten Endungen erwartet wurden. Eine solche Datenstruktur übersteigt die Möglichkeiten der gewöhnlichen Chi-Quadrat-Testverfahren und erfordert die Anwendung neuerer multivariater Techniken der Nominaldatenanalyse. Eine solche Technik ist die in den siebziger Jahren entwickelte loglineare Analyse. Das Prinzip dieses Verfahrens besteht darin, Häufigkeiten durch logarithmische Transformation in additive Komponenten zu zerlegen, die als Variableneffekte interpretiert werden können. Das Prinzip läßt sich anhand einer Vierfeldertafel (Abbildung 3.2) verdeutlichen:

Abbildung 3.2. Allgemeine Vierfeldertafel

		Variable B		
		1	2	
Variable A	1	F_{11}	F_{12}	$\sum F_{1j}$
	2	F_{21}	F_{22}	$\sum F_{2j}$
		$\sum F_{i1}$	$\sum F_{i2}$	$\sum F_{ij}$

Die Häufigkeit in einer Zelle, z.B. F_{11} läßt sich als Produkt der Wahrscheinlichkeit für diese Zelle p_{11} und der Gesamtsumme $\sum F_{ij}$ darstellen.

$$F_{11} = p_{11} \times \sum F_{ij} \quad (1)$$

Bei Unabhängigkeit der Variablen ist die Wahrscheinlichkeit für diese Zelle gleich dem Produkt der Zeilenwahrscheinlichkeit p_{1j} und der Spaltenwahrscheinlichkeit p_{i1} , wobei diese gleich den Quotienten aus den entsprechenden Randsummen ($\sum F_{1j}$ bzw. $\sum F_{i1}$) und der Gesamtsumme sind.

$$p_{11} = p_{1j} \times p_{i1} \quad (2)$$

In logarithmischer Darstellung ist dieser Zusammenhang nicht mehr faktoriell sondern additiv. Gleichung (3) ist ein einfaches *loglineares Modell* der Zelle₁₁. Die Wahrscheinlichkeit ihrer Belegung (jedoch nicht die absolute Häufigkeit) wird für den speziellen Fall der Unabhängigkeit der Variablen A und B als Summe zweier Komponenten dargestellt, die den Effekt der Stufe 1 der Variablen A und den Effekt der Stufe 1 der Variablen B ausdrücken.

$$\ln(p_{11}) = \ln(p_{1j}) + \ln(p_{i1}) \quad (3)$$

Das loglineare Modell der Zelle₁₁ für den allgemeinen Fall ist in der üblichen Notation:

$$\ln(F_{11}) = \mu + \lambda_{A1} + \lambda_{B1} + \lambda_{AB11} \quad (4)$$

Dieses Modell wird als *gesättigt* bezeichnet, weil es außer dem Mittelwert aller Zellen μ (der nur von der Gesamtsumme aller Beobachtungen und der Anzahl der Zellen abhängt) die Effekte aller Variablen und deren Interaktion auf die beobachtete Häufigkeit F_{11} enthält.

Trägt man in eine Vierfeldertafel die natürlichen Logarithmen der Häufigkeiten sowie deren Mittelwerte für Zeilen und Spalten ein, so lassen sich die Haupteffekte der beiden Variablen und deren Interaktion leicht ermitteln (Abbildung 3.3).

Abbildung 3.3. Allgemeine logarithmische Vierfeldertafel

		Variable B		Mittelwerte
		1	2	
Variable A	1	$\ln(F_{11})$	$\ln(F_{12})$	μ_{A1}
	2	$\ln(F_{21})$	$\ln(F_{22})$	μ_{A2}
Mittelwerte		μ_{B1}	μ_{B2}	μ

Die Haupteffekte der Stufe 1 der Variablen A und B sind:

$$\lambda_{A1} = \mu_{A1} - \mu \quad (5)$$

$$\lambda_{B1} = \mu_{B1} - \mu \quad (6)$$

Einsetzung in (4) ergibt für den Interaktionseffekt der beiden Variablen:

$$\lambda_{AB11} = \ln(F_{11}) + \mu - \mu_{A1} - \mu_{B1} \quad (7)$$

Ziel der loglinearen Analyse ist es, das einfachste Modell zu finden, das die beobachteten Daten hinreichend erklärt. Für die Vierfeldertafel sind folgende Modelle möglich:

$$\ln(F_{ij}) = \mu + \lambda_{Ai} + \lambda_{Bj} + \lambda_{ABij} \quad (8)$$

$$\ln(F_{ij}) = \mu + \lambda_{Ai} + \lambda_{Bj} \quad (9)$$

$$\ln(F_{ij}) = \mu + \lambda_{Ai} \quad (10)$$

$$\ln(F_{ij}) = \mu + \lambda_{Bj} \quad (11)$$

$$\ln(F_{ij}) = \mu \quad (12)$$

Das erste Modell (8) ist das bereits bekannte gesättigte Modell, (9) ist ein Modell, in dem zwar beide Variablen Haupteffekte haben, aber nicht interagieren. In den Modellen (10) und (11) hat jeweils nur eine Variable einen Effekt, d.h. daß nur in den Zellen einer Zeile oder Spalte die beobachteten Häufigkeiten vom Mittelwert aller Zellen nach oben und unten abweichen¹⁹. (12) schließlich ist ein triviales Modell, bei dem die Häufigkeit in keiner Zelle vom Mittelwert aller Zellen abweicht. Modelle, die Interaktionen von Variablen berücksichtigen, enthalten immer auch die Haupteffekte dieser Variablen, jedoch nicht umgekehrt (siehe Modelle 10 und 11). Man spricht daher von einer Hierarchie der Modelle. Wie gut ein Modell die beobachteten Daten erklärt, läßt sich mit einem 'likelihood-ratio Chi-Quadrat-Test' ermitteln. Praktisch geht man so vor, daß die Modelle sukzessive vereinfacht werden. Die Verschlechterung der Chi-Quadrat-Statistik ist dann ein Maß für die Stärke der weggelassenen Haupt- und Interaktionseffekte, ausgedrückt in deren partiellem (Partial)-Chi-Quadrat-Wert. Hat man das einfachste Modell gefunden, können die Signifikanz der einzelnen Haupt- und Interaktionseffekte sowie die Signifikanz von Unterschieden zwischen einzelnen Variablenstufen anhand von Z-Werten überprüft werden. Für die in Abschnitt 3.8. ('Ergebnisse') berichteten Effekte werden die Anzahl

¹⁹Die Summe der Haupteffekte aller Stufen einer Variablen ist immer Null.

der Freiheitsgrade (Degrees of Freedom, DF), der Partial-Chi-Quadrat-Wert und die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) angegeben. Alle als signifikant bezeichneten Effekte von Variablen und Unterschiede zwischen einzelnen Variablenstufen haben Z-Werte > 1.96 , was einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0.05 entspricht.

3.7. Eine neue Methode zur faktoriellen Zerlegung beobachteter Häufigkeiten in interpretierbare Komponenten

Wenn man den Einfluß der Variablen auf die Häufigkeiten in den Zellen einer mehrdimensionalen Tabelle - z.B. mit Hilfe der loglinearen Analyse - untersucht, nutzt man die in den Daten enthaltene Information über die Verteilung der Häufigkeiten über alle Zellen aus. Ob in den Zellen die Häufigkeiten von Versuchspersonen, Wörtern oder Wortformen stehen, ist dabei unerheblich und hängt vom Interesse des Untersuchers ab. Wenn die Zellenbelegungen Häufigkeiten bestimmter Wortformen ausdrücken, wird nicht mehr berücksichtigt, zu welchen Wörtern und von welchen Versuchspersonen diese Wortformen gebildet worden sind. Auch diese Informationen sind jedoch in den Daten enthalten und darüberhinaus von erheblichem theoretischen Interesse, da sie etwas über die Repräsentation des untersuchten sprachlichen Phänomens bei den Versuchspersonen aussagen.

Liegt beispielsweise ein Einfluß der Variablen 'Alter' auf die Häufigkeit bestimmter Flexionsformen vor, so könnte diese Altersabhängigkeit drei verschiedene Quellen haben. Erstens könnte der Anteil der Versuchspersonen, die überhaupt schwach flektieren, mit dem Alter zunehmen. Sofern dies die einzige Änderung wäre, käme nur eine obligatorische Regel in Betracht. Zweitens könnte bei gleichbleibendem Anteil schwach flektierender Versuchspersonen der Anteil der Wörter, die schwach flektiert werden, mit dem Alter zunehmen. Das würde bedeuten, daß jüngere Versuchspersonen insofern selektiver vorgehen, als sie einen Teil der (zielsprachlich) schwach flektierbaren Wörter nicht, andere aber doch schwach flektieren. Typisch wäre dieser Verlauf z.B. für das *rote learning*, wo die infragestehende Flexion Wort für Wort gelernt und lexikalisiert wird. Schließlich könnte der Anteil der Wörter, die mindestens gelegentlich schwach flektiert werden, zwar konstant bleiben, mit dem Alter jedoch die Häufigkeit, mit der sie tatsächlich schwach flektiert werden, d.h. der Anteil der schwach flektierten Kasusformen zunehmen. Jüngere Versuchspersonen hätten dann eher eine optionale Regel, die bei dem gleichen Wort einmal angewendet wird und einmal nicht, für ältere Versuchspersonen dagegen wäre die gleiche Regel obligatorisch.

Die Stärke des Einflusses dieser drei Quellen auf die Altersentwicklung kann natürlich im Prinzip dadurch erfaßt werden, daß die Variablenanalyse dreimal - für Versuchspersonen, Wörter und Wortformen - durchgeführt wird. Dies wird jedoch in der Praxis häufig an zu geringen Zellenbelegungen für Versuchspersonen und Wörter scheitern. Außerdem kann auf diese

Weise das Zusammenwirken der drei Quellen nur indirekt erfaßt werden. Es wurde daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Methode der Zerlegung der relativen Häufigkeiten der Wortformen entwickelt, die es erlaubt, den Anteil der drei Komponenten zu bestimmen²⁰. Diese wird im folgenden dargestellt.

Für eine bestimmte Variablenkombination seien von n Versuchspersonen (VP_i) zu m Stimuluswörtern (W_{ij}) insgesamt p Wortformen (WF_{ijk}) gebildet worden, von denen p_x ein Flexionsaffix 'x' haben. Dann ist die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen für diese Variablenkombination:

$$H = \frac{p_x}{p} \quad (1)$$

Von allen Versuchspersonen sind n_x 'x-flektierende Versuchspersonen' (xVP), d.h. sie haben mindestens eine x-flektierte Wortform gebildet. Ihre relative Häufigkeit ist der Versuchspersonenindex H_{xVP} .

$$H_{xVP} = \frac{n_x}{n} \quad (2)$$

Da die anderen Versuchspersonen ausschließlich Wortformen ohne Affix gebildet haben, hat sich die Anzahl der Wortformen für die xVP bei unveränderter Anzahl x-flektierter Wortformen vermindert. Das Ausmaß dieser Minderung wird durch die relative Häufigkeit aller Wortformen für x-flektierende Versuchspersonen $H(xVP)$ ausgedrückt.

$$H(xVP) = \frac{p(xVP)}{p} \quad (3)$$

Eine x-flektierende Versuchsperson i muß nicht alle ihre Stimuluswörter W_i x-flektiert haben, so daß von allen W_i dieser xVP i nur ein Teil 'x-flektierte Wörter' (xW_i) sind, d.h. Wörter, die diese Versuchsperson mindestens einmal x-flektiert hat. Summiert man die xW_i und die W_i über alle x-flektierenden Versuchspersonen, so erhält man die Zahl der x-flektierten Wörter m_x und die

²⁰Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß die drei Quellen *im Experiment* nicht unabhängig voneinander sind. Optionalität der schwachen Flexion eines Wortes kann dazu führen, daß dieses Wort zufällig im vorliegenden Experiment überhaupt nicht schwach flektiert wird. Selektivität der schwachen Flexion kann dazu führen, daß ein Proband von den im Experiment angebotenen Stimuluswörtern zufällig keines schwach flektiert, andere aber doch schwach flektiert hätte.

Zahl aller Wörter für x-flektierende Versuchspersonen $m(xVP)$. Die relative Häufigkeit der x-flektierten Wörter ist der Wortindex H_{xW} . Er drückt aus, wie wortspezifisch die Versuchspersonen x-flektiert haben.

$$H_{xW} = \frac{m_x}{m(xVP)} \quad (4)$$

Da bei den nicht mehr berücksichtigten anderen Wörtern ausschließlich nicht x-flektierte Wortformen vorkamen, hat sich die Anzahl der Wortformen für die x-flektierten Wörter gegenüber der Anzahl der Wortformen für die x-flektierenden Versuchspersonen wiederum bei unveränderter Anzahl x-flektierter Wortformen vermindert. Das Ausmaß dieser Minderung wird durch die relative Häufigkeit aller Wortformen für x-flektierte Wörter $H(xW)$ ausgedrückt.

$$H(xW) = \frac{p(xW)}{p(xVP)} \quad (5)$$

Da nicht alle Wortformen eines x-flektierten Wortes das Affix 'x' bekommen müssen, machen die x-flektierten Wortformen (xWF) erneut nur einen Teil p_x der Summe aller bei x-flektierten Wörtern vorkommenden Wortformen $p(xW)$ aus. Die relative Häufigkeit der xWF bei x-flektierten Wörtern drückt aus, wie konsequent die Versuchspersonen einzelne Wörter x-flektiert haben und kann deshalb als Wortformenindex H_{xWF} bezeichnet werden. Gleichzeitig ist diese relative Häufigkeit das Maß für die Minderung der Anzahl der Wortformen gegenüber der Anzahl der Wortformen bei x-flektierten Wörtern durch den Wegfall aller restlichen nicht x-flektierten Wortformen.

$$H_{xWF} = H(xWF) = \frac{p_x}{p(xW)} \quad (6)$$

Es läßt sich nun einfach zeigen, daß das Produkt der Minderungsmaße (3),(5) und (6) gleich der ursprünglichen relativen Häufigkeit (1) ist:

$$H(xVP) \cdot H(xW) \cdot H(xWF) = \frac{p(xVP)}{p} \cdot \frac{p(xW)}{p(xVP)} \cdot \frac{p_x}{p(xW)} = \frac{p_x}{p} \quad (7)$$

Unter der Bedingung, daß die Anzahl der gebildeten Wortformen pro Versuchsperson für xVP und andere VP gleich ist, verteilen sich die Wortformen proportional zu den Versuchspersonen, so daß $H(xVP)$ gleich dem Versuchspersonenindex H_{xVP} ist.

$$H(xVP) = \frac{p(VP_x)}{p} = \frac{n_x}{n} = H_{xVP} \quad (8)$$

Unter der Bedingung, daß die Anzahl der pro Wort gebildeten Wortformen für x-flektierte Wörter und andere Wörter gleich ist, verteilen sich die Wortformen auch proportional zu den Wörtern, so daß $H(xW)$ gleich dem Wortindex H_{xW} ist.

$$H(xW) = \frac{p(xW)}{p(xVP)} = \frac{m_x}{m(xVP)} = H_{xW} \quad (9)$$

Da auch $H(xWF)$ gleich dem Wortformenindex H_{xWF} (6) ist, kann die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen p_x/p unter den genannten Bedingungen nun durch Einsetzen von (6), (8) und (9) in Gleichung (7) auch als das Produkt des Versuchspersonenindex, des Wortindex und des Wortformenindex, d.h. dreier interpretierbarer Komponenten dargestellt werden.

$$H_{xVP} \cdot H_{xW} \cdot H_{xWF} = \frac{n_x}{n} \cdot \frac{m_x}{m(xVP)} \cdot \frac{p_x}{p(xW)} = \frac{p_x}{p} \quad (10)$$

Die Abweichung von der angenommenen proportionalen Verteilung der Wortformen wird im Normalfall nicht allzugroß sein, da man von allen Versuchspersonen ähnlich viele Flexionsformen zu ähnlich vielen Stimuluswörtern eliziert. Systematische Abweichungen können jedoch beispielsweise dadurch zustandekommen, daß bei der Kodierung x-affigierte Formen und nicht x-affigierte Formen nicht gleich gut zu erkennen sind, oder daß die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer x-affigierten Form von der Anzahl der Wortformen abhängt, wie es bei optionalen Regeln der Fall ist. Für den allgemeinen Fall können aus den relativen Wortformenhäufigkeiten für Versuchspersonen (3) und Wörter (5) und den beiden zugehörigen Indizes (2) und (4) Korrekturfaktoren für Versuchspersonen (11) und Wörter (12) errechnet werden. Diese geben Stärke und Richtung der Abweichung an:

$$Korr_{VP} = \frac{H(xVP)}{H_{xVP}} \quad (11)$$

$$Korr_W = \frac{H(xW)}{H_{xW}} \quad (12)$$

Bei proportionaler Verteilung der Wortformen nehmen die Korrekturfaktoren den Wert 1 an. Werte >1 drücken aus, daß bei x-flektierenden Versuchspersonen bzw. x-flektierten Wörtern mehr Wortformen als bei nicht x-flektierenden Versuchspersonen oder nicht x-flektierten Wörtern vorkommen. Formel (13) zeigt die allgemeine faktorielle Zerlegung der relativen Häufigkeit x-flektierter Wortformen in interpretierbare Faktoren:

$$H_{xVP} \cdot Korr_{VP} \cdot H_{xW} \cdot Korr_W \cdot H_{xWF} = \frac{p_x}{p} \quad (13)$$

Die folgenden Beispiele sollen die Anwendung dieser Methode verdeutlichen:

In zwei verschiedenen Experimenten A und B seien 20 Versuchspersonen je 10 Stimuluswörter sechsmal dargeboten worden. Für jedes Wort wurden dabei pro Versuchsperson im Durchschnitt 5 identifizierbare Wortformen eliziert, wobei jede Versuchsperson mindestens eine identifizierbare Wortform pro Wort produziert hat. Von insgesamt 1000 (= 20x10x5) elizitierten Wortformen haben 450 das Suffix 'x', d.h. die relative Häufigkeit x-flektierter Wortformen ist 0.45. Obwohl dieses Ergebnis in den beiden Experimenten gleich ist, ist es aufgrund sehr unterschiedlichen Verhaltens der Versuchspersonen zustande gekommen. Die Analyse der Datenstrukturen der Experimente A und B (Abbildungen 3.4 und 3.5) mit der oben dargestellten Methode weist dies nach, indem sie das identische Gesamtergebnis der beiden Experimente als das Produkt dreier interpretierbarer Faktoren darstellt, deren Größe in den beiden Experimenten sehr unterschiedlich ist. Die Größe der Faktoren ist dabei ein Maß für die Bedeutung dreier Verhaltenskomponenten für das Gesamtergebnis.

Abbildung 3.4. Datenstruktur A

$$n = 20 \text{ VP} \quad m = 200 \text{ W} \quad p = 1000 \text{ WF} \quad p_x = 450 \text{ xWF}$$

$$11 \text{ xVP} \quad 9 \text{ -xVP}, 90 \text{ -xW}, 450 \text{ -xWF}$$

$$\text{Versuchspersonenindex } 11/20 = 0.5500$$

$$110 \text{ W}, \quad 550 \text{ WF}$$

$$100 \text{ xW}$$

$$\text{Wortindex } 100/110 = 0.9091$$

$$500 \text{ WF}$$

$$10 \text{ -xW}, 50 \text{ -xWF}$$

$$450 \text{ xWF}$$

$$\text{Wortformenindex } 450/500 = 0.9000$$

$$50 \text{ -xWF}$$

$$\text{Korr}_{VP} = 550 \text{ WF} / 1000 \text{ WF} \times 1 / 0.5500 = 1$$

$$\text{Korr}_W = 500 \text{ WF} / 550 \text{ WF} \times 1 / 0.9091 = 1$$

In der Datenstruktur A haben von den 20 Versuchspersonen 11 mindestens eine x-flektierte Wortform gebildet. Das entspricht einem Versuchspersonenindex von 0.55. 110 Wörter mit 550 Wortformen (darunter alle 450 x-flektierten Wortformen) der ursprünglich 1000 Wortformen entfallen auf diese 11 xVP, d.h. sie haben im Durchschnitt genauso viele Wortformen gebildet wie die 9 nicht x-flektierenden Versuchspersonen (-xVP), auf die 90 unflektierte Wörter mit 450 unflektierten Wortformen entfallen.

Von den 110 Stimuluswörtern der x-flektierenden Versuchspersonen waren 100 mindestens einmal x-flektiert. Das entspricht einem Wortindex von 0.9091. Auf die x-flektierten Wörter (xW) entfallen von den 550 Wortformen der x-flektierenden Versuchspersonen 500 Wortformen, d.h. auf die x-flektierten Wörter entfallen wiederum im Durchschnitt genauso viele Wortformen wie auf die nicht flektierten. Von den 500 Wortformen der x-flektierten Wörter sind 450 x-flektiert (xWF), was einem Wortformenindex von 0.9 entspricht. Das Produkt der drei Indizes ($0.5500 \times 0.9091 \times 0.9000 = 0.4500$) erklärt vollständig die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen ($450/1000 = 0.45$). Das Ergebnis zeigt, daß in Experiment A in erster Linie die Anzahl der Versuchspersonen, die überhaupt Wortformen mit dem x-Suffix bilden, für die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen verantwortlich ist. Versuchspersonen, die gelernt haben, x-flektierte Wortformen zu bilden, tun dies sehr konsequent bei fast allen Wörtern, was am ehesten der Anwendung einer obligatorischen Regel entspricht.

Abbildung 3.5. Datenstruktur B

$n = 20$ VP	$m = 200$ W	$p = 1000$ WF	$p_x = 450$ xWF
19 xVP			1 -xVP, 10 -xW, 60 -xWF
Versuchspersonenindex 19/20 = 0.950			
190 W,	940 WF		
100 xW			90 -xW, 459 -xWF
Wortindex 100/190 = 0.5263			
481 WF			
450 xWF			31 -xWF
Wortformenindex 450/481 = 0.9356			
$Korr_{VP} = 940 \text{ WF} / 1000 \text{ WF} \times 1 / 0.95 = 0.989$			
$Korr_W = 481 \text{ WF} / 940 \text{ WF} \times 1 / 0.5263 = 0.9723$			

In der Datenstruktur B ist der Versuchspersonenindex 0.95, der Wortindex 0.5263 und der Wortformenindex 0.9356. Das Produkt der drei Indizes ist 0.468. Anhand der beiden Korrekturfaktoren ($Korr_{VP} = 0.9890$ und $Korr_W = 0.9723$) läßt sich erkennen, daß die geringe Abweichung von der beobachteten relativen Häufigkeit 0.450 dadurch zustandekommt, daß sowohl auf x-flektierende Versuchspersonen als auch auf x-flektierte Wörter durchschnittlich etwas weniger Wortformen entfallen, als auf nicht flektierende Versuchspersonen und nicht flektierte Wörter. Dies könnte z.B. dadurch zustande gekommen sein, daß x-flektierte Wortformen in den auf Band aufgenommenen Sprachdaten weniger leicht zu identifizieren waren. Das Produkt der drei Indizes und der beiden Korrekturfaktoren erklärt die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen vollständig ($0.95 \times 0.5263 \times 0.9356 \times 0.9890 \times 0.9723 = 0.4498$).

Während in Experiment A in erster Linie die Anzahl der Versuchspersonen, die überhaupt Wortformen mit dem x-Suffix bilden, für die relative Häufigkeit der x-flektierten Wortformen verantwortlich war, hat dies in Experiment B kaum Einfluß. Hier verfügen alle Versuchspersonen über die Kompetenz zur x-Flexion, wobei allerdings die obligatorische Flexion nur etwa der Hälfte der Wörter eher für eine Lexikalisierung der Flexionsformen im Sinne des *rote learning* als für eine Regel spricht.

3.8. Ergebnisse

3.8.1. Rohdaten

Es wurden 2956 Pluralformen von bekannten und 2703 Pluralformen von Kunstwörtern gebildet. Bei je 9288 theoretisch möglichen Dativ/Akkusativformen wurden 7291 bekannte Wörter und 8001 Kunstwörter mit einer identifizierbaren Dativ- oder Akkusativform eines Artikels gebildet. Die Zahl der Wörter ohne identifizierbaren Artikel setzt sich zusammen aus Fällen mit tatsächlich fehlendem oder undeutlichem Artikel, Nominativformen und Artikeln, bei denen die Auswerter nicht übereinstimmten. Der Anteil identifizierbarer Wortformen ist über die Altersgruppen hinweg weitgehend konstant (Tabelle 3.3).

Tabelle 3.3. Wortformen mit identifizierbarem Kasus und Genus nach Altersgruppen

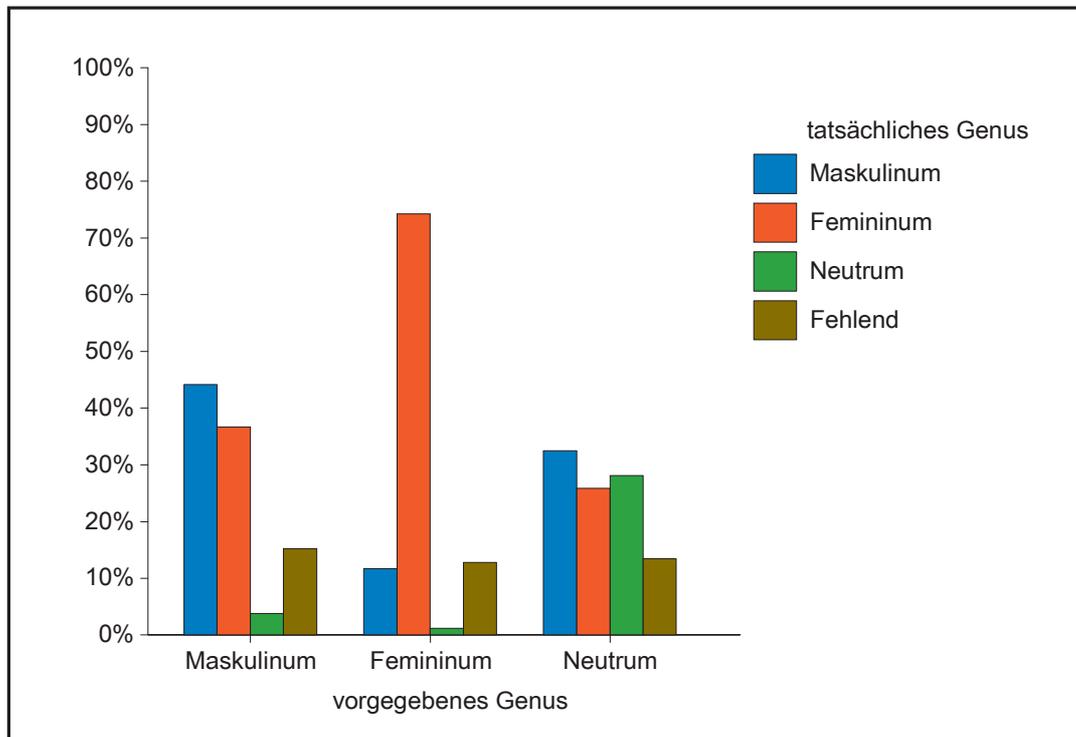
Alter	Wortformen mit identifizierbarem Kasus und Genus				
	bekannte Wörter		Kunstwörter		maximal mögliche Anzahl
	Anzahl	%	Anzahl	%	
5 (n=17)	933	76.2	986	80.6	1224
6 (n=19)	1082	79.1	1151	84.1	1368
7 (n=24)	1432	82.9	1557	90.1	1728
8 (n=16)	885	76.8	982	85.2	1152
9 (n=17)	994	81.2	1077	88.0	1224
H (n=16)	940	81.6	1026	89.1	1152
U (n=20)	1025	71.2	1222	84.9	1440
gesamt (n=129)	7291	78.5	8001	86.1	9288

3.8.2. Genus

Von den 8001 Dativ- und Akkusativformen der Kunstwörter waren 2708 (= 33.8%) Maskulinum, 4266 (= 53.3%) Femininum und 1027 (= 12.8%) Neutrum. Die Genuszuweisung der Versuchspersonen wich in erheblichem Maße vom durch den Versuchsleiter vorgegebenen Genus ab (Abbildung 3.6). Von den 8001 Wortformen mit identifizierbarem Artikel wurde das vorgegebene Genus in 56.7% der Fälle beibehalten, in 43.3% der Fälle geändert. Dabei wurde das Genus nach phonologischen (Endung auf Schwa) und semantischen (natürliches Geschlecht)

Kriterien zugewiesen. Das Genus wechselte hauptsächlich zu Femininum (56.0% aller Genuswechsel) oder Maskulinum (39.5%), selten zu Neutrum (4.5%). Der Anteil nicht identifizierbarer Artikel war für jedes vorgegebene Genus etwa gleich groß.

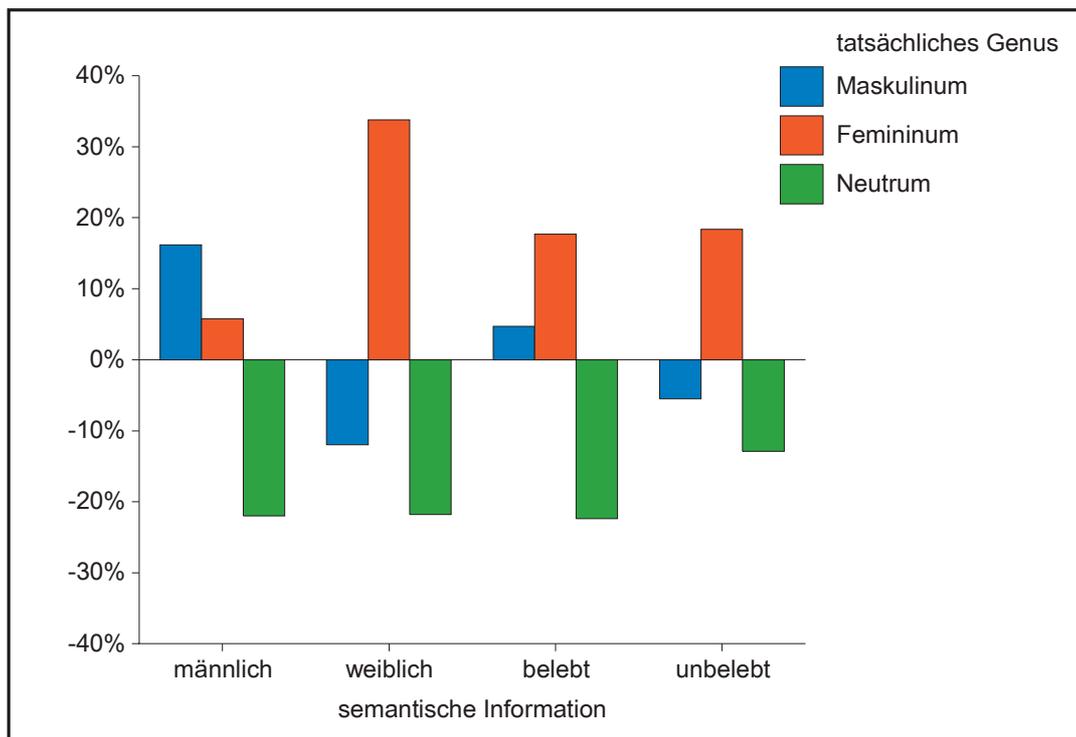
Abbildung 3.6. Tatsächliches Genus in Abhängigkeit vom vorgegebenen Genus (9288 Wortformen)



Die Wechselwirkung von Genus und semantischer Information wird deutlich, wenn man die Gewinne und Verluste der drei Genera in den verschiedenen semantischen Kategorien betrachtet²¹ (Abbildung 3.7). Gegenüber dem vorgegebenen Anteil von 33.3% nahm Femininum in allen semantischen Kategorien zu, Neutrum verlor in allen Kategorien. Dieser genusspezifische Effekt wurde jedoch durch die semantische Information modifiziert. Femininum gewann bei männlichen Figuren nur wenig (5.8 Prozentpunkte), bei weiblichen Figuren dagegen überdurchschnittlich (33.8 Prozentpunkte). Im Gegensatz zu den beiden anderen Genera glichen sich Gewinne und Verluste von Maskulinum über die semantischen Kategorien hinweg nahezu aus (+ 0.9 Prozentpunkte insgesamt), d.h. Maskulinum wurde überwiegend nach der semantischen Information, und zwar nach dem natürlichen Geschlecht zugewiesen.

²¹Hierbei sind die Wörter ohne identifizierbares Genus außer acht gelassen.

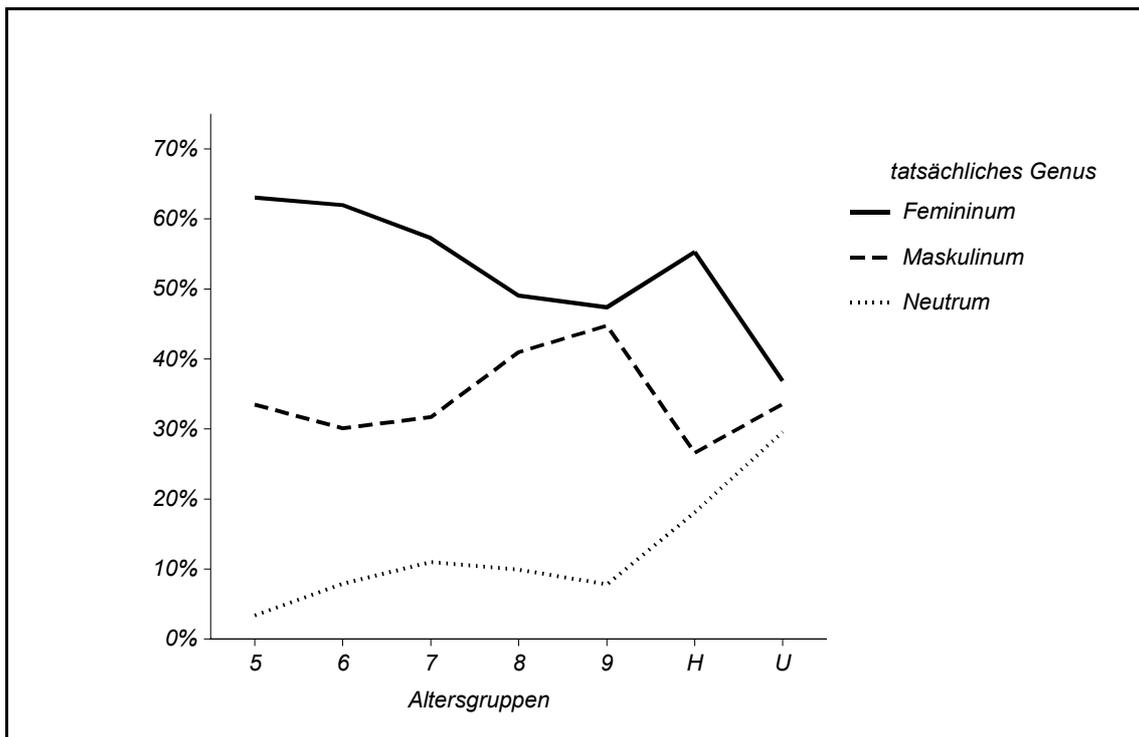
Abbildung 3.7. Abweichung der tatsächlichen von der vorgegebenen Genusverteilung in Abhängigkeit von der semantischen Information (in Prozentpunkten, 8001 Wortformen)



Der Genuswechsel erwies sich als altersabhängig (Abbildung 3.8). Die erwachsenen Versuchsgruppen, insbesondere die Studenten behielten in stärkerem Maße als die Kinder das vorgegebene Genus Neutrum bei. Jüngere Kinder wiesen in stärkerem Maße Femininum zu als ältere Kinder. Der für die Frage des Erwerbs der schwachen Flexion bedeutsame Anteil maskuliner Kunstwörter wies jedoch die geringste Schwankungsbreite auf und war insbesondere in den ersten drei Altersgruppen relativ konstant. Er bewegte sich zwischen 26.5% (Hauptschüler) und 44.8% (Neunjährige).

Diskussion. Nach MacWhinney (1978), Schneuwly (1978) und Mills (1984, 1985) berücksichtigen bereits Kinder mit drei Jahren die Merkmale 'Endung auf Schwa' und 'natürliches Geschlecht' bei der Genuszuweisung. Diese Befunde bestätigten sich bei den im Experiment verwendeten Kunstwörtern. Der für die Untersuchung der schwachen Flexion wichtige Anteil der Maskulina blieb in allen Altersgruppen und bei allen semantischen Kategorien ausreichend hoch, um den Einfluß der Variablen 'Alter' und 'semantische Information' auf die schwache Deklination erfassen zu können.

Abbildung 3.8. Tatsächliches Genus in Abhängigkeit vom Alter



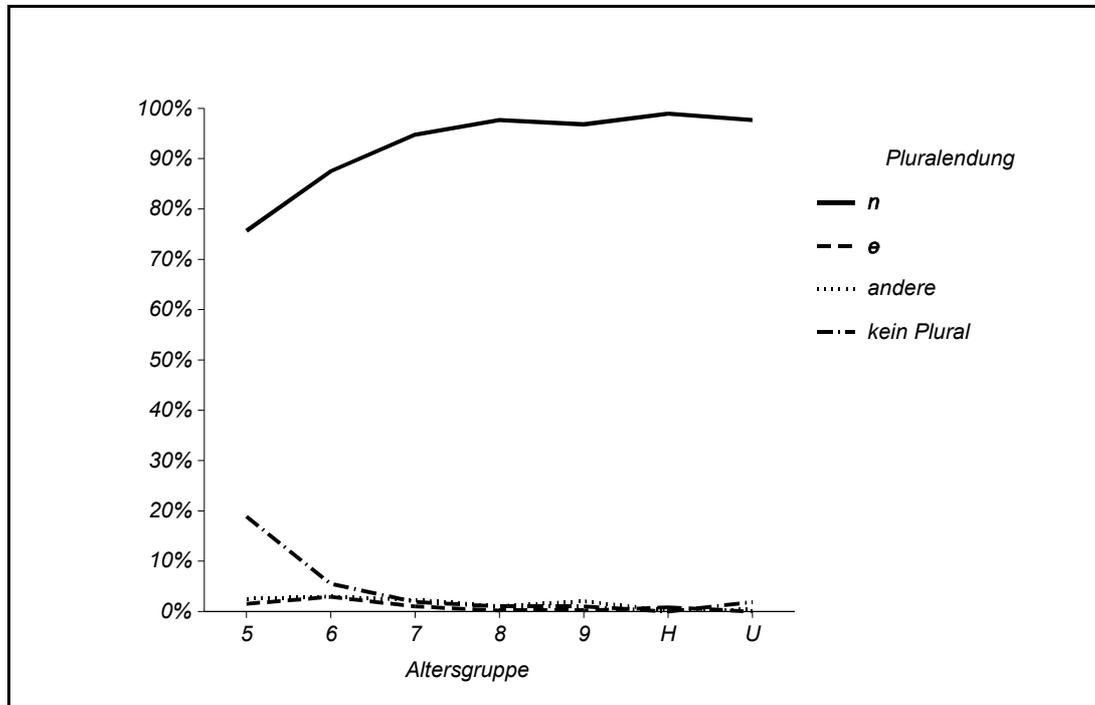
3.8.3. Plural

Da alle Stimuluswörter auf Schwa endeten, mußte der Plural durch n-Suffigierung gebildet werden. Von den 3096 möglichen Pluralformen der bekannten Wörter wurden 2871 (92.7%) tatsächlich so gebildet. In 2.8% der Fälle wurden andere Pluralformen gebildet, die meisten davon waren s-Plurale bei dem Wort 'Junge', dessen norddeutsche Pluralformen 'Jungs' und 'Jungens' in der Untersuchungsregion gelegentlich gebraucht werden. In 4.5% der Fälle wurde kein Plural gebildet.²² Abbildung 3.9 zeigt, daß dies nur bei den jüngeren Kindern vorkam. Bei den Kunstwörtern wurden 2210 (71.4%) Plurale durch n-Suffigierung gebildet. Plurale mit dem Suffix -s waren selten (0.9%). Fehlende Pluralbildung war mit 12.7% häufiger als bei den bekannten Wörtern, zeigte aber die gleiche Altersabhängigkeit (siehe Abbildung 3.10). Als wesentlicher Unterschied zu den bekannten Wörtern fand sich ein relativ hoher Anteil (15%) an Pluralformen ohne Suffix, d.h. das Wort wurde in unveränderter Form (Endung auf -Schwa) mit

²²Plurale wurden als fehlend kodiert, wenn sie weder einem Zahlwort folgten, noch eine Pluralendung aufwiesen. Plurale mit n-Suffix wurden also auch ohne Zahlwort als solche kodiert.

einem Zahlwort ("zwei", "mehrere") kombiniert²³. Der Anteil dieser Pluralformen wies keine signifikante Altersabhängigkeit auf.

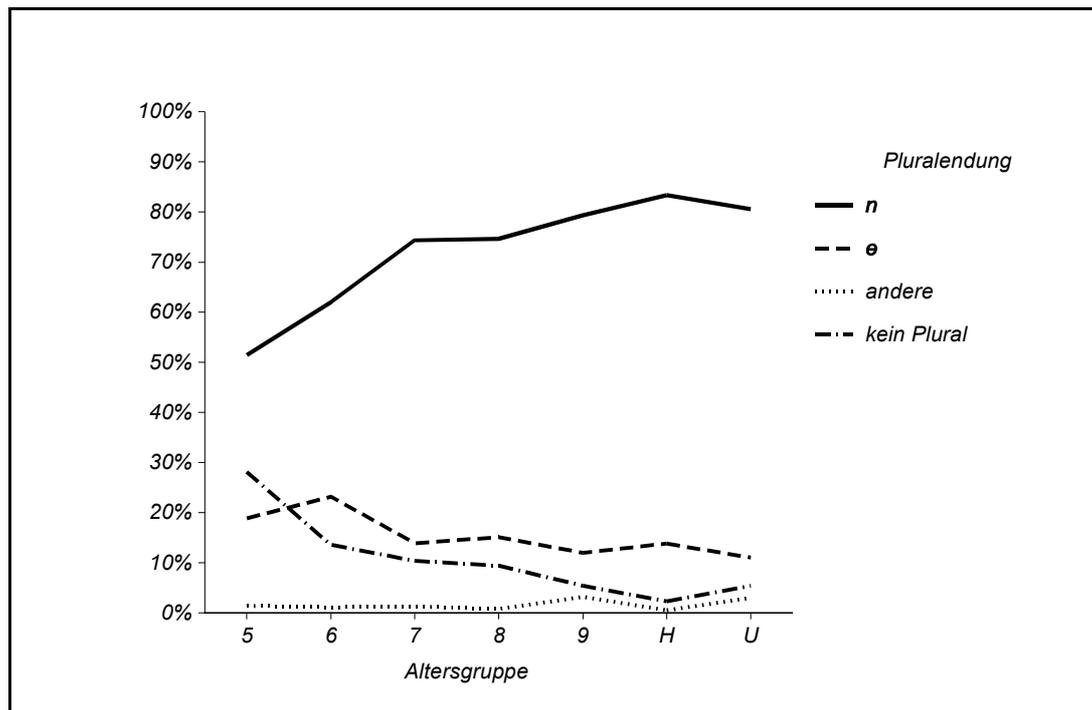
Abbildung 3.9. Pluralformen der bekannten Wörter
(e = gegenüber dem Singular unveränderte Endung auf Schwa)



²³Aufgrund der Kodierung der Pluralformen könnte ein Teil der fehlenden Plurale der Kunstwörter ebenfalls in diese Klasse fallen, da invariante Plurale ohne Zahlwort nicht von fehlender Pluralbildung zu unterscheiden waren.

Abbildung 3.10.

Pluralformen der Kunstwörter
(e = gegenüber dem Singular unveränderte Endung auf Schwa)



Diskussion. Grund der Pluralelizitation war die Schaffung eines Referenzmaßes für die Produktivität der schwachen Flexion, um den Anteil methodisch bedingter fehlender Generalisierung abschätzen zu können. Wie erwartet, war der n-Plural im Alter von fünf Jahren bereits erworben und wurde auf neue Wörter generalisiert. Das Niveau der n-Pluralbildung bei Kunstwörtern war um etwa 20% niedriger als bei bekannten Wörtern. Mit einem Unterschied dieser Größenordnung zwischen bekannten Wörtern und Kunstwörtern ist daher auch dann zu rechnen, wenn die schwache Flexion ähnlich produktiv wie der Plural sein sollte. Darüberhinaus lassen sich zwei Arten von Fällen unterscheiden, in denen kein korrekter Plural gebildet wurde. Zum einen gab es bei bekannten Wörtern und Kunstwörtern einen altersabhängigen Prozentsatz von Fällen, in denen gar kein Plural gebildet wurde. Da die Fähigkeit zur Pluralbildung auch bei den jüngsten Probanden vorhanden war, war dies am ehesten ein Effekt der hier verwendeten Elizitationsmethode. Möglicherweise entging den jüngeren Kindern zum Teil noch die pragmatische Notwendigkeit der Pluralmarkierung zur eindeutigen Identifikation eines Bildes. Darüberhinaus schien bei der Durchführung des Experimentes ein Teil der Kinder anzunehmen, daß es bei den Pluralbildern immer noch um die Benennung der beiden Figuren ging.

Die zweite Art von Fällen, in denen kein korrekter Plural gebildet wurde, trat nur bei Kunstwörtern, dort jedoch in allen Altersstufen auf. Wie an der Verwendung von Zahlwörtern zu erkennen, war Plural zwar intendiert, wurde jedoch am Nomen nicht markiert. Hierbei handelt es sich um einen bekannten Effekt der experimentellen Elizitation von Flexionsformen bei Kunstwörtern. Ein Teil der Sprecher verhält sich 'konservativ' in dem Sinne, daß neue Wörter nicht oder jedenfalls nicht in der unmittelbar auf die erstmalige Präsentation folgenden Elizitation flektiert werden. Diese individuelle Eigenschaft ist bei der Einzelfallanalyse (Abschnitt 3.8.7) zu berücksichtigen.

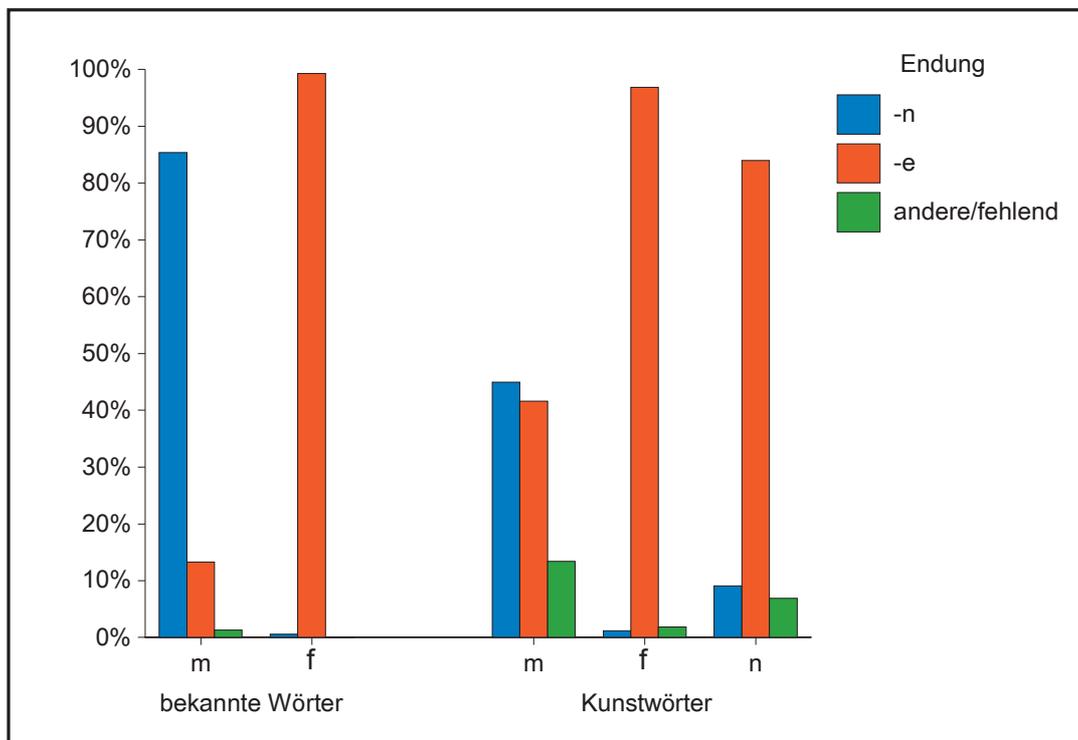
3.8.4. Schwache Flexion

3.8.4.1. Abhängigkeit vom Genus

Von 7291 Dativ- oder Akkusativformen bekannter Wörter hatten 3145 eine n-Endung, 4095 endeten auf -e, d.h. sie waren unverändert, und 51 hatten eine andere oder nicht identifizierbare Endung. Von 8001 Dativ - oder Akkusativformen von Kunstwörtern hatten 1374 eine n-Endung, 6108 endeten auf -e und 519 hatten eine andere²⁴ oder nicht identifizierbare Endung. Um Wortformen auf -n als schwach flektiert klassifizieren zu können, sollte ihr Vorkommen genusabhängig sein. Dies war in der Tat der Fall, wie Abbildung 3.11 zeigt. Weder bei bekannten Wörtern noch bei Kunstwörtern erhielten Feminina eine n-Endung. Neutra, die nur bei den Kunstwörtern vorkamen, blieben ganz überwiegend ohne n-Endung. Dagegen erhielt die Mehrzahl der bekannten Maskulina eine n-Endung, d.h. sie wurden korrekt schwach flektiert. Bei Kunstwörtern wurden 45.1% der Maskulina schwach flektiert. Genus war sowohl bei bekannten als auch bei Kunstwörtern die Variable mit dem weitaus stärksten Effekt auf die Endung (bekannte Wörter: DF 6, Partial-Chi-Quadrat 11412.5, p .0000; Kunstwörter: DF 6, Partial-Chi-Quadrat 5551.5, p .0000).

²⁴Andere Endungen waren hauptsächlich solche auf Stammkonsonanten ("Donk") oder -l ("Donkel").

Abbildung 3.11. Endungen bei Dativ- und Akkusativformen von bekannten Wörtern (n=7291) und Kunstwörtern (n=8001)

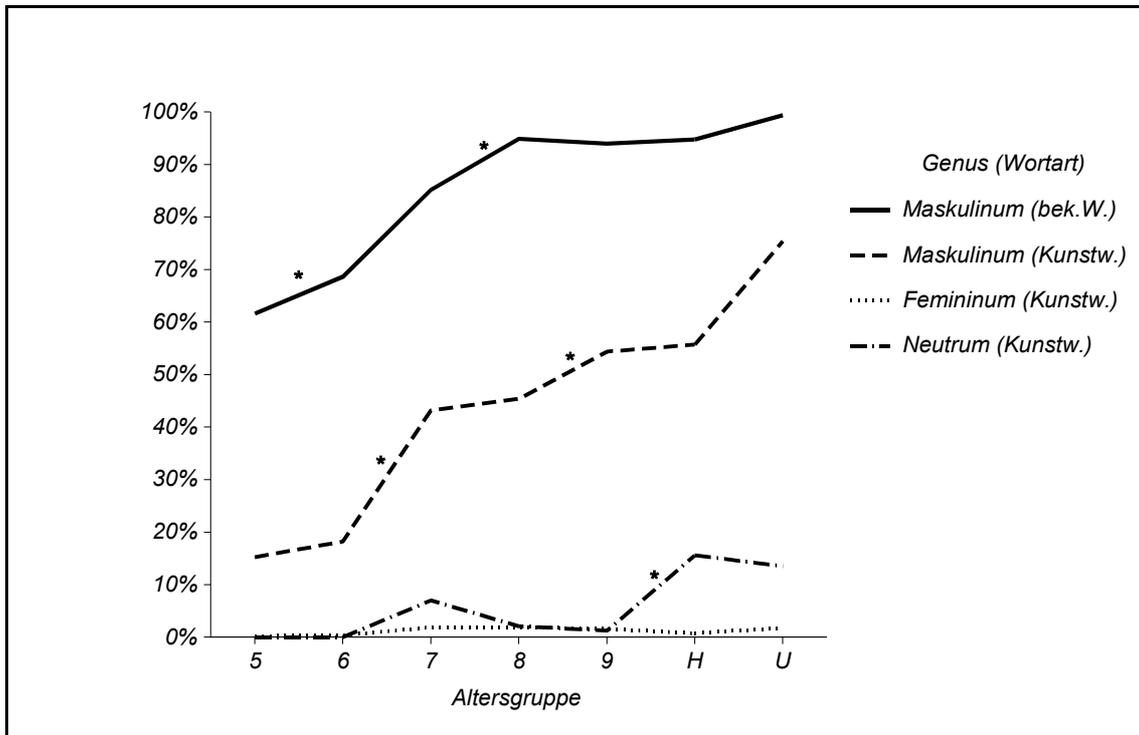


3.8.4.2. Abhängigkeit vom Alter

Abbildung 3.12. zeigt die Altersentwicklung der schwachen Flexion, sowie die Interaktion von Alter und Genus bei den Kunstwörtern. Bekannte Maskulina wurden im Alter von fünf Jahren bereits zu 61.6% schwach flektiert. In den folgenden Altersstufen stieg dieser Prozentsatz noch weiter an, bis im Alter von acht Jahren das Erwachseneniveau erreicht wurde. Die Produktivität der schwachen Flexion war dagegen bei den jüngsten Kindern noch gering. Nur 15.2% (Fünfjährige) bzw. 18.3% (Sechsjährige) der maskulinen Kunstwörter wurden schwach flektiert. Zwischen den Altersstufen 6 und 7 stieg dann der prozentuale Anteil schwach flektierter Wörter signifikant auf mehr als das Doppelte (43.0%). Ein weiterer signifikanter Anstieg erfolgte zwischen acht und neun Jahren. Der Anteil schwach flektierter Wortformen bei bekannten und bei Kunstwörtern war bei den Studenten signifikant höher als bei den Hauptschülern.

Abbildung 3.12.

Relative Häufigkeit der n-Endung in Abhängigkeit von Alter und Genus



Neutra mit der Endung -n fanden sich signifikant vermehrt bei beiden Erwachsenengruppen. In einer post hoc Analyse wurde untersucht, ob Neutra vorwiegend im Dativ (Artikel "dem") oder im Akkusativ (Artikel "das") mit der Endung -n auftraten. Es zeigte sich, daß 38% der Dativformen, jedoch nur 4.5% der Akkusativformen die Endung -n erhalten hatten.

Diskussion. Daß schwach flektierte Formen bekannter Wörter schon in den jüngsten Altersgruppen gebildet wurden, überrascht insofern, als Belege für schwache Flexion in der Korpusanalyse (siehe Abschnitt 2.3) erst ab acht Jahren zu finden waren. Offensichtlich werden schwach flektierte Formen bekannter Wörter bereits vor dem Alter von fünf Jahren erworben. Da in den jüngsten Altersgruppen die schwache Flexion noch nicht produktiv war, d.h. nicht auf neue Wörter generalisiert wurde, ist anzunehmen, daß es sich bei den frühen schwach flektierten Formen, um auswendig gelernte rote-Formen handelte. Dies änderte sich zwischen dem sechsten und siebten Lebensjahr, wobei die Analyse der Einflußfaktoren (siehe Abschnitt 3.8.6) zeigen muß, ob ein Teil der älteren Kinder die schwache Flexion konsequent bei allen Kunstwörtern anwendete, oder ob alle älteren Kinder Kunstwörter öfter schwach flektierten.

Warum Erwachsene auch Neutra schwach flektierten, ist nicht eindeutig zu sagen. Die Beobachtung, daß die Wahrscheinlichkeit für ein Neutrum, schwach flektiert zu werden, sehr viel höher war, wenn es von dem Artikel "dem" begleitet war, der mit dem maskulinen Dativartikel identisch ist, deutet darauf hin, daß in diesen Fällen das Nomen möglicherweise als Maskulinum aufgefaßt wurde oder zumindest Unsicherheit über das Genus bestand.

3.8.4.3. Abhängigkeit von den Elizitationsbedingungen

Aufgrund der Möglichkeit, daß die Bildung von Kasusformen durch die vorhergegangene Bildung einer ähnlichen Flexionsform innerhalb des gleichen Versuchsdurchgangs beeinflusst wurde, wurden vier verschiedene Elizitationsbedingungen für Kasusformen unterschieden:

- (1) vor dem Plural als erste elizitierte Wortform eines Durchgangs

Beispiel

"Worauf zeige ich jetzt?" - "... auf *den Donken*".

- (2) nach dem Plural, aber als erste Wortform im Satz. In diesem Fall hatten die Versuchspersonen bereits mindestens eine Wortform mit n-Endung, den Plural des bekannten Wortes, gebildet.

Beispiele

"Er gibt *dem Donken* den Löwen."

"Er gibt *den Donken* der Katze."

- (3) nach dem Plural, als zweite Kasusform im Satz. Die zuvor gebildete Kasusform war schwach flektiert.

Beispiele

"Er gibt den Löwen *dem Donken*."

"Er gibt dem Löwen *den Donken*."

- (4) nach dem Plural, als zweite Kasusform im Satz. Die zuvor gebildete Kasusform endete auf Schwa.

Beispiele

"Er gibt die Katze *dem Donken*."

"Er gibt der Katze *den Donken*."

Die Häufigkeiten der in den vier Elizitationsbedingungen produzierten Kasusformen sind Tabelle 3.4 zu entnehmen:

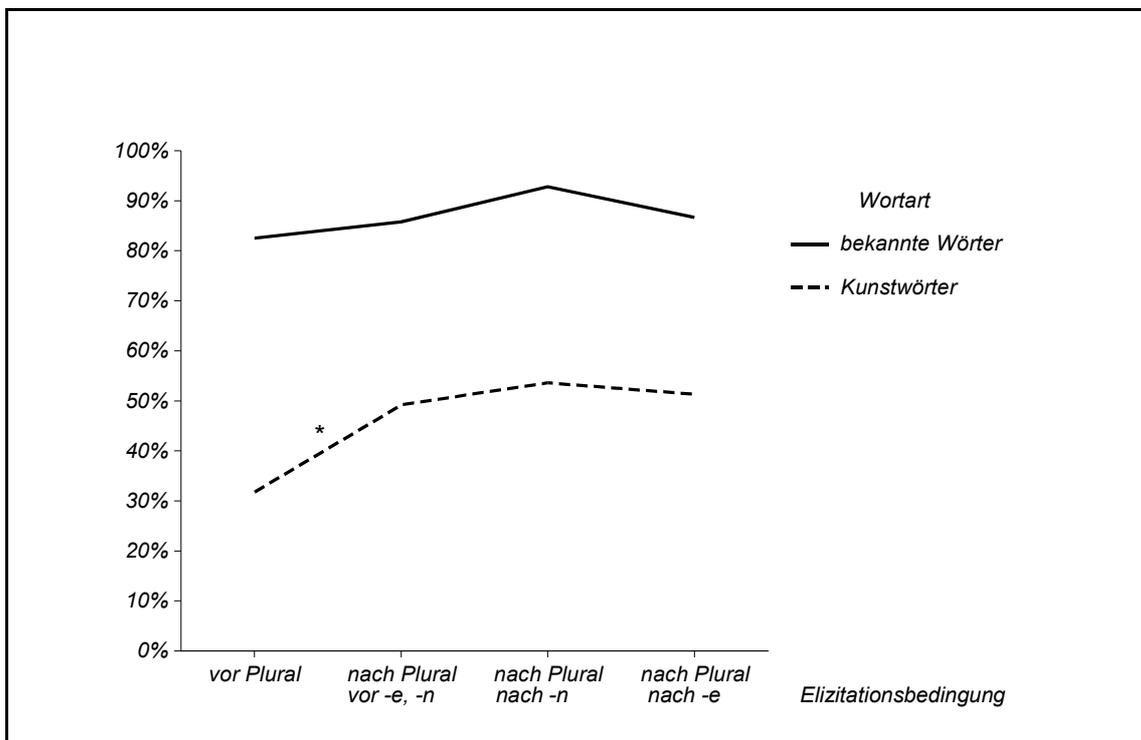
Tabelle 3.4. Elizitationsbedingungen mit Häufigkeiten. (bW = bekannte Wörter, KW = Kunstwörter)

(1) vor Plural		nach Plural			
bW 1147	KW 800	(2) 1. Kasusform im Satz		2. Kasusform im Satz	
		bW 1363	KW 1057	(3) 1. Form schwach flektiert	(4) 1. Form nicht schwach flektiert
		bW 249	KW 332	bW 895	KW 519

Da bei der loglinearen Analyse mit allen Variablen zur Vermeidung zu geringer Zellenhäufigkeiten nicht alle vier Stufen der Variablen 'Elizitationsbedingung' berücksichtigt werden konnten, wurde zunächst nur der Einfluß der Elizitationsbedingungen auf die schwache Flexion ohne Berücksichtigung der Variablen 'Alter' und 'semantische Information' berechnet (siehe Abbildung 3.13). Dabei unterschieden sich bezüglich der Häufigkeit der schwachen Flexion die Elizitationsbedingungen (2), (3) und (4) weder bei den bekannten Wörtern noch bei den Kunstwörtern signifikant voneinander. Bei den Kunstwörtern wurde jedoch unter diesen drei Bedingungen signifikant häufiger schwach flektiert als unter der Bedingung (1).

Für die vollständige loglineare Analyse wurden daher die Bedingungen (2),(3) und (4) zu einer Bedingung 'nach Plural' zusammengefaßt. Ein signifikanter Effekt dieser Variablen auf die Wortendungen fand sich sowohl bei bekannten Wörtern (DF 2, Partial-Chi-Quadrat 79.2, p .0000), als auch bei Kunstwörtern (DF 2, Partial-Chi-Quadrat 174.4, p .0000).

Abbildung 3.13. Relative Häufigkeit der n-Endung bei Maskulina in allen Elizitationsbedingungen (*p < .05)

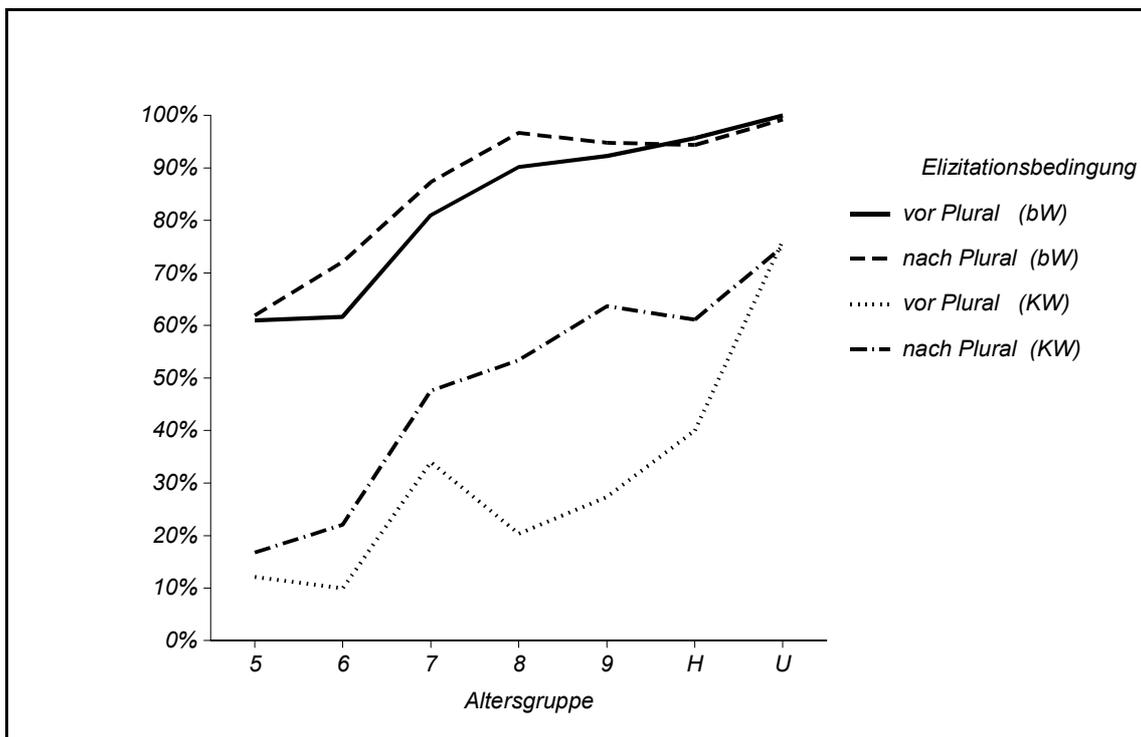


Darüberhinaus bestanden signifikante Interaktionen mit der Variablen 'Alter' (bekannte Wörter: DF 12, Partial-Chi-Quadrat 47.5, p .0000; Kunstwörter: DF 12, Partial-Chi-Quadrat 56.9, p .0000) und bei Kunstwörtern mit der Variablen 'Genus' (DF 6, Partial-Chi-Quadrat 85.5, p .0000). Zunächst wird die Interaktion von Alter und Elizitationsbedingung betrachtet (Abbildung 3.14). Bei den bekannten Wörtern wurden die Dativ- und Akkusativformen, die vor dem Plural eliziert worden waren, nur in den Altersgruppen 6-9 geringfügig weniger schwach flektiert, und beide Bedingungen trugen etwa gleich zu den wesentlichen Charakteristika der Gesamtersentwicklung (vergleiche Abbildung 3.12) bei.

Bei den Kunstwörtern dagegen wies die Zusammensetzung der vor dem Plural elizitierten Kasusformen bei den acht- und neunjährigen Kindern und den Hauptschülern einen wesentlichen Unterschied zur Gesamtersentwicklung auf, der aufgrund der geringeren Häufigkeit der vor dem Plural geäußerten Kasusformen in der Gesamtdarstellung nicht erkennbar war. Kunstwörter wurden vor dem Plural von den acht- und neunjährigen Kindern trotz eines insgesamt höheren Anteils schwach flektierter Kasusformen (vergleiche Abbildung 3.12)

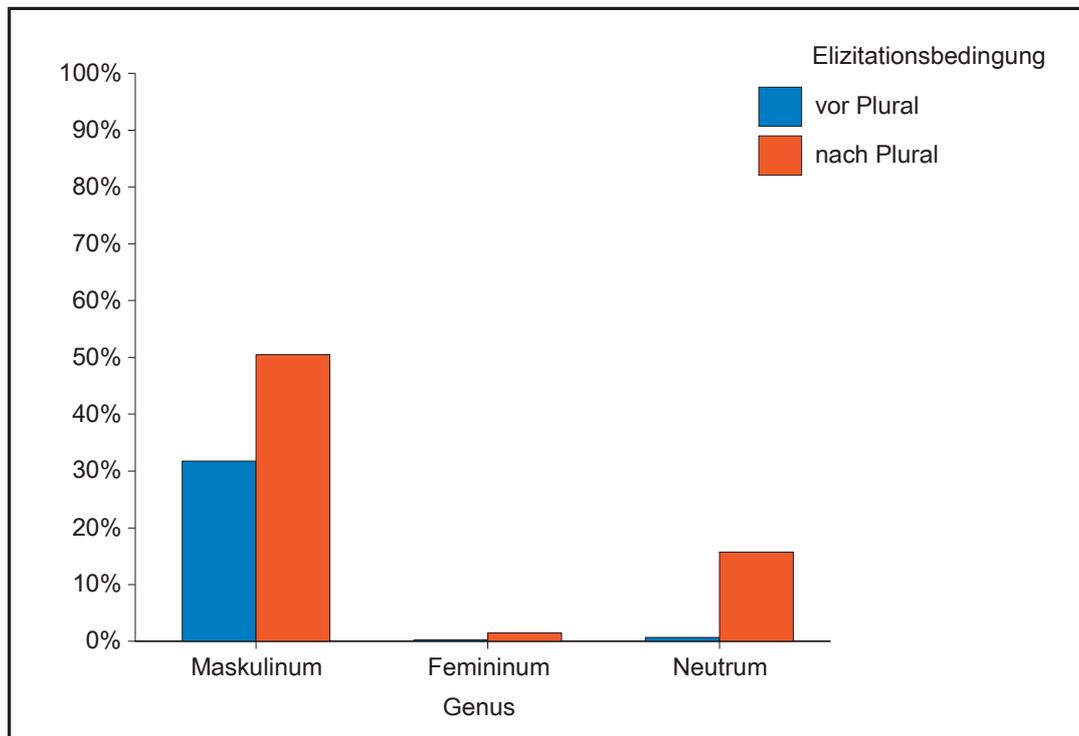
signifikant weniger schwach flektiert als von den siebenjährigen. Auch die Hauptschüler wiesen noch einen überproportional großen Unterschied zwischen den beiden Bedingungen auf. Dagegen zeigten sich die fehlende Produktivität in den beiden jüngsten Altersgruppen und der deutliche Anstieg der schwachen Flexion zwischen dem sechsten und siebten Lebensjahr sowohl bei den vor dem Plural als auch bei den nach dem Plural elizitierten Kasusformen.

Abbildung 3.14. Altersentwicklung der relativen Häufigkeit der n-Endung bei Maskulina vor und nach Plural



Die Interaktion der Elizitationsbedingungen mit dem Genus (Abbildung 3.15) bestand hauptsächlich darin, daß n-Endungen von Neutra nahezu ausschließlich nach dem Plural auftraten.

Abbildung 3.15. Relative Häufigkeit der n-Endung in Abhängigkeit vom Genus vor und nach Plural (Kunstwörter)



Diskussion. Es war beabsichtigt, die Wahrscheinlichkeit der Elizitation schwach flektierter Kasusformen dadurch zu erhöhen, daß das gleiche Wort mehrfach in Dativ- oder Akkusativkontext vorkam. Darüberhinaus mußte aufgrund der bekannten Tendenz zur Nichtflexion in Elizitationsexperimenten eine Hemmschwelle bezüglich der 'Flektierbarkeit' von unbekanntem Wörtern angenommen werden. Die Pluralelizitation als eine allen Altersstufen vertraute Flexion sollte diese Hemmschwelle senken. Tatsächlich wurde bei der zweiten und dritten Kasusform nach dem Plural in höherem Maße schwach flektiert. Wichtig dabei ist, daß die Pluralendung -n als unspezifischer Prime die Rate der n-Endungen nach dem Plural nicht etwa generell erhöhte. Vielmehr blieb die Genuspezifität der n-Endung als Indikator der schwachen Flexion auch nach dem Plural erhalten, d.h. Feminina wurden nicht schwach flektiert. Etwas problematisch ist in diesem Zusammenhang der Anstieg der n-Endung bei Neutra nach dem Plural. Er könnte in der Tat als ein unspezifischer Priming-Effekt der Pluralendung gewertet werden. Allerdings wären die Resultate bezüglich des Erwerbs der schwachen Flexion davon nicht berührt, da dieser Anstieg nur bei den erwachsenen Probanden stattfand, die Rate schwach

flektierter Formen jedoch sowohl bei bekannten Wörtern, als auch bei Kunstwörtern bereits bei den neunjährigen Kindern das Erwachseneniveau erreicht hatte. Es ist darüberhinaus auch nicht plausibel, daß ein unspezifischer Priming-Effekt gerade die Versuchspersonen im Kindesalter aussparen sollte. Die schon erwähnten Hinweise auf eine Unsicherheit bezüglich des Genus legen eher die Erklärung nahe, daß die Genuszuweisung 'Neutrum' bei Erwachsenen instabiler war als bei Kindern. Dies könnte gerade deshalb der Fall gewesen sein, weil Erwachsene trotz der allgemeinen Tendenz zur Aufgabe des Neutrums dieses Genus im Verhältnis zu den Kindern häufiger beibehielten, wenn es vom Versuchsleiter am Anfang eines Versuchsdurchgangs vorgegebenen worden war (siehe Abschnitt 3.8.2 'Genus'). Möglicherweise trat jedoch gegen Ende der Versuchsdurchgänge doch noch eine gewisse Verunsicherung ein, insbesondere dann, wenn die Artikelform oder die semantische Information 'männlich' (siehe folgender Abschnitt) das Genus Maskulinum unterstützten.

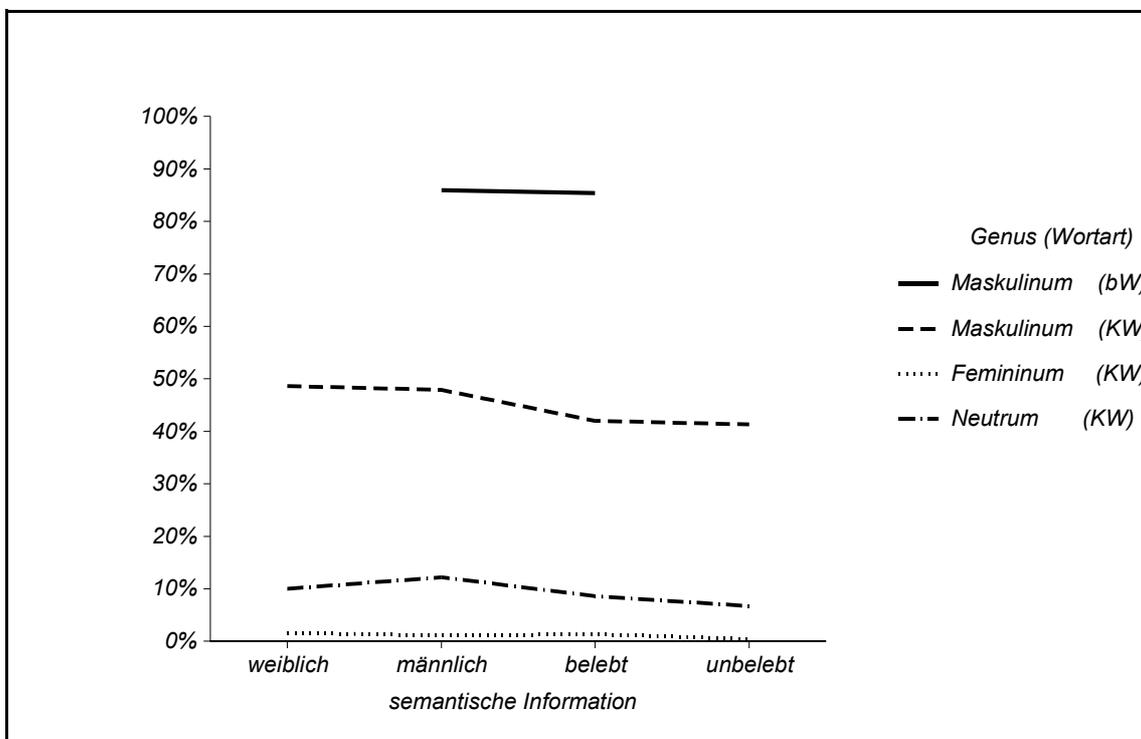
Der gegenüber den siebenjährigen Kindern signifikante Abfall der Rate der schwachen Flexion vor dem Plural bei den achtjährigen sowie die ebenfalls niedrigen Raten bei den neunjährigen Kindern und den Hauptschülern deuten darauf hin, daß tatsächlich so etwas wie eine Hemmschwelle bei der Flexion unbekannter Wörter existiert, die jedoch nicht in allen Altersgruppen gleich ausgeprägt war. Dagegen spricht allerdings, daß sich bei der Pluralmarkierung der Kunstwörter (siehe Abbildung 3.10) kein entsprechender Abfall der relativen Häufigkeit des n-Plurals gegenüber den Siebenjährigen zeigte. Allenfalls ließe sich der fehlende Anstieg der Häufigkeit des n-Plurals bei den Achtjährigen in diesem Sinne deuten.

3.8.4.4. Abhängigkeit von der Semantik

Die in den gezeichneten Figuren der Stimulusitems enthaltene semantische Information war bei den bekannten Wörtern nicht frei mit dem Genus kombinierbar, so daß bei den Maskulina nur Tiere (= belebt ohne Geschlechtsspezifikation) oder männliche Wesen (*Riese, Junge*) vorkamen. Bei den Kunstwörtern hatte die Variable 'semantische Information' im Vergleich zu den Variablen 'Genus', 'Alter' und 'Elizitationsbedingung' den schwächsten Haupteffekt auf die Endung (DF 6, Partial-Chi-Quadrat 48.6, p .0000). Die semantische Information interagierte bezüglich der Endung mit dem Alter (DF 36, Partial-Chi-Quadrat 103.1, p .0000) und Genus (DF 18, Partial-Chi-Quadrat 44.4, p .0005), jedoch nicht mit der Elizitationsbedingung. Während sich die beiden

semantischen Kategorien der bekannten Maskulina - belebt und männlich - bezüglich der Häufigkeit der n-Endung nicht voneinander unterschieden (Abbildung 3.16), wurden bei den maskulinen Kunstwörtern solche, die geschlechtsspezifizierte Figuren bezeichneten, signifikant häufiger mit -n suffigiert als solche ohne Geschlechtsspezifikation (männlich 47.8%, weiblich 48.6% gegenüber belebt 42% und unbelebt 41.3%). Bei den Neutra zeigte sich eine leichte Tendenz zur Bevorzugung der n-Endung bei der semantischen Information 'männlich' (männlich 12.2%, weiblich 10.0%, belebt 8.6%, unbelebt 6.7%).

Abbildung 3.16. Relative Häufigkeit der n-Endung in Abhängigkeit von der semantischen Information und dem Genus

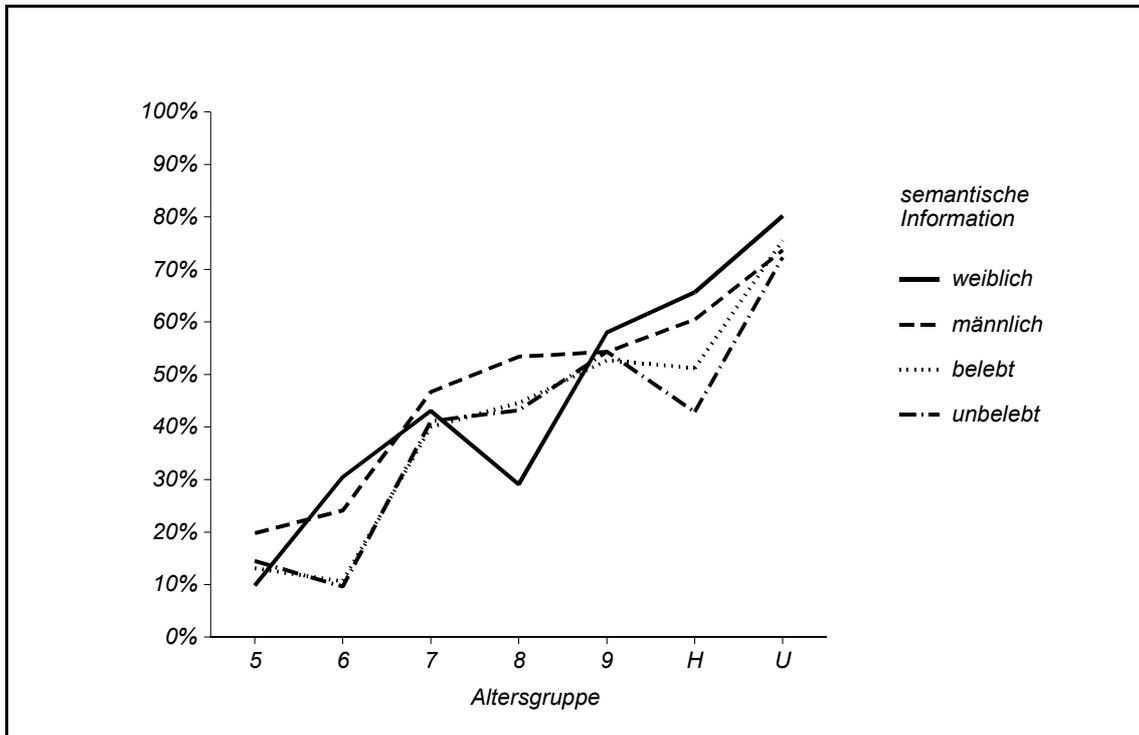


Der Einfluß der semantischen Information in den verschiedenen Altersgruppen erwies sich als unsystematisch (Abbildung 3.17)²⁵. Signifikante Abweichungen von der Gesamthäufigkeit der schwachen Flexion einer Altersstufe fanden sich für die Altersstufen '6' ('weiblich' häufiger,

²⁵Die Darstellung in Prozenten geschieht aus Gründen der Kontinuität. Jedoch hatte nicht jede Kombination aus semantischer Kategorie und Altersstufe eine Gesamthäufigkeit $n \geq 100$ wie durch den Terminus 'Prozent' impliziert. Die geringste Häufigkeit hatten die Variablenstufen 'weiblich' ($n = 35$) und 'unbelebt' ($n = 42$) bei der Alterstufe 'H'.

'belebt' seltener), '8' ('männlich' häufiger, 'weiblich' seltener) und 'H' ('männlich' häufiger, 'belebt' seltener)²⁶.

Abbildung 3.17. Einfluß der semantischen Information auf die relative Häufigkeit der n-Endung in den verschiedenen Altersstufen



Diskussion. Der Einfluß der semantischen Information auf die schwache Flexion war insgesamt gering und unsystematisch. Insbesondere wurden in allen Altersstufen auch weibliche und unbelebte Items schwach flektiert, was im Lexikon des Deutschen nicht bzw. relativ selten der Fall ist (siehe Tabellen 2.2 und 2.3). Es konnte nicht nachgewiesen werden, daß die Versuchspersonen semantische Merkmale zur Erfassung der Regularität der schwachen Flexion verwendeten. Da aber dennoch die schwache Flexion korrekt generalisiert wurde, ist davon auszugehen, daß in Bezug auf Wörter mit Schwa-Auslaut nur das Merkmal 'Genus' zur Erfassung der Regularität herangezogen wurde.

²⁶Der Graphik zufolge flektierten Hauptschüler die Kategorie 'unbelebt' seltener schwach als die übrigen Kategorien. Der Unterschied ist aber wegen der geringeren Häufigkeit (n=35) nicht signifikant. Die Kategorie 'belebt' dagegen weicht bei einer Häufigkeit von n = 82 signifikant von der Alterstufe insgesamt ab.

3.8.5. Loglineare Modelle der Haupteffekte und Interaktionen

Die Entscheidung darüber, welche Interaktionen als signifikant in Abbildungen dargestellt und diskutiert wurden, basierte auf den loglinearen Modellen für Kunstwörter und bekannte Wörter (Tabelle 3.5. und 3.6). Sie bieten eine Übersicht über die Einzeleffekte der vier Variablen 'Genus' (GEN), 'Alter' (AGE), 'semantische Information' (SEM) und 'Elizitationsbedingung' (COND), ihre Haupteffekte auf die fünfte Variable²⁷ 'Endung' (END) und ihre Interaktionen. Die hier in den Tabellen dargestellten 'einfachsten' Modelle sind aus den vollständigen loglinearen Modellen (siehe Tabellen A1 und A2 im Anhang) abgeleitet.

Tabelle 3.5. Einfachstes hierarchisches loglineares Modell für Kunstwörter

Effekt	DF	Partial-Chi-Qu.	Prob
Interaktionen ohne Einfluß auf die Endung			
1 AGE*GEN	18	745.398	.0000
2 SEM*GEN	9	331.721	.0000
3 COND*GEN	3	252.612	.0000
4 AGE*SEM*GEN	54	117.410	.0000
5 COND*AGE*GEN	18	73.032	.0000
6 COND*SEM*GEN	9	51.929	.0000
Interaktionen mit Einfluß auf die Endung			
7 END *AGE*GEN	36	176.257	.0000
8 END *AGE*SEM	36	103.134	.0000
9 END *COND*GEN	6	85.466	.0000
10 END *COND*AGE	12	56.935	.0000
11 END *SEM*GEN	18	44.394	.0005
Haupteffekte			
12 END *GEN	6	5551.497	.0000
13 END *AGE	12	873.582	.0000
14 END *COND	2	174.396	.0000
15 END *SEM	6	48.589	.0000
Einzeleffekte			
16 END	2	4967.692	.0000
17 GEN ²⁸	3	2804.853	.0000
18 COND	1	1052.008	.0000
19 AGE	6	185.882	.0000

²⁷Die loglineare Analyse behandelt alle Variablen als unabhängige Variablen. Abhängige Variable ist die Zellenhäufigkeit. Von der loglinearen Terminologie abweichend nenne ich dennoch in dieser Arbeit die Interaktionen der Variablen 'Alter', 'Genus' usw. mit der Variablen 'Endung' Haupteffekte.

²⁸Bei der loglinearen Analyse wurde das Fehlen eines identifizierbaren Artikels als vierte Stufe der Variablen Genus berücksichtigt.

Die statistische Überprüfung der vollständigen Modelle auf Effekte k-facher und höherer Ordnung verwarf sowohl für bekannte Wörter als auch für Kunstwörter 4- und 5fach Interaktionen als nicht signifikant (bekannte Wörter: DF 252, Likelihood ratio Chi-Quadrat 114.8, p 1.0000; Kunstwörter: DF 360, Likelihood ratio Chi-Quadrat 307.6, p .9789). Von den verbleibenden Einzeleffekten und Interaktionen wurden diejenigen berücksichtigt, die nach Bonferroni-Korrektur für multiple Vergleiche auf dem 5% Niveau signifikant waren.

Bei den Kunstwörtern fanden sich vier Einzeleffekte (16-19). Diese sind insofern trivial, als sie nur verschiedene Häufigkeiten der Variablenstufen ausdrücken. Beispielsweise drückt sich die durch den Genuswechsel induzierte Abweichung von der Gleichverteilung der Genera mit einer größeren Anzahl Feminina und einer geringeren Anzahl Neutra in einem starken Einzeleffekt aus, während die unterschiedliche Gruppenstärke der Altersstufen einen im Vergleich dazu geringen Effekt hat. Da das Design bezüglich der semantischen Information (SEM) ausbalanciert war, hat diese Variable keinen Einzeleffekt. Die Effekte 1 - 6 sind Interaktionen von Variablen bezüglich der Zellenhäufigkeiten, die sich auf alle Endungen gleich auswirkten. Beispielsweise geht der Effekt AGE*GEN (1) unter anderem darauf zurück, daß bei den Neunjährigen häufiger das Genus 'Maskulinum' zugewiesen wurde als bei den Achtjährigen. Dieser Unterschied hatte aber keinen Einfluß auf die relative Häufigkeit der n-Endung bei Maskulina. Dagegen drückt der Effekt END*AGE*GEN (7) unter anderem die Tatsache aus, daß Neunjährige Maskulina häufiger schwach flektierten als Achtjährige. Beide Effekte addieren sich zur Gesamthäufigkeit der Zelle_{n-Endung * Altersgruppe 9 * Maskulinum} können aber durch die loglineare Analyse unterschieden werden. Die Haupteffekte und Interaktionen wurden in den vorstehenden Abschnitten bereits besprochen, es sei jedoch noch einmal darauf hingewiesen, daß trotz Signifikanz aller Haupteffekte erhebliche Unterschiede in der Stärke des Effektes bestehen. So wird etwa die Wahl der Endung im Vergleich zum Einfluß des Genus (END*GEN Partial-Chi-Quadrat 5551.497) nur unwesentlich von der semantischen Information (END*SEM Partial-Chi-Quadrat 48.589) bestimmt.

Tabelle 3.6. Einfachstes hierarchisches loglineares Modell für bekannte Wörter

Effekt		DF	Partial-Chi-Qu.	Prob
Interaktionen ohne Einfluß auf die Endung				
1	AGE*GEN	18	859.710	.0000
2	SEM*GEN	6	725.328	.0000
3	COND*GEN	3	131.199	.0000
4	COND*AGE*GEN	18	54.594	.0000
Interaktionen mit Einfluß auf die Endung				
5	END *AGE*GEN	36	118.063	.0000
6	END *COND*AGE	12	47.517	.0000
Haupteffekte				
7	END *GEN	6	11412.493	.0000
8	END *AGE	12	1023.671	.0000
9	END *SEM	4	131.867	.0000
10	END *COND	2	79.161	.0000
Einzeleffekte				
11	GEN	3	5886.654	.0000
12	SEM	2	4293.354	.0000
13	END	2	1252.870	.0000
14	COND	1	1052.824	.0000
15	AGE	6	186.062	.0000

Da bei den bekannten Wörtern ein Ausbalancieren der semantischen Information nicht möglich war (siehe Abschnitt 3.8.4.4), findet sich hier ein entsprechender Einzeleffekt (12). Das Fehlen von Neutra führt zu einem größeren Einzeleffekt des Genus (11) als bei den Kunstwörtern. Von den Haupteffekten hat auch hier das Genus (7) den weitaus stärksten Einfluß auf die Wortendung.

3.8.6. Einflußfaktoren auf die Altersentwicklung der schwachen Flexion

Die loglineare Analyse hat gezeigt, daß der Anteil schwach flektierter Kasusformen sowohl bei bekannten Wörtern als auch bei Kunstwörtern altersabhängig war. Mithilfe der im Methodenabschnitt beschriebenen faktoriellen Zerlegung soll nun versucht werden, darüber Aufschluß zu bekommen, ob die Altersabhängigkeit durch eine Zunahme der schwach flektierenden Versuchspersonen, durch eine Zunahme der schwach flektierten Stimuluswörter oder durch konsequentere Flexion der Stimuluswörter zustande gekommen ist. Zusätzlich zu den bekannten Wörtern mit Schwa-Auslaut, bei denen die schwache Flexion im Deutschen obligatorisch ist, wurden hier nun zum Vergleich auch die Daten der bekannten Wörter mit konsonantischer Endung (*Marsmensch, Astronaut, Bär, Elefant, Colaautomat, Magnet*)

herangezogen, die jeweils am Ende des Experimentes erhoben worden waren. Diese Wörter werden im gegenwärtigen Deutsch von vielen Sprechern mehr oder minder optional flektiert.

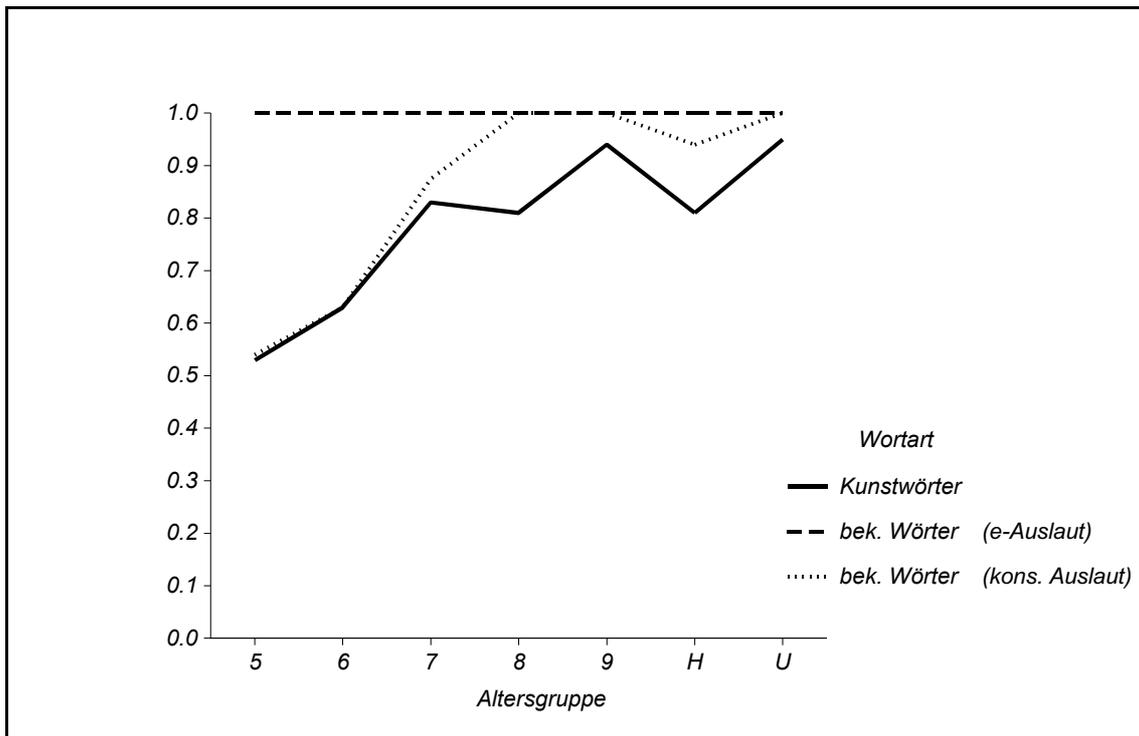
Tabelle 3.7. Faktorielle Zerlegung der relativen Häufigkeit schwach flektierter Kasusformen bezogen auf alle maskulinen Kasusformen der drei Wortarten

	Versuchspersonen-Index H_{nVP}	Wort-Index H_{nW}	Wortformen-Index H_{nWF}	Produkt der drei Indizes	$Korr_P$	$Korr_W$	relative Häufigkeit schwach flektierter Kasusformen H
bekannte Wörter (e-Auslaut)	1	0.905	0.916	0.829	1	1.024	0.849 (84.9%)
Kunstwörter	0.791	0.626	0.774	0.383	1.076	1.095	0.451 (45.1%)
bekannte Wörter (kons. Auslaut)	0.864	0.608	0.733	0.385	1.053	1.039	0.421 (42.1%)

Betrachtet man zunächst die drei Indizes für alle Wortarten in der Übersicht (Tabelle 3.7)²⁹, so wird deutlich, daß das Produkt der drei Indizes die relative Häufigkeit der schwach flektierten Kasusformen bei den bekannten Wörtern mit Schwa-Auslaut gut erklärt, während es bei den Kunstwörtern und den bekannten Wörtern mit konsonantischem Auslaut die relative Häufigkeit etwas unterschätzt. Dies liegt, wie an den Korrekturfaktoren zu erkennen ist, daran, daß die Gesamtzahl der Kasusformen bei letzteren beiden Wortarten für schwach flektierende Versuchspersonen und schwach flektierende Wörter höher ist, als bei proportionaler Verteilung zu erwarten wäre. Da alle Korrekturfaktoren in die gleiche Richtung weisen, ist ein systematischer Effekt anzunehmen.

²⁹Die vollständigen Darstellungen der Datenstrukturen für die drei Wortarten finden sich im Anhang, Abbildungen A1-A3.

Abbildung 3.18. Altersentwicklung des Versuchspersonenindexes



3.8.6.1. Versuchspersonen

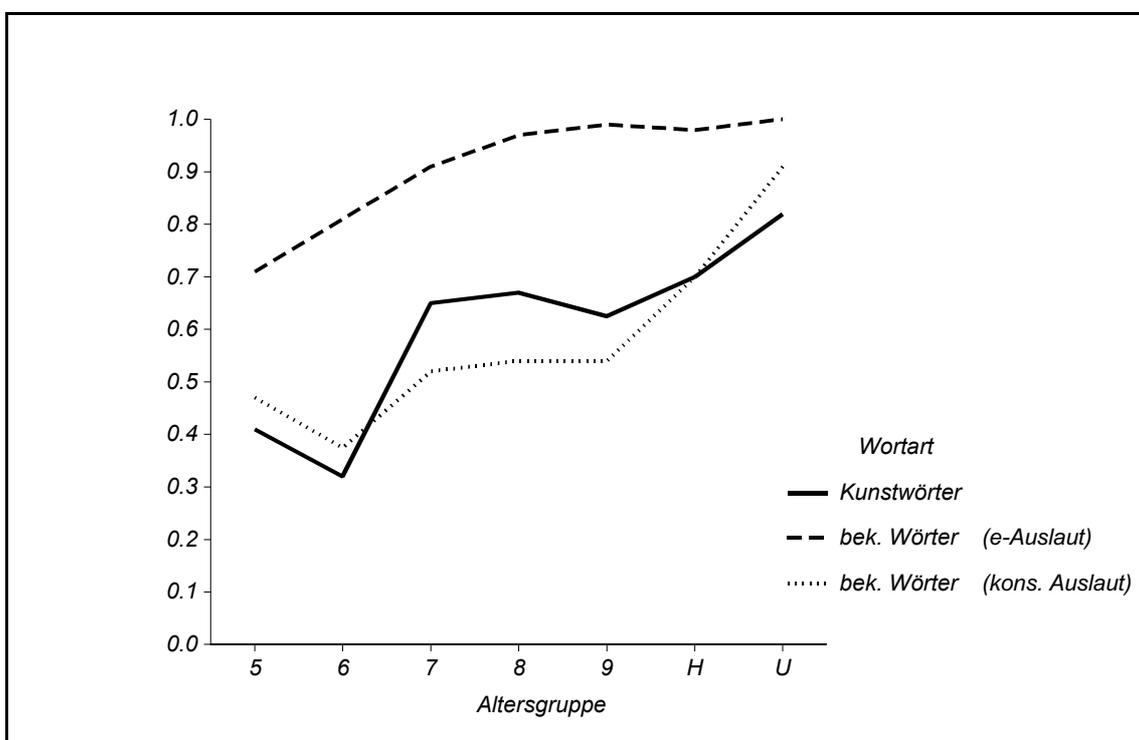
Den Anteil schwach flektierender Versuchspersonen (Versuchspersonenindex) für die drei Wortarten in Abhängigkeit vom Alter zeigt Abbildung 3.18. Eine Altersentwicklung dieses Indexes ist nur bei den Kunstwörtern und den bekannten Wörtern mit konsonantischem Auslaut vorhanden. Bei den bekannten Maskulina auf Schwa bildeten alle Versuchspersonen schwach flektierte Kasusformen, während bei den beiden anderen Wortarten knapp die Hälfte der fünfjährigen und über ein Drittel der sechsjährigen Kinder nicht schwach flektierten. Dieser Anteil fiel mit sieben Jahren auf unter ein Fünftel und erreichte bei den bekannten Wörtern mit konsonantischem Auslaut im Alter von 8 das Niveau der bekannten Wörter mit Schwa-Auslaut. Auch in den höheren Altersgruppen fanden sich Versuchspersonen, die Kunstwörter auf Schwa niemals schwach flektierten.

3.8.6.2. Selektivität

Bei keiner der drei Wortarten wurden in den jüngsten Altersgruppen alle Stimuluswörter schwach flektiert (Abbildung 3.19). Für die bekannten Wörter auf -e war dies der am stärksten die

Altersentwicklung bestimmende Faktor. Auch für die Kunstwörter zeigte sich der Entwicklungssprung zwischen den Altersstufen 6 und 7 hier am deutlichsten, wenn auch die Zunahme der Zahl der schwach flektierenden Versuchspersonen ebenfalls zwischen diesen Altersstufen am stärksten war. Der Verlauf der Entwicklung für bekannte Wörter mit konsonantischem Auslaut war eher mit dem der Kunstwörter als mit dem der anderen bekannten Wörter vergleichbar. Von den Wörtern mit konsonantischem Auslaut werden jedoch in den Altersstufen 7-9 relativ weniger schwach flektiert als von den Kunstwörtern.

Abbildung 3.19. Altersentwicklung des Wortindexes

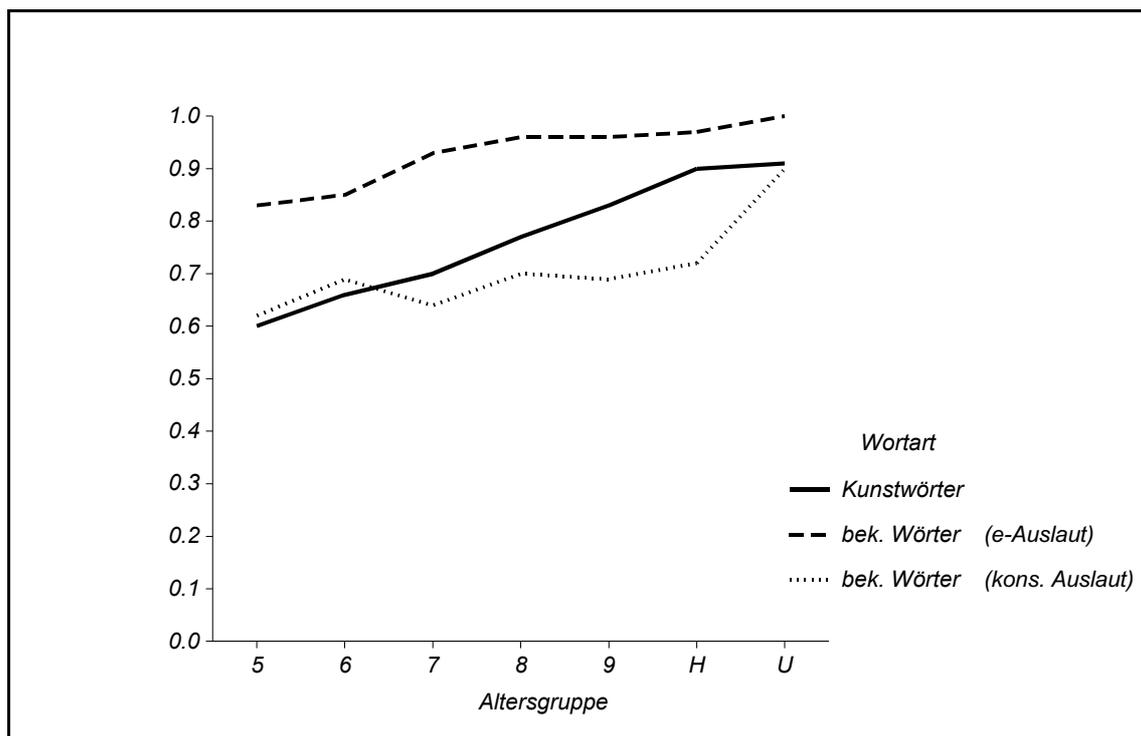


3.8.6.3. Optionalität

Bei den bekannten Wörtern mit Schwa-Auslaut, bei denen mindestens einmal schwach flektierte Kasusformen gebildet wurden, war der Wortformenindex, d.h. der Anteil der schwach flektierten Kasusformen an allen Formen in Dativ- oder Akkusativkontexten, in allen Altersstufen signifikant höher als bei den beiden anderen Wortarten (Abbildung 3.20). Im Vergleich zu den älteren Kindern und den Erwachsenen markierten die fünf- und sechsjährigen Kinder den Kasus noch nicht vollkommen konsequent. Im Gegensatz zu den beiden anderen Indizes fand sich für Kunstwörter und bekannte Wörter mit konsonantischem Auslaut beim Wortformenindex kein

deutlicher Entwicklungssprung zwischen den Altersstufen 6 und 7. Vielmehr verringerte sich die Optionalität der schwachen Flexion bei den Kunstwörtern linear bis zum Erwachsenenalter. Der Index der Kunstwörter wurde in den Altersgruppen 9 und H signifikant höher als bei den bekannten Wörtern mit konsonantischer Endung. Bei letzteren fanden sich mit Ausnahme der Studenten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

Abbildung 3.20. Altersentwicklung des Wortformenindex

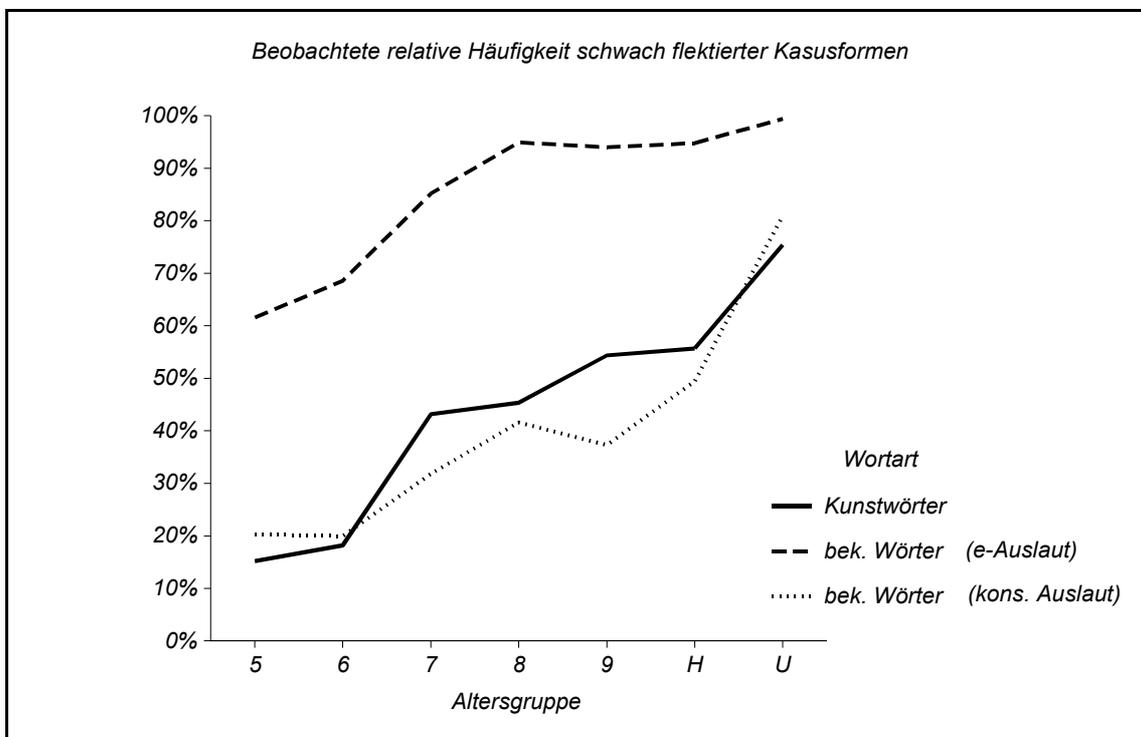
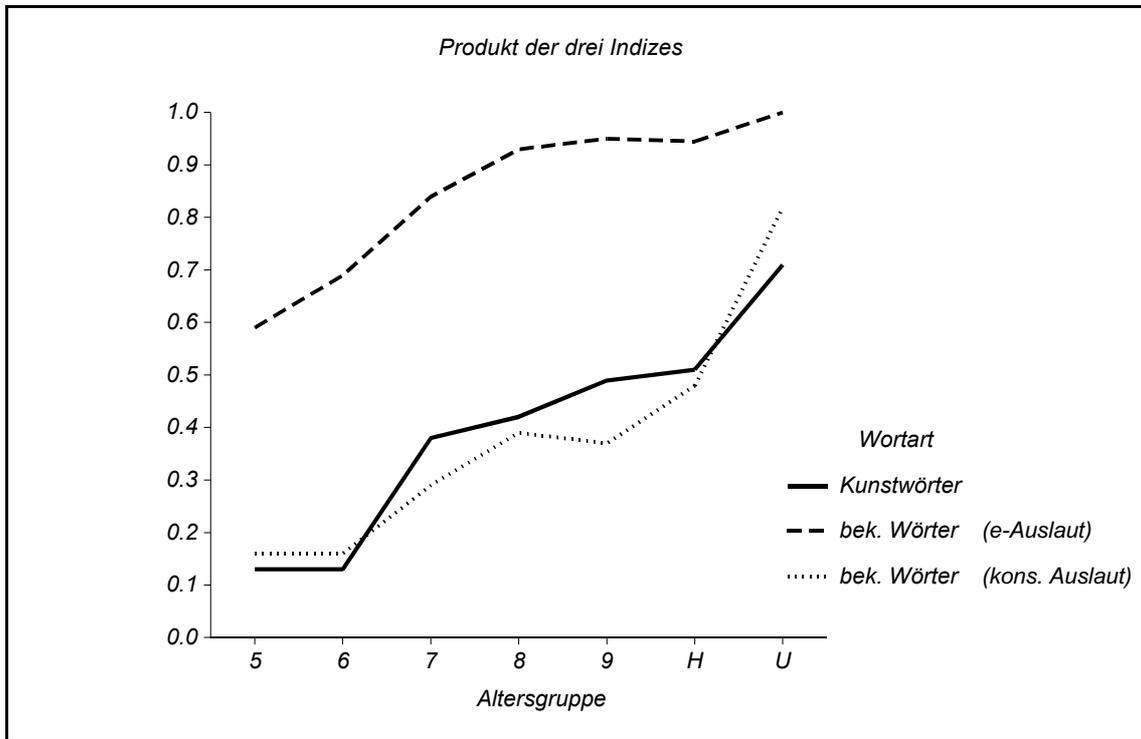


3.8.6.4. Zusammenwirken der drei Faktoren

Vergleicht man die Altersentwicklung des Produktes der drei Indizes mit der Altersentwicklung der relativen Häufigkeit der schwach flektierten Kasusformen (Abbildung 3.21, siehe auch Abbildung 3.12), so zeigt sich, daß die wesentlichen Charakteristika der Altersentwicklung für alle Wortformen durch die Kombination der Faktoren 'Anteil schwach flektierender Versuchspersonen', 'Selektivität' und 'Optionalität' erfaßt werden. Für bekannte Wörter mit Schwa-Auslaut sind dies der hohe Anteil schwacher Flexion bereits bei den Fünfjährigen, gefolgt von einem linearen Anstieg bis zur schwachen Flexion nahezu aller Kasusformen im Alter von acht Jahren.

Abbildung 3.21.

Vergleich der Altersentwicklung des Produktes der drei Indizes und der relativen Häufigkeit schwach flektierter Kasusformen



Für die beiden anderen Wortarten sind das niedrige Niveau der schwachen Flexion bei den Fünf- und Sechsjährigen, sowie - sieht man von den Studenten ab - ein niedrigeres Endniveau charakteristisch. Bei beiden Wortarten verläuft die Entwicklungskurve nicht linear, sondern zeigt einen sprunghaften Anstieg der Flexionsrate zwischen den Altersstufen 6 und 7 bei Kunstwörtern bzw. 6 und 8 bei bekannten Wörtern mit konsonantischem Auslaut.

Bei Betrachtung der einzelnen Indizes zeigt sich jedoch, daß der Eindruck eines insgesamt recht ähnlichen Entwicklungsverlaufes der beiden letzteren Wortarten täuscht. Etwa ab der Altersstufe 7 verlaufen die Einzelindizes deutlich unterschiedlich, wobei die ähnlichen Flexionsraten durch einen geringen Anteil nicht schwach flektierender Versuchspersonen, hohe Optionalität und hohe Selektivität bei bekannten Wörtern mit konsonantischem Auslaut einerseits gegenüber einem höheren Anteil nicht schwach flektierender Versuchspersonen bei niedrigerer Optionalität und Selektivität bei Kunstwörtern andererseits zustande kommen.

Diskussion. Alle Kinder der jüngsten Altersgruppe bilden schwach flektierte Kasusformen von bekannten Wörtern (Schwa-Auslaut), jedoch nur etwa die Hälfte der Kinder flektiert auch Kunstwörter oder bekannte Wörter mit konsonantischem Auslaut schwach. Es ist daher anzunehmen, daß zumindest bei einem großen Teil der Fünfjährigen die schwache Flexion in Form lexikalisierte Kasusformen auf -n repräsentiert ist. Da das Auswendiglernen solcher Formen Wort für Wort erfolgt, und einmal gelernte Formen immer angewendet werden sollten³⁰, wäre ein Lernfortschritt also eher bei der Selektivität als bei der Optionalität zu erwarten. Dies ist in der Tat so. Die Fünfjährigen flektieren noch nicht alle im Experiment angebotenen Wörter schwach, und der Zuwachs an schwach flektierten Kasusformen bis zum Alter von acht Jahren ist hauptsächlich durch das Hinzukommen weiterer Wörter bedingt. Es scheinen jedoch nicht alle Kinder der jüngsten Altersgruppen *rote-learner* zu sein, da immerhin die Hälfte zumindest gelegentlich auch Kunstwörter schwach flektiert. Sofern jüngere Versuchspersonen dies taten, geschah es deutlich inkonsequenter als bei den bekannten Wörtern auf Schwa. Berücksichtigt man außerdem, daß die n-Endung auch bei den jüngsten Versuchspersonen bereits genusspezifisch

³⁰Jedenfalls dann, wenn man vom 'Prinzip des Einfacheintrags' (Pinker, 1984; Lebeaux, 1982; Clahsen, 1988) ausgeht. Dieses Prinzip besagt, daß bei einem wortspezifischen Paradigma eine durch bestimmte grammatische Merkmale definierte Zelle des Paradigmas nicht (oder allenfalls temporär) gleichzeitig mit zwei verschiedenen Wortformen besetzt sein kann. Neben einer Wortform *Affen* mit den Merkmalen [-Nom, -PI] kann also nicht gleichzeitig eine Wortform *Affe* mit den gleichen Merkmalen existieren.

verwendet wird, wie in Abschnitt 3.8.4.2 gezeigt, so scheint die schwache Flexion bei diesen Versuchspersonen als optionale Regel repräsentiert zu sein. Interessanterweise werden die im Deutschen nur optional schwach flektierten Referenznomina mit konsonantischem Auslaut von den jüngeren Versuchspersonen ähnlich behandelt wie die Kunstwörter und nicht etwa wie die bekannten Wörter auf Schwa. Obwohl schwach flektierte Formen dieser Wörter im Input der Kinder vorgekommen sein müssen, spricht die inkonsequente n-Affigierung gegen ein größeres Ausmaß an Lexikalisierung von schwach flektierten Kasusformen dieser Wörter. Offenbar wird die Lexikalisierung durch die Optionalität der schwachen Flexion im Input verhindert. Während die Optionalität der Wörter mit konsonantischem Auslaut auch in späteren Altersstufen erhalten bleibt³¹, ist dies bei den Kunstwörtern nicht der Fall. Beginnend mit der Altersstufe 7 werden sie konsequenter kasusmarkiert als die optionalen Referenznomina. Demnach geht der sprunghafte Anstieg schwach flektierter Kasusformen von Kunstwörtern nicht nur darauf zurück, daß mehr Kinder überhaupt eine Regularität entdeckt haben, die sie in die Lage versetzt, auch unbekannte Wörter schwach zu flektieren, sondern auch darauf, daß mehr Kinder entdeckt haben, daß diese Regel obligatorisch anzuwenden ist.

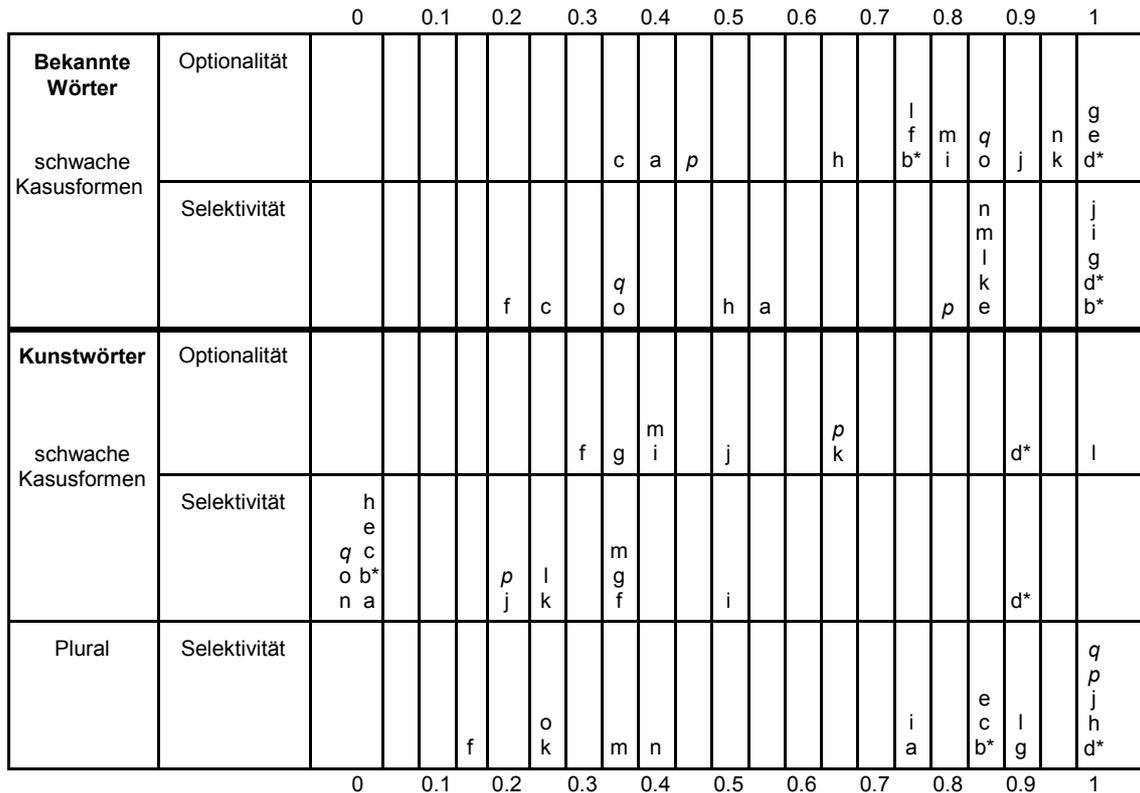
3.8.7. Einzelanalyse der Versuchspersonen

In den bisher dargestellten Ergebnissen fanden sich mehrfach Hinweise darauf, daß die Versuchspersonen einer Altersgruppe in ihrem Flexionsverhalten nicht homogen sind. So gab es in jeder Altersgruppe einen Anteil von ca. 15-20% nicht markierter Pluralformen bei Kunstwörtern, bei dem vermutet wurde, daß er auf 'konservative' Sprecher zurückzuführen ist. Auch wurde bereits gezeigt, daß der Rückgang der Anzahl nicht schwach flektierender Probanden zum Teil für die Altersentwicklung der schwachen Flexion verantwortlich ist, daß jedoch auch unter den älteren Kindern und Erwachsenen einige Probanden waren, die Kunstwörter niemals schwach flektierten. Der Nachweis, daß es *dieselben* Probanden waren, die bei Kunstwörtern weder schwach flektierten noch den Plural markierten, konnte bei den Gruppenanalysen aufgrund der fehlenden Möglichkeit zur Identifikation einzelner Individuen aber nicht erbracht werden.

³¹Eine Ausnahme bildeten dabei die Studenten, die auch Wörter mit konsonantischem Auslaut sehr konsequent schwach flektierten. Vermutlich ist die Verwendung der schwachen Flexion bei den 'optionalen' Nomina registerabhängig. In 'gebildetem' oder 'höflichem' Deutsch wird öfter schwach flektiert (vgl. Fußnote 15).

Ebenso ist eine Einzelanalyse notwendig, um unter den Probanden, die schwach flektierte Kasusformen bekannter Wörter bilden, zwischen solchen, die die Kasusformen einzelner Wörter lexikalisiert haben, und solchen, die eine Regularität der schwachen Flexion entdeckt haben, unterscheiden zu können.

Abbildung 3.22. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 5 (n = 17)



Für jede Versuchsperson wurden daher der Wortindex und der Wortformenindex für die schwache Flexion der bekannten Wörter und der Kunstwörter sowie der Wortindex der Bildung des n-Plurals bei Kunstwörtern bestimmt. Die Abbildungen 3.22 - 3.24 zeigen die Verteilungen der Indexwerte in den Altersgruppen 5, 7 und H³². Den Versuchspersonen jeder Altersgruppe wurden Buchstaben zugeordnet, deren Positionen auf einer Skala von 0 bis 1 die Werte der Indizes anzeigen. Theoretisch lassen sich verschiedene Sprechertypen anhand einer solchen Streuungsdarstellung unterscheiden. Ein 'konservativer' Sprecher flektiert Kunstwörter überhaupt

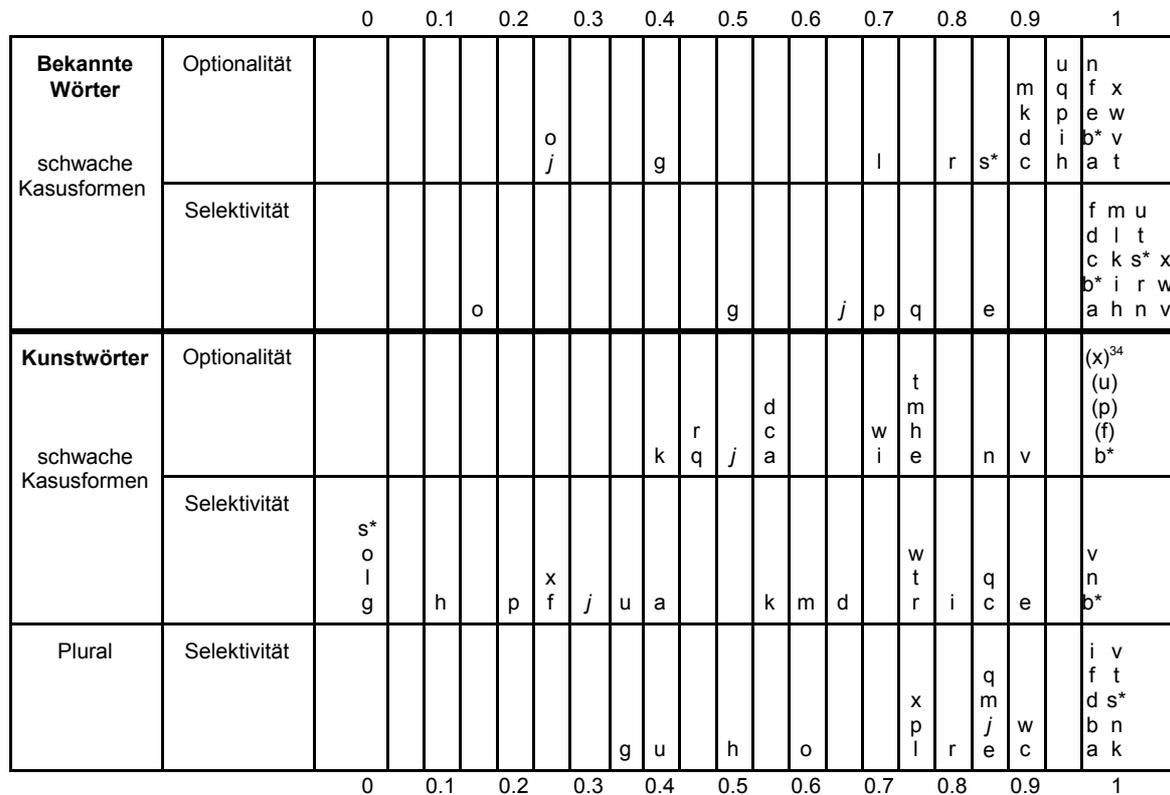
³²Eine Übersicht über alle Altersgruppen findet sich im Anhang, Abbildungen A4-A10.

nicht, d.h. er bildet weder Plural noch schwach flektierte Kasusformen. Ein Sprecher, der schwach flektierte Formen lexikalisiert hat, aber nicht über eine Regel verfügt, flektiert bekannte Wörter schwach (hoher Wortindex), Kunstwörter aber nicht (niedriger Wortindex). Im Gegensatz zu einem 'konservativen' Sprecher bildet er aber Pluralformen von Kunstwörtern (hoher Wortindex). Bei Sprechern, die die schwache Flexion generalisieren, lassen sich wiederum solche, die die zugrundeliegende Regularität nur fakultativ anwenden, von solchen unterscheiden, die dies obligatorisch tun. Letztere haben relativ hohe Wortformenindizes, erstere eher niedrige, da sie zwar viele Wörter aber nicht alle Kasusformen in diesen Wörtern schwach flektieren.

Betrachtet man die Streuungsdarstellung der Fünfjährigen (Abbildung 3.22), so fällt zunächst auf, daß die Gruppe bezüglich der schwachen Flexion der bekannten Wörter sehr inhomogen ist. Die bisher festgestellte relative Häufigkeit der schwach flektierten Kasusformen von etwa 60% für die gesamte Altersgruppe entspricht nicht dem Wert der meisten Versuchspersonen, vielmehr ist eine Zweiteilung in vielflektierende und wenigflektierende Kinder zu beobachten. Anhand der oben entwickelten Kriterien lassen sich in beiden Gruppen Individuen mit lexikalisierten Kasusformen ('Auswendiglerner') und solche mit einer generalisierbaren Regel ('Produktive') identifizieren. Betrachtet man beispielsweise die Kinder *b* und *d* (markiert durch *), die beide alle bekannten Wörter schwach flektierten und den Plural der Kunstwörter in den meisten Fällen bildeten, so zeigt sich, daß *d* auch Kunstwörter in hohem Maße schwach flektierte. Für dieses Kind, als einzigem der Altersgruppe, war die schwache Flexion eine obligatorische Regel³³. Im Gegensatz dazu bildete *b* keine schwach flektierten Kasusformen von Kunstwörtern, hatte also vermutlich die schwach flektierten Formen der bekannten Wörter auswendig gelernt. Zwei der wenig flektierenden Kinder, *p* und *q* (kursiv) unterschieden sich in ähnlicher Weise. Das Kind *q* war ein *rote-learner*, der im Gegensatz zu *b* nur etwa bei einem Drittel der bekannten Wörter des Experimentes schwach flektierte Formen lexikalisiert hatte, diese jedoch weitgehend konsequent anwendete. Das Kind *p* bildete zwar ähnlich viele schwach flektierte Formen wie *q*, diese waren aber über mehr Wörter gestreut, die nur optional flektiert wurden. Im Gegensatz zu *q* und anderen Auswendiglernern wie *a*, *c* und *h* bildete *p* auch bei Kunstwörtern schwach flektierte Formen, so daß sich annehmen läßt, daß bei diesem Kind die schwache Flexion als optionale Regel repräsentiert war.

³³Interessanterweise hat dieses Kind keine schwach flektierten Kasusformen bei konsonantisch auslautenden bekannten Wörtern gebildet, so daß der Anwendungsbereich der Regel bei ihm tatsächlich auf Schwa auslautende Maskulina beschränkt ist.

Abbildung 3.23. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 7 (n = 24)



Bei den siebenjährigen Kindern hat sich das Bild für die bekannten Wörter insofern geändert, als es nur noch 3 wenig flektierende Kinder gibt, während die anderen Kinder alle bekannten Wörter und fast alle Kasusformen schwach flektieren. Wieder lassen sich bei den viel flektierenden Kindern Auswendiglerner wie *s* (*) von solchen mit einer obligatorischen Regel wie *b* (*) unterscheiden. Von den Wenigflektierenden sind *o* und *g* vermutlich Auswendiglerner³⁵, während *j* (kursiv) in gewissem Maße auch Kunstwörter flektiert und deshalb möglicherweise über eine optionale Regel verfügt.

³⁴Bei Probanden, bei denen bei jedem schwach flektierten Wort nur eine Kasusform vorkam, war der Wortformenindex trivialerweise 1, ohne daß daraus auf einen obligatorischen Status der schwachen Flexion geschlossen werden könnte. Dies ist in allen Streuungsdarstellungen durch Klammern angedeutet.

³⁵Wobei *g* allerdings bei Kunstwörtern auch sehr wenig Pluralformen bildet, so daß dieses Kind auch ein 'konservativer' Sprecher sein könnte.

Abbildung 3.24. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe H (n = 16)

Hauptschule (n = 16)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
Bekante Wörter schwache Kasusformen	Optionalität											g o f n e l c i a h p	
	Selektivität									d*	b	m	k j
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität												l j h (f) o a n
	Selektivität	m k g		b	a					b	c	e	p i d*
Plural	Selektivität						g b						n l j i (f)
									k				d* h p m c a

Auch in einem Alter, in dem der Spracherwerb als abgeschlossen angesehen werden kann (16 und 17jährige Hauptschüler) sind noch verschiedene Sprechertypen nachzuweisen (Abbildung 3.24). Von den drei Versuchspersonen *m*, *k* und *g*, die Kunstwörter nicht schwach flektieren, bilden *k* und *g* bei Kunstwörtern auch nur wenig Pluralformen, so daß sie vermutlich 'konservative' Sprecher sind, bei denen über den Status der schwachen Flexion nichts gesagt werden kann. Bei Versuchsperson *m* (kursiv) dagegen findet sich eine Dissoziation zwischen Pluralbildung und schwacher Flexion bei Kunstwörtern, so daß diese Versuchsperson die schwach flektierten Formen der bekannten Wörter vermutlich lexikalisiert hat. Einer der erwachsenen Probanden (*d**) bildete nur optional schwach flektierte Kasusformen für bekannte Wörter.

Diskussion. Lediglich ein erwachsener Proband der Hauptschulgruppe produzierte bei bekannten maskulinen Wörtern auf Schwa Kasusformen, die nicht schwach flektiert waren. Es kann also davon ausgegangen werden, daß im Untersuchungsgebiet keine bezüglich der schwachen Flexion von der Hochsprache abweichende dialektale Variante gesprochen wird.

Wenn auch nicht jede Versuchsperson eindeutig einem der erwarteten Profile zuzuordnen war, so erbrachte die Einzelanalyse doch insgesamt den noch fehlenden Nachweis, daß die bei der Interpretation der Gruppendaten angenommenen Typen von Sprechern bzw. Lernern tatsächlich in einzelnen Individuen realisiert sind. So fanden sich in allen Altersgruppen Versuchspersonen, die dem Profil des 'konservativen' Sprechers entsprachen, d.h. unbekannte Wörter weder plural- noch kasusmarkierten. Die beim Design des Experimentes gemachte Annahme, daß die Pluralelizitation in den untersuchten Altersgruppen ein valides Maß für die unspezifische Bereitschaft zur Flexion von Kunstwörtern ist, wird dadurch bestätigt, daß in keinem Fall eine geringe Anzahl Pluralmarkierungen von unbekanntem Wörtern mit einer hohen Anzahl von Kasusmarkierungen einherging.

Es fanden sich in jeder Altersgruppe Versuchspersonen, deren Flexionsverhalten den verschiedenen möglichen Repräsentationen der schwachen Flexion, d.h. Lexikalisierung, optionale und obligatorische Regel, entsprach, wobei die Altersentwicklung sich als Wechsel der vorherrschenden Repräsentation darstellte. Während die meisten der jüngeren Kinder kasusmarkierte Formen lexikalisiert hatten, einige über eine optionale Regel verfügten und nur ein Kind die schwache Flexion als obligate Regel behandelte, fanden sich bei den älteren Kindern immer weniger 'Auswendiglerner' und immer mehr 'Regelanwender'. Bei den meisten Erwachsenen schließlich entsprach die Repräsentation der schwachen Flexion einer obligaten Regel. Überraschenderweise gab es jedoch in beiden Erwachsenengruppen noch Individuen, die dem Profil des 'Auswendiglerners' entsprachen, d.h. alle bekannten Wörter zielsprachlich korrekt schwach flektierten und unbekannte Wörter zwar pluralmarkierten, aber nicht schwach flektierten. Diese Versuchspersonen belegen die Möglichkeit, daß die individuelle Repräsentation einer sprachlichen Regel nicht unbedingt eine Regel im psychologischen Sinne sein muß. Sofern die sprachliche Regel nur einen begrenzten Anwendungsbereich hat, wie es bei der schwachen Flexion der Fall ist, kann das am Beginn des Spracherwerbs übliche lexikalische Lernen bis ins Erwachsenenalter erhalten bleiben und für eine regelentsprechende Performanz ausreichen. Angesichts dieser Möglichkeit ist es vielleicht noch bemerkenswerter, daß trotz der bereits sehr guten Performanz (im Sinne der korrekten Flexion der bekannten Wörter) bei den 'Auswendiglernern' in den Altersgruppen 7-9 offenbar viele bis zum Abschluß des Spracherwerbs doch noch die Regularität der schwachen Flexion entdecken und zu einer Repräsentation als obligate (psychologische) Regel übergehen. Eine notwendige Voraussetzung dafür ist die ständige Bereitschaft zur Reanalyse des Lexikonbestandes.

3.8.8. Einzelanalyse der Stimuli

Die Stimuluswörter waren so ausgewählt, daß sie sich weder mit existierenden Wörtern der schwachen Flexionsklasse noch mit existierenden hochfrequenten Feminina reimten. Da die Stimuluswörter natürlich klingen sollten, war jedoch zu erwarten, daß sie dennoch phonologische Ähnlichkeiten mit existierenden Wörtern aufwiesen, die als Basis einer assoziativen Verknüpfung dienen konnten. Um den möglichen Einfluß phonologisch ähnlicher Wörter abschätzen zu können, wurden die Versuchspersonen am Ende des Experimentes gebeten, zu jedem Stimuluswort ein ähnlich klingendes Wort zu nennen.

Im Durchschnitt fiel zu jedem der Stimuluswörter 59.6% der Versuchsteilnehmer ein Assoziationswort ein. In Tabelle 3.8 sind die drei häufigsten Assoziationswörter für jedes Stimuluswort aufgelistet. Außer dem Assoziationswort 'Biene', das von mehr als zwei Dritteln der Versuchspersonen zum Stimulationswort *Biede* genannt wurde, fand sich keine dominierende Assoziation³⁶. Zu den meisten Stimuluswörtern wurden u.a. auch Feminina auf Schwa assoziiert, dagegen gehörte keines der Assoziationswörter der schwachen Flexionsklasse an.

Tabelle 3.8. Assoziationswörter auf die Frage:
"Welches Wort klingt so ähnlich wie ...?"

	Häufigste Assoziationswörter				Anzahl Types	Anzahl Tokens (von 129 möglichen)		
<i>Nötte</i>	Nutte	7	Noten	3	Hütte	3	23	36
<i>Biede</i>	Biene	86	Bibel	3	bieder	3	18	110
<i>Donke</i>	Onkel	15	danke!	14	dunkel	7	24	61
<i>Malde</i>	Wald(e)	17	Malve(n)	12	malen	5	26	68
<i>Schürbe</i>	Schürze	17	Scherbe	14	Schirm(e)	10	26	94
<i>Tepe</i>	Tee	27	Theke	8	Pepe	5	31	76
<i>Scheube</i>	Scheune	16	Scheibe	13	scheu	9	29	76
<i>Pudde</i>	Pudding	42	Pudel	8	Pute(n)	8	22	90
<i>Zeppe</i>	Zeppelin	42	Zecke	8	Treppe	7	21	91
<i>Stoke</i>	Stock	24	Stuhl	12	stinke(n)	4	26	74
<i>Gefte</i>	Gift(e)	18	Säfte	11	Gäste	9	24	70
<i>Hübbe</i>	hüpf(en)	20	Hubbel	5	Schüppe	5	34	76

³⁶Auffällig war allerdings die sehr geringe Anzahl der genannten Assoziationswörter zu dem Stimulationswort *Nötte*. Es ist zu vermuten, daß über die 7 Nennungen von 'Nutte' hinaus viele der Versuchspersonen, denen zu diesem Wort "nichts" einfiel, das gleiche assoziierten, dies jedoch wegen der Anstößigkeit des Wortes nicht äußerten.

Die Einzeldarstellung des relativen Anteils der schwach flektierten Kasusformen bezogen auf die Gesamtzahl der Kasusformen mit einem maskulinen Artikel (Tabelle 3.9) ergab keinen systematischen Zusammenhang mit den genannten Assoziationswörtern. Trotz der starken phonologischen Assoziation mit 'Biene' wurde *Biede* am häufigsten schwach flektiert. Dagegen wurde das am seltensten schwach flektierte Stimuluswort, *Hübbe*, überwiegend mit einem Verb ('hüpfen') assoziiert, so daß kein Einfluß auf die Kasusmarkierung anzunehmen ist.

Tabelle 3.9. Schwache Flexion bei einzelnen Stimuluswörtern (Prozentwerte bei weniger als hundert maskulinen Kasusformen sind in Klammern gesetzt)

	Anzahl der maskulinen Kasusformen	Anteil der Kasusformen mit n-Endung (%)
<i>Nötte</i>	440	49.1
<i>Biede</i>	141	61.7
<i>Donke</i>	405	42.2
<i>Malde</i>	251	55.4
<i>Schürbe</i>	50	(42.0)
<i>Tepe</i>	119	37.8
<i>Scheube</i>	304	45.4
<i>Pudde</i>	149	49.7
<i>Zeppe</i>	310	34.5
<i>Stoke</i>	369	48.5
<i>Gefte</i>	17	(52.9)
<i>Hübbe</i>	165	24.2
<i>Junge</i>	547	86.8
<i>Riese</i>	544	84.6
<i>Affe</i>	659	84.1
<i>Drache</i>	663	86.6
<i>Hase</i>	538	87.4
<i>Löwe</i>	661	86.2
<i>Bär</i>	314	33.4
<i>Marsmensch</i>	268	40.7
<i>Astronaut</i>	277	53.4
<i>Elefant</i>	315	41.3
<i>Colaautomat</i>	254	51.6
<i>Magnet</i>	164	30.5

Tabelle 3.9 enthält darüberhinaus die relativen Anteile der schwach flektierten Kasusformen für die einzelnen bekannten Stimuluswörter. Während diese bei den bekannten Wörtern auf Schwa

auf gleichmäßig hohem Niveau lagen, wurden von den bekannten Wörtern mit konsonantischer Endung *Bär* und *Magnet* in besonders geringem Maße schwach flektiert³⁷.

Diskussion. Die weitgehende Vermeidung von Reimübereinstimmung mit existierenden Wörtern stellte unter der Annahme einer ähnlichkeitsbasierten Repräsentation der schwachen Flexion theoretisch einen gegen die schwache Flexion gerichteten Bias dar. Aufgrund der zahlenmäßigen Ungleichheit maskuliner und femininer Wörter auf Schwa war zu erwarten, daß phonologische Ähnlichkeiten anderer Art, insbesondere lexikalische Nachbarschaft (Austausch eines Phonems, z.B. Biede - Biene), am ehesten zu Feminina bestehen würden. Unter der Annahme eines Zusammenhangs zwischen der Wahrscheinlichkeit der schwachen Flexion und der Flexionsklassenzugehörigkeit der assoziierten existierenden Wörter hätten Stimuluswörter, zu denen ausschließlich Feminina auf Schwa assoziiert wurden, gar nicht oder in geringerem Maße schwach flektiert werden müssen. Dafür fand sich in der Analyse der einzelnen Stimuluswörter kein Anhalt. Zwar waren unter den assoziierten Wörtern auf Schwa tatsächlich nur Feminina, dies verhinderte aber offensichtlich nicht die schwache Flexion der Stimuli, wenn ihnen das Genus Maskulinum zugewiesen wurde.

Im Gegensatz zu den bekannten Maskulina auf Schwa, die keine Variation im Ausmaß der schwachen Flexion aufwiesen, wurden die Wörter mit konsonantischer Endung nicht nur insgesamt weniger schwach flektiert, sondern es fanden sich auch wortspezifische Unterschiede. Offenbar ist bei den Wörtern *Bär* und *Magnet* der Verlust der schwachen Flexion besonders weit fortgeschritten³⁸.

³⁷Die geringere Anzahl maskuliner Kasusformen des Stimuluswortes *Magnet* erklärt sich dadurch, daß es häufig im Neutrum gebraucht wurde.

³⁸Im aktuellen Duden sind bei *Magnet* nicht aber bei *Bär* bereits starke und schwache Flexion zugelassen.

4. Computersimulationen des Erwerbs der schwachen Substantivdeklinaton³⁹

Die im folgenden beschriebenen Computersimulationen des Erwerbs der schwachen Deklination sollten deren Erlernbarkeit und Generalisierbarkeit durch verschiedene Typen von künstlichen neuronalen Netze prüfen, um Vergleichsdaten für den Erwerb der schwachen Deklination durch menschliche Sprecher zu erhalten. Der Erwerb der schwachen Deklination wurde daher unter möglichst realistischen Inputbedingungen simuliert, d.h. schwach flektierte Wörter kamen im Trainingskorpus nicht häufiger vor als im natürlichen Input menschlicher Sprachlerner.

Die für die Simulationen verwendeten Netzwerke entsprachen drei Grundtypen von neuronalen Netzen. Es war nicht das Ziel, ein für den Erwerb der schwachen Deklination optimiertes Netzwerk zu finden, sondern Einsicht in das Verhalten von Standardnetzwerken beim Erlernen einer niedrigfrequenten merkmalsabhängigen morphologischen Regularität zu bekommen.

4.1. Trainingskorpus

Grundlage für die Erstellung des Trainingskorpus war das über vier Monate aufgezeichnete aktive Vokabular von zehn Kindern (5;6 - 6;0, Augst, 1984). Von den insgesamt etwa 15000 Worttypen dieser Wortliste waren 6364 Nomina. In dem Datenmaterial war die Anzahl der Worttokens nicht enthalten, da das Vorkommen eines Wortes bei einem Kind wurde immer nur einmal registriert wurde. Die Wortfrequenz, d.h. die Anzahl der Tokens eines Nomens, wurde daher auf der Basis seiner sogenannten lexikalischen Dispersion, d.h. bei wie vielen der zehn Kinder es vorkam, geschätzt. Die Schätzung erfolgte mit einer anhand eines wahrscheinlichkeitstheoretischen Modells entwickelten Methode (Indefrey & Baayen, 1994) nach der Formel⁴⁰:

³⁹Die Computersimulationen wurden in Zusammenarbeit mit Rainer Goebel (TU Braunschweig) in dem von ihm entwickelten Simulationsprogramm NEUROLATOR (Goebel, 1995) durchgeführt (Indefrey & Goebel, 1993). Fragestellungen, Erstellung der Trainings- und Testkorpora, Auswertung und Interpretation der Daten liegen in meiner Verantwortung. (P.I.)

⁴⁰Hierbei wurden aufgrund des gleich langen Sammlungszeitraums gleiche Größen der Subkorpora angenommen. Eine Schätzung mit im Verhältnis zur Anzahl der gesammelten Worttypen variierenden Größen der Subkorpora führte zum gleichen Ergebnis (vgl. Indefrey & Baayen, 1994).

$$f_i = \frac{\ln(1 - \frac{d_i}{k})}{\ln(1 - \frac{1}{k})}$$

(mit f_i =geschätzte Frequenz des Wortes i , d_i = Dispersion, k = Anzahl der Subkorpora, im vorliegenden Falle $k=10$).

Tabelle 4.1. zeigt die geschätzten Wortfrequenzen für die Dispersionen 1 - 9.⁴¹ Aus der ursprünglichen Worttypenliste wurde auf der Grundlage dieser Werte ein frequenzgewichtetes Tokenkorpus ($n=27287$) erstellt, wobei die Anzahl der Tokens eines Wortes der geschätzten Frequenz entsprach.

Tab.4.1. Geschätzte Wortfrequenzen für die Dispersionen der Worttypen aus Augst (1994)

Dispersion	geschätzte Frequenz
1	1
2	2
3	3
4	5
5	7
6	9
7	11
8	15
9	22

Aus diesem Korpus wurde durch zufällige Ziehung bis zum Erreichen von 1000 Worttypen (1349 Tokens) ein Trainingskorpus erstellt. Das Trainingskorpus enthielt 13 (=1,3%) maskuline Nomina auf Schwa, auf die 21 (=1,6%) Tokens entfielen. Unter den schwach zu flektierenden Nomina waren vier der im Elizitationsexperiment verwendeten Wörter (*Affe, Löwe, Junge, Riese*). Für alle Wörter des Korpus wurden kasus- und numerusflektierte Formen gebildet und phonetisch transkribiert. Jedes Segment wurde mit einer vereinfachten Kodierung nach Wurzel (1981) in einen Vektor aus 14 phonetischen Merkmalen überführt (siehe Tabelle A3 im Anhang).

⁴¹Die Formel erlaubt keine Schätzung der Wortfrequenz bei Wörtern, die in allen Subkorpora vorkommen, da $\ln(0)$ nicht definiert ist. Dies entspricht dem Umstand, daß das Vorkommen in jedem Subkorpus für *alle* Wörter mit Wortfrequenzen > 22 zu erwarten ist. Wörter mit Dispersion 10 waren im Tokenkorpus mit 23 Tokens vertreten.

Zusätzlich erhielt jedes Item des Trainingskorpus ein Frequenzgewicht, eine Genuskodierung und eine semantische Kodierung als 'unbelebt', 'belebt', 'belebt + männlich' oder 'belebt + weiblich'. Kasus- und Numerusformen wurden entsprechend ihrer Häufigkeit in der gesprochenen Sprache trainiert (Nom.Sg.= 50%, Dat.Sg.= 11%, Akk. Sg.= 17%, Plural = 22%; vgl. Meier, 1967).

4.2. Durchführung der Simulation

Jedes der im folgenden Abschnitt beschriebenen Netzwerke wurde unter Verwendung der Back-Propagation-Regel⁴² (Rumelhart, Hinton & Williams, 1986) mit dem gesamten Trainingskorpus trainiert. Die Aufgaben galten für die Trainingsitems als gelernt, wenn die Aktivierungen aller Output-Units weniger als 0.1 vom vorgegebenen Wert (0 oder 1) abwichen. Das Training wurde in Abhängigkeit vom Gesamtfehlerwert zu verschiedenen Zeitpunkten unterbrochen, um das Flexionsverhalten der Netzwerke mit einem Testkorpus zu prüfen. Dabei wurden die Testitems zusammen mit der Information über die zu bildende Form (Dativ, Akkusativ oder Plural) als Input angeboten und der Output der Netzwerke im jeweiligen Trainingszustand registriert. Das Testkorpus enthielt die zwölf im Elizitationsexperiment verwendeten Kunstwörter (je vier Maskulina, Feminina und Neutra mit den semantischen Merkmalen männlich, weiblich, belebt und unbelebt), sowie je vier 'bekannte', d.h. im Trainingskorpus enthaltene Wörter, mit Schwa-Auslaut (*Affe, Löwe, Junge* und *Riese*) und mit konsonantischem Auslaut (*Prinz, Polizist, Mensch* und *Bär*). Auch die bekannten Wörter wurden, soweit möglich, unter dem Gesichtspunkt ausgewählt, daß sie mit den im Elizitationsexperiment verwendeten Wörtern identisch sein sollten, um wortspezifische Unterschiede im Erwerb der schwachen Flexion ausschließen zu können. Bei den Wörtern mit konsonantischem Auslaut gelang dies nur teilweise, da von den Wörtern des Elizitationsexperiments nur *Mensch* und *Bär* im zufällig gezogenen Trainingskorpus vertreten waren.

⁴²Das Prinzip dieses Algorithmus besteht darin, die Abweichung der vom Netzwerk produzierten Aktivierung der Output-Units von einem vorgegebenen Wert zu erfassen und die Gewichte der Verbindungen zwischen den Units des Netzwerkes so zu verändern, daß die Abweichung minimiert wird. Bei aus mehreren Schichten bestehenden Netzwerken erfolgt diese Korrektur rückwärts ('back-propagation'), d.h. von outputnahen Verbindungen zu inputnahen Verbindungen. Die Berechnung des Fehlerwertes mit anschließender Korrektur erfolgt bei jedem Item des Trainingskorpus. Das Durchlaufen aller Items des Trainingskorpus ist ein Lernzyklus. Vgl. auch die ausführliche Behandlung der neuronalen Netzwerke in Kapitel 1.2.2.

4.3. Netzwerke

Es wurden drei Netzwerktypen bezüglich ihres Flexionsverhaltens getestet: ein Feedforward-Netzwerk, ein rekurrentes Netzwerk und ein rekurrentes Netzwerk mit Kurzzeitspeicher.

4.3.1. Feedforward-Netzwerk

Feedforward-Netzwerke sind der in den bekanntesten konnektionistischen Modellen der Wortflexion verwendete Netzwerktyp (z.B. Rumelhart & McClelland, 1986; MacWhinney et al. 1989). Bei ihnen sind in festen Abschnitten (*slots*) der Inputschicht der phonetische Code des Wortes sowie die zusätzlichen *cues* (Genus, semantische Information, Wortklasse etc.) repräsentiert. Beim Training des Netzes werden im Moment der Aktivierung der Inputunits alle diese Informationen gleichzeitig dargeboten. Die Outputschicht kann in Abhängigkeit von der zu lernenden Aufgabe sehr einfach sein (ja-nein Entscheidungen) oder ähnlich komplex wie die Inputschicht (Produktion flektierter Wortformen). Wie im konnektionistischen Modell von MacWhinney et al. (1989) wurden die Wörter des Trainingskorpus durch eine Feature-Kodierung phonetisch repräsentiert, bei der jedes Segment durch eine feste Anzahl Units dargestellt wird, die entsprechend den phonetischen Merkmalen die Werte 1 oder 0 annehmen⁴³. Die Anzahl der Segment-*slots* hängt vom längsten zu repräsentierenden Wort ab. In der vorliegenden Simulation hatte die Inputschicht acht Segment-*slots*. Ein Nachteil dieser Repräsentation ist, daß bei kürzeren Wörtern einige der *slots* leer bleiben, so daß eine a priori Entscheidung getroffen werden muß, ob kürzere Wörter links- oder rechtsbündig eingelesen werden, d.h. ob die ersten oder die letzten Segmente aller Wörter durch die gleichen Units repräsentiert werden. Da das Lernen in Feedforward-Netzen positionsabhängig erfolgt, kann eine Regularität, die vom Wortauslaut abhängt, nur entdeckt werden, wenn das letzte Segment des Wortes immer an der gleichen Stelle der Inputschicht repräsentiert wird. Bei der vorliegenden Simulation wurden die Trainingsitems daher rechtsbündig eingelesen. Die Kodierung der Inputschicht sah zum Beispiel für das Wort *Affe* und die Aufgabe 'Dativ' folgendermaßen aus⁴⁴:

⁴³In der Kodierung nach Wurzel (1981) sind für Konsonanten und Vokale jeweils nur ein Teil der Merkmale definiert. Nicht definierten Merkmalen wurde ebenfalls der Wert 0 zugeordnet.

⁴⁴Die drei Artikel-Units entsprachen den Artikeln *der*, *die*, *das*. Die vier Semantik-Units entsprachen den Merkmalen *unbelebt*, *belebt*, *männlich*, und *weiblich*, so daß die semantische Information *belebt und weiblich* z.B. durch die Kombination 0 1 0 1 repräsentiert war. Die vier 'Aufgabe'-Units entsprachen *Nominativ*, *Dativ* und *Akkusativ Singular* sowie *Nominativ Plural*.

Artikel	Semantik	phonetische Repräsentation	Aufgabe
1 0 0	0 1 0 0	<-,,-,-,-,/a/,/f/,/θ/>	0 1 0 0
‘der’	‘belebt’	8*14 Units	‘Dativ’

Die Netzwerke wurden zunächst mit der einfacheren Aufgabe trainiert, die richtige der fünf Outputunits, die die möglichen Artikelformen (*der, die, das, dem, den*) repräsentierten, zu aktivieren und eine Entscheidung über das Vorliegen einer n-Endung (Aktivierung oder Nichtaktivierung der Endungsunit) zu treffen (Aufgabe A). Die Output-Repräsentation bestand demnach aus sechs Units. Der zu produzierende Output für das obige Beispiel war *dem -n*:

Artikel	n-Endung
0 0 0 1 0	1

Bei der schwierigeren Aufgabe B mußte die gesamte flektierte Wortform phonetisch repräsentiert werden:

Artikel	phonet. Repräsentation
0 0 0 1 0	<-,,-,-,-,/a/,/f/,/θ/,/n/>

4.3.2. Rekurrentes Netzwerk

Im Gegensatz zu Feedforward-Netzwerken erlauben rekurrente Netzwerke eine sequentielle Darbietung des Input. Dies wird im Prinzip dadurch erreicht, daß eine Zwischenschicht zu einem Zeitpunkt *t* nicht nur Informationen von der Inputschicht, sondern durch rückläufige Verbindungen auch Informationen über ihren eigenen Aktivierungszustand zum Zeitpunkt *t-1* (und damit indirekt auch über die Zeitpunkte *t-2, t-3* usw.) erhält. Die einzelnen Segmente eines Wortes werden in einen einzigen phonetischen *slot* nacheinander eingelesen, so daß das Problem der festgelegten Größe der phonetischen Repräsentation entfällt. Der Output des Netzwerks erfolgt ebenfalls sequentiell. Beim Input wurden semantische und Artikelinformation parallel zu jedem Segment des Wortes angeboten. Nach dem letzten Segment des Wortes wurde die Information über die zu bildende Wortform eingegeben. Das Netzwerk sollte dann die Artikelform, sowie wiederum entweder eine Entscheidung über die n-Endung (Aufgabe A) oder

die phonetische Repräsentation der flektierten Wortform (Aufgabe B) produzieren. Die Trainingssequenz für Aufgabe B sähe für das Beispiel der Bildung der Dativform von 'der Affe' folgendermaßen aus:

Input:			Output:		
Artikel	Semantik	Phon.R.	Aufgabe	Artikel ⁴⁵	Phon.R.
1 0 0	0 1 0 0	</a/>	0 0 0 0	* * * * *	<*>
1 0 0	0 1 0 0	</f/>	0 0 0 0	* * * * *	<*>
1 0 0	0 1 0 0	</ə/>	0 0 0 0	* * * * *	<*>
1 0 0	0 1 0 0	</0/>	0 1 0 0	0 0 0 1 0	</a/>
1 0 0	0 1 0 0	</0/>	0 1 0 0	* * * * *	</f/>
1 0 0	0 1 0 0	</0/>	0 1 0 0	* * * * *	</ə/>
1 0 0	0 1 0 0	</0/>	0 1 0 0	* * * * *	</n/>
1 0 0	0 1 0 0	</0/>	0 1 0 0	* * * * *	<0>

4.3.3. Rekurrentes Netzwerk mit Kurzzeitspeicher

Bei Aufgaben, die sowohl eine Wiedergabe der Inputsequenz als auch zusätzliche Abstraktionsleistungen verlangen, wie z.B. die Produktion flektierter Wortformen, muß die innere Schicht rekurrenter Netzwerke normalerweise eine Repräsentation finden, die beides gleichzeitig leistet. Bei einem rekurrenten Netzwerk mit Kurzzeitspeicher (short term memory, STM) wird dagegen die Speicherung der Inputsequenz durch ein zusätzliches rekurrentes Netzwerk mit einer für diese Teilaufgabe optimierten Anpassung der Verbindungsgewichte ("fast weights") übernommen (Goebel, 1990). Ein solches Netzwerk sollte daher am ehesten in der Lage sein, schwach flektierte Wortformen zu produzieren.

⁴⁵Die Markierung mit '*' bezeichnet beliebige Output-Werte zu bestimmten Zeitpunkten.

4.4. Ergebnisse

Das einfache Feedforward-Netzwerk erreichte das Lernkriterium für Aufgabe A im Mittel (basierend auf 10 Wiederholungen der Simulation) nach 174 Lernzyklen. Die Fähigkeit, korrekte Entscheidungen über die n-Endungen im Dativ und Akkusativ Singular zu treffen, wurde erst im letzten Drittel der Trainingsphase und zwar später als die Fähigkeit zur korrekten Entscheidung über die pluralischen n-Endungen erworben. Die Analyse des Musters der Verbindungsgewichte ergab einen Einfluß der Merkmale 'Endung auf Schwa' und 'Maskulinum', darüberhinaus jedoch auch der semantischen Information und der phonetischen Repräsentation einzelner Wörter. Eine Generalisierung der schwachen Flexion auf Kunstwörter erfolgte nur tendentiell. Bei maskulinen Kunstwörtern auf Schwa war die Output-Unit zwar stärker aktiviert als bei anderen Kunstwörtern, die Aktivierung blieb jedoch schwach und lag in der Hälfte der Fälle unter 0.5.

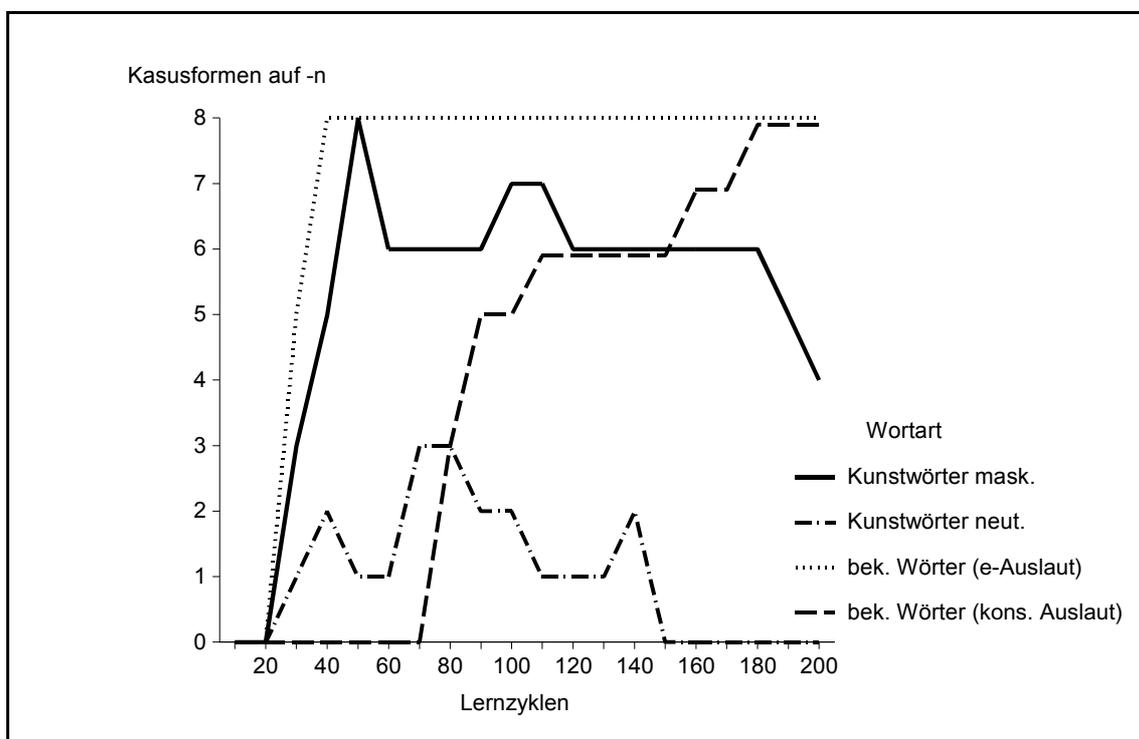
Das Feedforward-Netzwerk war nicht in der Lage, flektierte Wortformen zu produzieren (Aufgabe B). Dies lag daran, daß in den Fällen, in denen eine Endung hinzugefügt werden mußte, die übrigen Segmente um eine Position nach links verschoben werden mußten, bei Wortformen ohne zusätzliche Endung aber nicht. Diese Alternation erwies sich aufgrund der bereits erwähnten Positionsabhängigkeit des Lernens als unlösbares Problem für das Feedforward-Netz.

Das einfache rekurrente Netzwerk lernte ebenfalls, bei allen Trainingsitems korrekte Entscheidungen bezüglich der n-Endungen zu treffen. Sein Generalisierungsverhalten war besser als das des Feedforward-Netzwerkes, d.h. das Aktivierungsniveau der Output-Unit war bei allen schwach zu flektierenden Kunstwörtern höher als 0.5. Das Netzwerk lernte ebenfalls nicht, flektierte Wortformen zu produzieren, da die Anzahl der Zeitschritte zwischen der Präsentation der Segmente und der späteren Produktion vermutlich zu groß war.

Das rekurrente Netzwerk mit Kurzzeitspeicher war als einziges in der Lage, vollständige, korrekt flektierte Wortformen zu produzieren. Allerdings zeigte sich bei ersten Probedurchläufen, daß das Netzwerk die Tendenz hatte, mehr als eine Flexionsendung anzufügen. Dies konnte dadurch behoben werden, daß das Netzwerk trainiert wurde, nach der Flexionsendung ein Symbol für das Wortende ('#') zu produzieren (z.B. /a/,/f/,/ə/,/n/,#). Abb. 4.1 zeigt das Lern- und Generalisierungsverhalten des so trainierten Netzwerks anhand der Wörter und Kunstwörter des Testkorpus. Akkusativ- und Dativformen der bekannten Wörter auf Schwa wiesen ab ca. 30 Lernzyklen einen steilen Anstieg schwacher Kasusformen auf und wurden ab dem 40. Zyklus vollständig korrekt produziert. Im Gegensatz dazu begann die schwache Flexion der

konsonantisch auslautenden Nomina erst sehr viel später (ab ca. 70 Lernzyklen). Das Erlernen der Kasusformen dieser Wörter erfolgte schrittweise und war erst mit dem 170. Lernzyklus abgeschlossen. Eine Generalisierung der schwachen Flexion auf Kunstwörter mit Schwa-Auslaut begann nur wenig später als die schwache Flexion bekannter Wörter auf Schwa und wies einen ähnlich steilen Anstieg auf. Wie die Abbildung zeigt, wurden in erster Linie die vier Maskulina, aber auch Neutra schwach flektiert.

Abb. 4.1. Simulationsergebnis der Kasusflexion des rekurrenten STM-Netzwerkes mit Kurzzeitspeicher. Anzahl der n-flektierten Kasusformen bei vier Testwörtern pro Wortart und zwei getesteten Kasus (Dativ und Akkusativ) pro Testwort



Eine genauere Aufschlüsselung der Daten (Abb.4.2) zeigt, daß das Flexionsverhalten des Netzwerkes nicht nur vom Genus, sondern auch von semantischen Merkmalen abhängig war. Positiv bezüglich einer n-Endung in Dativ und Akkusativ wurden (außer der Endung auf Schwa, die bei allen Kunstwörtern vorlag) die Merkmale 'Maskulinum', 'männlich' und 'belebt', negativ das Merkmal 'Femininum' gewichtet. Dementsprechend generalisierte das Netzwerk die schwache Flexion nur sporadisch auf maskuline unbelebte Testiterns und übergeneralisierte die schwache Flexion auf Neutra mit den Merkmalen 'männlich' und 'belebt'. Mit fortschreitendem Training wurde die positive Gewichtung der Merkmale 'belebt' und 'männlich' verringert und

Abb. 4.2. Simulationsergebnis des rekurrenten STM-Netzwerks. Kasus- und Numerusflexion von Kunstwörtern in Abhängigkeit von Genus und semantischer Information. (D=Dativ, A=Akkusativ, P=Plural. Eingegeben sind die Segmente mit der geringsten Distanz zum Outputvektor)

Maskulinum	männlich	D A P	n m n
	weiblich	D A P	ŋ n n n n n n n n n n n n n n n n n n n m ŋ ŋ n m m m n l l l l l l l l l
	belebt	D A P	n ŋ n m n
	unbelebt	D A P	m n m m n n n n n n n n n n m ŋ
Femininum	männlich	D A P	ŋ n t
	weiblich	D A P	m n
	belebt	D A P	m n
	unbelebt	D A P	m n
Neutrum	männlich	D A P	n n n n n n n n n n m n n n j n n n n n n n n n m n n n n n n n n n n
	weiblich	D A P	m m
	belebt	D A P	t n n n n n n n n n ŋ m n m n n n n n n n n n n n n n n n n
	unbelebt	D A P	m n ŋ ŋ m m m m p p t t
Lernzyklen			20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

durch eine negative Gewichtung des Merkmals 'unbelebt' ersetzt, was dazu führte, daß keine Übergeneralisierung auf Neutra mehr erfolgte, jedoch auch unbelebte Maskulina in keinem Falle mehr schwach flektiert wurden. Darüberhinaus wirkte sich die negative Gewichtung des Merkmals 'unbelebt' nicht nur auf die Kasusmarkierung, sondern allgemein auf die Endung '-n' aus, so daß auch keine korrekte Generalisierung der Pluralmarkierung auf unbelebte Maskulina

oder Neutra mehr erfolgte. Die nahezu fehlerlose Kasus- und Numerusmarkierung der femininen Kunstwörter bestätigt die Frequenzabhängigkeit des Generalisierungsverhaltens von konnektionistischen Modellen. Da Feminina auf Schwa im Testkorpus ähnlich wie im Lexikon des Deutschen sehr viel häufiger waren als Maskulina und Neutra, wurden sowohl die negative Gewichtung des Merkmals 'Femininum' beim Kasussuffix -n als auch die positive Gewichtung des Merkmals 'Femininum' beim Pluralsuffix -n schnell gelernt und waren stärker als die Gewichtungen der anderen Merkmale.

4.5. Diskussion

Die Aussagekraft konnektionistischer Simulationen hängt entscheidend von der Realitätsnähe des verwendeten Trainingsinputs ab. Idealerweise hätte das Trainingskorpus also auf der Basis eines Korpus der in der Umgebung von Kindern bis zum Alter von acht Jahren gesprochenen Sprache erstellt werden müssen. Ein solches Korpus existiert für das Deutsche nicht, so daß die Wahl zwischen einem allgemeinen Korpus der Erwachsenensprache, z.B. dem in der CELEX-Datei (Baayen, Piepenbrock & Gulikers, 1995) enthaltenen Mannheimer Korpus der gesprochenen Sprache, und einem Korpus des von Kindern im fraglichen Alter verwendeten Vokabulars (Augst, 1994) bestand. Das kindersprachliche Korpus erschien unter dem Gesichtspunkt der Unterscheidung zwischen 'Input' und 'Intake' günstiger. Es kann nicht davon ausgegangen werden, daß alle Wörter der in der Umgebung von Kindern gesprochenen Erwachsenensprache in gleichem Maße rezipiert werden. Aus diesem Grunde sind Simulationen des Spracherwerbs auf der Basis von allgemeinen Korpora der Erwachsenensprache, wie der CELEX-Datei, problematisch. Bei von den Kindern selbst gebrauchten Wörtern ist dagegen gewährleistet, daß sie rezipiert und bis zur Ebene der phonologischen und semantischen Repräsentation verarbeitet wurden. Bezüglich des geringen Anteils schwach flektierter Nomina (1.3% der Types, 1.6% der Tokens) unterschied sich das kindersprachliche Korpus nicht von Erwachsenenkorpora.

Alle drei getesteten Netzwerktypen erwarben die Fähigkeit, die 1000 Wörter des Trainingskorpus bezüglich ihrer Zugehörigkeit zur Klasse der schwach deklinierten Nomina korrekt zu klassifizieren. Dabei nutzten sie nicht nur wortspezifische Verbindungsmuster, sondern auch generelle *cues* wie Endung auf Schwa, Genus und semantische Information aus. Dies befähigte alle Netzwerke, Inputregularitäten zu entdecken. Diese Inputregularitäten wurden auch von allen Netzwerken für die Klassifikation neuer Wörter genutzt, wobei allerdings das einfache Feedforward-Netzwerk nur eine schwache Tendenz zeigte, die Outputunit der n-Endung bei maskulinen Kunstwörtern stärker zu aktivieren als bei den Kunstwörtern der anderen beiden Genera. Das Problem der Erkennung einer niedrigfrequenten merkmalsabhängigen Regularität scheint demnach für konnektionistische Netzwerke grundsätzlich lösbar. Obwohl schwach flektierte Nomina im Input der Netzwerke mit weniger als 2% ähnlich selten waren wie in der Sprachumgebung von Kindern, konnte ein Großteil der unbekannt Testwörter korrekt klassifiziert werden. Die zur Generalisierung der Flexionsklassenzuordnung notwendige

Kombination der Information über das letzte Segment des Wortes mit der Genusinformation entwickelte sich im Verlauf des Trainings, ohne daß sie strukturell, z.B. durch von vornherein speziell gewichtete Verbindungen der entsprechenden Eingangsnits zu einer gemeinsamen Unit auf einer höheren Schicht, vorgegeben worden wäre. Beim Feedforward-Netzwerk ist allerdings die rechtsbündige phonetische Kodierung der Trainingswörter als strukturelle Vorgabe anzusehen, da sie dem letzten Segment des Wortes besonderes Gewicht verlieh.

Technisch weitaus schwieriger als die Ja/Nein-Entscheidung der Flexionsklassenzuordnung war die Aufgabe, flektierte Wortformen auf der Basis des Wortstammes und der Kasus- bzw. Numerusinformation zu produzieren, weil dazu eine Zwischenspeicherung der phonologischen Identität des Wortstammes erforderlich war. Weder das Feedforward-Netzwerk noch das einfache rekurrente Netzwerk waren dazu in der Lage. Das rekurrente Netzwerk mit Kurzzeitspeicher (STM) löste diese Aufgabe zwar für die Wörter des Trainingskorpus und generalisierte auch auf unbekannte Feminina durchgängig korrekt, fand jedoch keine befriedigende Lösung für die gleichzeitige korrekte Klassifikation unbekannter Maskulina und Neutra. Dies lag hauptsächlich an der starken Gewichtung semantischer Merkmale, die dazu führte, daß im Verlaufe des Trainings zunächst sowohl Maskulina als auch Neutra auf Schwa schwach flektiert wurden, sofern sie die Merkmale 'belebt' und 'männlich' aufwiesen, später dann Maskulina nicht mehr schwach flektiert wurden, wenn sie das Merkmal 'unbelebt' aufwiesen. Bei Wörtern auf Schwa wurden demnach die Genusmerkmale 'Maskulinum' und 'Neutrum' bezüglich der schwachen Flexion weniger stark gewichtet als die semantischen Merkmale. Darüberhinaus zeigte sich eine Interaktion mit der Vorkommenshäufigkeit insofern, als das Genusmerkmal 'Femininum' aufgrund der Häufigkeit der nicht schwach flektierten Feminina auf Schwa im Gegensatz zu den anderen Genera stärker gewichtet wurde als die semantische Information. So wurde die schwache Flexion in einer bestimmten Trainingsphase zwar auf Neutra nicht aber auf Feminina mit den semantischen Merkmalen 'belebt' und 'männlich' übergeneralisiert.

5. Allgemeine Diskussion

5.1. Erwerb der schwachen Flexion

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, daß die Regularität der schwachen Flexion erst relativ spät erworben wird. Darüberhinaus ist die Repräsentation der schwachen Flexion in verschiedenen Erwerbsphasen und bei verschiedenen Individuen uneinheitlich, d.h. sowohl *rote learning*, wobei alle schwachen kasusflektierten Formen lexikalisiert sind, als auch Regelbildung kommen vor. Die experimentellen Daten deuten außerdem auf interessante zeitliche Zusammenhänge zwischen der im Erwerbsverlauf zunehmenden Bildung von schwach flektierten Formen bekannter Wörter und der produktiven Generalisierung der schwachen Flexion.

Zwar produzierten bereits in der jüngsten Altersgruppe (5 Jahre) alle Versuchspersonen schwach flektierte Formen bekannter Wörter. Dies geschah jedoch nur selektiv, d.h. nur für einen Teil der bekannten Wörter, und für diesen Teil nur optional. Darüberhinaus wurde die schwache Flexion nicht generalisiert, d.h. Kunstwörter wurden in der Regel nicht schwach flektiert. Kinder dieser Alterstufe verfügten demnach (mit einer Ausnahme) wahrscheinlich nicht über eine Regel, sondern über lexikalisierte schwach flektierte Kasusformen einiger Wörter. Bei sechsjährigen Kindern stieg im Vergleich zu den fünfjährigen die Produktion schwach flektierter Kasusformen bei bekannten Wörtern signifikant an. Der Vergleich der Versuchspersonen-, Wort- und Wortformenindizes zeigt, daß dieser Anstieg in erster Linie auf einer geringeren Selektivität beruhte, d.h. die Anzahl der Wörter, die schwach flektiert wurden, hatte zugenommen. In der Altersgruppe der Siebenjährigen kann erstmals von einer Generalisierung der schwachen Flexion gesprochen werden. Gegenüber den sechsjährigen Kindern zeigte sich bei dieser Altersgruppe ein starker Anstieg in der Bildung schwach flektierter Kasusformen von Kunstwörtern. Wie allerdings die Einzelanalyse der Versuchspersonen zeigte, war das Flexionsverhalten bei Kunstwörtern in dieser und der folgenden Altersgruppe uneinheitlich, d.h. der starke Anstieg schwach flektierter Kunstwörter wurde jeweils nur durch etwa die Hälfte der Kinder verursacht. Zwischen den Altersgruppen 7 und 8 stieg die Zahl der schwachen Kasusformen wiederum bei den bekannten Wörtern signifikant an. Der Wortindex der bekannten Wörter erreichte das Erwachseneniveau, d.h. nahezu alle bekannten Wörter wurden schwach flektiert. In der darauf folgenden Altersstufe (9 Jahre) stieg durch eine weitere Zunahme der schwach flektierenden Versuchspersonen die Bildung schwach flektierter Kasusformen von Kunstwörtern wiederum

signifikant an und erreichte ebenfalls das Erwachseneniveau. In dieser Altersgruppe wurden Kunstwörter auch erstmals konsequenter schwach flektiert als die zum Vergleich herangezogenen bekannten Wörter mit konsonantischer Stammendung, was darauf hindeutet, daß die schwache Flexion in diesem Alter den Status einer obligatorischen Regel hatte.

5.1.1. Erwerbsmechanismus

Neben dem relativ späten Erwerb der schwachen Flexion erscheint vor allem der zeitliche Zusammenhang zwischen der Zunahme der schwachen Flexion bei bekannten Wörtern und bei Kunstwörtern wichtig. Dem signifikanten Anstieg der schwachen Flexion bei Kunstwörtern in der Alterstufe 7 ging in der Altersgruppe 6 ein signifikanter Anstieg der schwachen Flexion bei bekannten Wörtern voraus. Zu beachten ist dabei, daß der Anstieg bei den bekannten Wörtern in erster Linie durch abnehmende Selektivität bedingt war, bei den Kunstwörtern neben der abnehmenden Selektivität vor allem durch die Zunahme schwach flektierender Versuchspersonen. Geht man davon aus, daß dieser zeitliche Zusammenhang nicht durch die zufällige Zusammensetzung der Altersgruppen bedingt ist, so könnte die Zunahme der Wörter, bei deren Lexikoneinträgen schwache Kasusformen vermerkt sind, eine auslösende Funktion für eine Änderung der Repräsentation in Richtung einer generalisierbaren Regel haben. In ähnlicher Weise würde möglicherweise im Alter von 8 Jahren eine weitere Änderung der Repräsentation in Richtung einer generalisierbaren und obligatorischen Regel getriggert.

Da Kinder im Alter von acht Jahren bereits alle bekannten Wörter korrekt flektierten, ist die Frage angebracht, ob die schwache Flexion nicht bereits in diesem Alter als erworben gelten muß. So nimmt Brown (1973) Produktivität einer Flexion an, wenn diese in 90% aller obligatorischen Kontexte angewendet wird. Bloom, Lifter und Hafitz (1980) verlangen die Flexion von mindestens fünf verschiedenen Worttypen in einer Sitzung. Beide Kriterien sind bei den achtjährigen Kindern für die bekannten schwach flektierten Wörter erfüllt. In der Einzelprobandenanalyse zeigte sich jedoch bezüglich der Bildung schwach flektierter Kasusformen von Kunstwörtern eine annähernd zweigipflige Verteilung, d.h. nur etwa die Hälfte der Kinder generalisierte die schwache Flexion auf Kunstwörter, die andere Hälfte dagegen nicht, oder nur in geringem Maße. Letztere Kinder müssen daher als *rote-learner* gelten, bei denen die schwache Flexion noch nicht produktiv ist. Dies bedeutet, daß die genannten Produktivitätskriterien mindestens für niedrigfrequente Flexionsmuster ungeeignet sind, da sie

zwischen unproduktiver aber vollständiger Lexikalisierung und generalisierbarer Repräsentation nicht gut trennen.

Da im Alter von neun Jahren (und bei den Erwachsenen) *rote-learner* nur noch ausnahmsweise zu finden waren, scheint sich die Repräsentation der schwachen Flexion noch zu ändern, nachdem bereits alle bekannten Wörter korrekt flektiert werden. Denkbare Ursachen hierfür, die im folgenden diskutiert werden, sind eine Destabilisierung des Systems durch Konfrontation mit bisher unbekanntem schwach flektierten Wörtern, eine Reanalyse des Lexikonbestandes, eine unspezifische altersbedingte Zunahme der Bereitschaft, unbekannte Wörter zu flektieren, oder das Lernen der schwachen Flexion im Schulunterricht.

Die hier im Experiment getesteten bekannten Wörter waren relativ hochfrequent, da sie auch den jüngeren Kindern bekannt sein mußten. Es erscheint daher plausibel anzunehmen, daß Kinder einigen selteneren schwach flektierten Wörtern erst nach dem achten Lebensjahr begegnen. *Rote-learner* würden solche bis dahin unbekanntem Wörter ähnlich den Kunstwörtern im vorliegenden Experiment nicht schwach flektieren und daher gelegentlich eine Diskrepanz zwischen selbst gebildeten Kasusformen und schwach flektierten Kasusformen im Input wahrnehmen. Wie von Pinker (1984, S.181) angenommen, stellt die Koexistenz konkurrierender Wortformen einen instabilen Zustand dar, der die Bildung neuer Flexionsklassen auslösen kann. Dieser Mechanismus erscheint zwar möglich für den ersten Generalisierungsschub zwischen den Altersstufen 6 und 7, da den Sprachlernern in diesem Alter aufgrund der festgestellten Selektivität noch relativ viele nicht selbst schwach flektierte Wörter begegnen, nicht aber für den Generalisierungsschub zwischen den Altersstufen 8 und 9. Da nach dem achten Lebensjahr eben nur noch seltene schwach flektierte Wörter neu gelernt werden, ist die Wahrscheinlichkeit, bisher unbekanntem schwach flektierten Wörtern zu begegnen, entsprechend gering, so daß eine dadurch verursachte Reorganisation der Repräsentation der schwachen Flexion unplausibel erscheint. Auch die Beobachtung (Einzelprobandenanalyse), daß unter erwachsenen Sprechern noch einzelne *rote- learner* zu finden sind, legt nahe, daß im Laufe des Lebens gelegentlich vorkommende unbekanntem schwach flektierte Wörter offensichtlich nicht mehr zu einer hinreichenden Destabilisierung eines vollständig lexikalisierten schwachen Flexionsmusters führen.

Wahrscheinlicher erscheint, daß mindestens für den Generalisierungsschub zwischen dem achten und neunten Lebensjahr nicht gelegentlich auftretende unbekanntem schwach flektierte

Wörter, sondern gerade die Vollständigkeit der lexikalisierten schwachen Kasusformen bei den bekannten schwach flektierten Wörtern verantwortlich ist. Da im Alter von acht Jahren bei allen bekannten Maskulina mit Schwa-Endung zusätzliche Lexikoneinträge von schwachen Kasusformen bzw. um schwache Kasusformen erweiterte “structured lexical entries” (Wunderlich, 1996; Wunderlich & Fabri, 1995) vorhanden sind, hat die Zuverlässigkeit der Merkmalskombination ‘Maskulinum und Endung auf Schwa’ und damit die Wahrscheinlichkeit, bei Reanalyse des Lexikonbestandes die zugrundeliegende Regularität zu entdecken, ein Maximum erreicht. Im Gegensatz zur Aufspaltung eines bestehenden (allgemeinen) Paradigmas aufgrund doppelter Zellenbelegung durch eine neue Wortform handelt es sich bei der Reanalyse um einen Mechanismus, der keines externen Stimulus für die Umstrukturierung der morphologischen Repräsentation bedarf (Pinker, 1984, S. 197). Dieser Mechanismus identifiziert das gemeinsame phonetische Material lexikalisierten Wortformen sowie die zugehörigen Paradigmen dimensionen. Im vorliegenden Fall ist dies außer Kasus und Numerus die durch die inhärenten Merkmale (Wunderlich & Fabri, 1995) ‘Maskulinum’ und ‘Endung auf Schwa’ definierte Flexionsklasse. Es ist anzunehmen, daß dieser Mechanismus in stärkerem Maße von der Erkennbarkeit und Eindeutigkeit des Zusammenhanges zwischen dem fraglichen phonetischen Material (hier also der n-Endung) und den relevanten Dimensionen abhängt als der Aufspaltungsmechanismus, da der Sprachlerner anders als im Falle konkurrierender Wortformen nicht schon ‘weiß’, daß es flexionsrelevante Merkmale zu entdecken gilt.

Gerade aufgrund ihres geringen Umfangs ist die Frage der Erkennbarkeit und Eindeutigkeit der flexionsrelevanten Merkmale bei der schwachen Flexionsklasse von besonderer Bedeutung, wie sich anhand des von MacWhinney (MacWhinney, 1978; Bates & MacWhinney, 1987) eingeführten, quantitativen Konzeptes der *cue validity* zeigen läßt. *Cue validity* ist definiert als das Produkt der Merkmalsverfügbarkeit (*cue availability*) und der Merkmalszuverlässigkeit (*cue reliability*). Im Falle der schwachen Flexion ist die Merkmalsverfügbarkeit etwa gleich der Häufigkeit der Maskulina mit Schwa-Endung im Verhältnis zur Häufigkeit aller anderen Nomina, d.h. sehr gering (etwa 1-2 %). Die Merkmalszuverlässigkeit ist gleich der Häufigkeit von schwach flektierten Kasusformen der Maskulina mit Schwa-Endung im Verhältnis zu allen Kasusformen von Maskulina mit Schwa-Endung. Für die Lerner der schwachen Flexion entspricht die Häufigkeit der schwach flektierten Kasusformen den bereits lexikalisierten schwachen Flexionsformen und die Häufigkeit aller

Kasusformen der Häufigkeit aller bisher gelernten Maskulina auf Schwa, unabhängig von ihrer Kasusform. Da die Merkmalsverfügbarkeit bei niedrigfrequenten Flexionsmustern wie der schwachen Flexion niedrig ist, muß die Merkmalszuverlässigkeit um so höher sein, um zu gewährleisten, daß das Flexionsmuster gelernt werden kann. Der Umfang der Flexionsklasse geht darüberhinaus in den Nenner des Zuverlässigkeitsmaßes ein, so daß bei kleinen Flexionsklassen die Zuverlässigkeit bereits durch wenige Gegenbeispiele relativ stärker beeinträchtigt wird als bei größeren Flexionsklassen. Aus diesen Überlegungen heraus wird verständlich, warum bei Sprachlernern, deren Lexikalisierung der korrekten Kasusformen der bekannten schwachen Maskulina noch nicht vollständig ist, die Wahrscheinlichkeit, die klassendefinierenden inhärenten Merkmale zu entdecken, im Vergleich zu größeren Flexionsklassen relativ stärker vermindert ist.

Diese Annahme wird durch die Daten der Einzelprobandenanalyse gestützt. Sie zeigt, daß auch in den jüngsten Altersstufen nur Probanden mit einem Wortindex von 1, d.h. solche die schon alle bekannten Wörter schwach flektierten, auch mehr als die Hälfte der Kunstwörter schwach flektierten, wohingegen bei Probanden, die noch nicht alle bekannten Wörter schwach flektierten, die schwache Flexion von Kunstwörtern zwar vorkam, aber sehr viel seltener war. Unterscheidet man also zwischen gelegentlicher Generalisierung (Wortindex < 0.5) und systematischer Generalisierung (Wortindex > 0.5) der schwachen Flexion, so scheint letztere die vollständige schwache Flexion aller bekannten Wörter vorauszusetzen.

Alternativ muß eine Erklärung der Generalisierungsschübe in den Altersstufen 7 und 9 als unspezifische altersbedingte Zunahme der Bereitschaft, Kunstwörter zu flektieren, oder als Ergebnis der schulischen Vermittlung der schwachen Deklination diskutiert werden. Die erste Erklärung scheidet aus zwei Gründen aus. Zum einen erreicht die Pluralbildung von Kunstwörtern bereits im Alter von sieben Jahren das Erwachseneniveau, so daß die Zunahme der Anzahl schwach flektierender Versuchspersonen in der Alterstufe 9 dadurch nicht erklärt werden kann. Zum anderen ist auch bei den Fünfjährigen die Rate der Pluralbildung mit über 50% schon mehr als dreimal so hoch wie die Rate der schwachen Flexion, so daß der geringe Anteil schwach flektierter Kasusformen auch in den jüngsten Altersgruppen nicht durch eine generell mangelnde Bereitschaft oder Fähigkeit, Kunstwörter zu flektieren, erklärt werden kann.

Auch die zweite Erklärung kann ausgeschlossen werden. Nicht nur die schwache Deklination, sondern Kasusformen überhaupt werden in den ersten vier Grundschulklassen in

der Regel nicht unterrichtet. Bezüglich des zu vermittelnden morphologischen Wissens über Nomina stellt z.B. Glinz (1992) fest: "...die vier Fälle(,) nimmt man wegen der Schwierigkeiten, die von der Sache her hier bestehen, am besten erst vom 5. Schuljahr an systematisch in den Blick." Da nach den Ergebnissen des Experimentes außerdem davon auszugehen ist, daß alle erwachsenen Kontaktpersonen der Kinder außerhalb der schulischen Umgebung (Eltern, ältere Geschwister etc.) Maskulina auf Schwa konsequent schwach flektieren, kann auch aus der Tatsache, daß die Kinder im Unterricht schwach flektierte Formen vom Lehrer oder der Lehrerin hören, kein über den erwachsenensprachlichen Input im allgemeinen hinausgehender Einfluß der Schule auf den Erwerb der schwachen Deklination durch die Kinder abgeleitet werden.

5.1.2. Individuelle Variation

Die durchgeführte Einzelprobandenanalyse ermöglichte die Erfassung individueller Unterschiede in der Flexion bekannter Wörter und Kunstwörter. Dabei zeigte sich eine erhebliche interindividuelle Variation in der Repräsentation der schwachen Flexion. Einerseits fanden sich bereits in den jüngsten Altersgruppen einzelne Kinder, deren Flexionsverhalten auf eine Repräsentation als generalisierbare Regel schließen ließ, andererseits gab es einzelne Sprecher, bei denen die schwache Flexion offenbar noch im Erwachsenenalter in Form lexikalisierter schwach flektierter Kasusformen repräsentiert war, also den Status irregulärer Flexion hatte. Da nur solche Sprecher als *rote-learner* gewertet wurden, die zwar keine schwach flektierten Kasusformen, sehr wohl aber Pluralformen von Kunstwörtern bildeten, kann ausgeschlossen werden, daß es sich bei der fehlenden Generalisierung der schwachen Kasusflexion um einen unspezifischen Effekt des experimentellen Paradigmas handelte.

Typen von Sprachlernern werden seit den siebziger Jahren für die frühen Spracherwerbsphasen unterschieden. So identifizierte etwa Nelson (1973) in einer Gruppe ein- bis zweijähriger Kinder solche, deren Äußerungen vorwiegend einem referentiellen und solche, deren Äußerungen vorwiegend einem expressiven Sprachstil zugeordnet werden können. Ein referentieller Sprachstil zeichnet sich durch einen hohen Anteil von Benennungen konkreter Gegenstände aus, während der expressive Sprachstil durch einen geringen Anteil von Objektbenennungen und die Verwendung von interaktionsrelevanten Phrasen gekennzeichnet ist. Bloom, Lightbown und Hood (1975) unterscheiden zwischen einem nominalen Stil, d.h. dem vorwiegenden Gebrauch von Inhaltswörtern, und einem pronominalen Stil, d.h. der

vorwiegenden Verwendung von Pronomen. In einer großangelegten diachronischen Studie von Bates, Bretherton & Snyder (1988) wurde unter anderem die morphologische Produktivität in verschiedenen Altersstufen erfaßt und auf der Basis aller erhobenen Sprachmaße eine Faktorenanalyse durchgeführt. Dabei korrelierte der Faktor, der bei den ältesten Kindern (28 Monate) den größten Anteil der interindividuellen Varianz (82.2%) erklärte, hoch mit allen Maßen der morphologischen Produktivität, jedoch auch mit Maßen der allgemeinen Produktivität wie “total output” und “total vocabulary” (Bates, Bretherton & Snyder, 1988, S.212 ff). Das bedeutet, daß sich interindividuelle Unterschiede zwischen Sprachlernern in diesem Alter in erster Linie im Ausmaß einer in einem weiten Sinne verstandenen Produktivität zeigten, wobei Sprachlerner, die insgesamt mehr sprachen, auch morphologisch am produktivsten waren, z.B. in stärkerem Maße übergeneralisierten als ihre Altersgenossen.

Beobachtungen über interindividuelle Variation finden sich auch in einer Reihe von Studien zum Flexionserwerb (Bates & Rankin, 1979; Brown, Cazden & Bellugi, 1969; Clancy, 1985; Farrar, 1990; Imedadze & Tuite, 1992; Savić & Mikeš, 1974; vgl. auch Lieven, 1997 mit einer ausführlichen Übersicht). Die untersuchten Kinder waren in allen Studien deutlich jünger als in der vorliegenden Arbeit. Interindividuelle Unterschiede fanden sich in der Reihenfolge des Auftretens der wichtigsten Flexionsmarker, ohne daß eindeutige Schlüsse auf die Art der Repräsentation der Flexion gezogen werden könnten. Hinweise auf interindividuelle Unterschiede bezüglich der Repräsentation einer Flexionsregel geben Daten von Smoczyńska (1985, S. 627f). Sie berichtet über zwei polnische Kinder, die im Gegensatz zur Mehrzahl der polnischen Sprachlerner zu keinem Zeitpunkt die maskuline Genitiv-Plural-Endung ‘-ów’ auf Feminina oder Neutra übergeneralisieren. Smoczyńska (1985) erklärt das Verhalten dieser Kinder mit der hohen Salienz der Null-Endung der Feminina und Neutra im Polnischen. Eine solche Erklärung ist jedoch unbefriedigend, da die Null-Endung ja umgekehrt nicht auf Maskulina übergeneralisiert wurde, sondern vielmehr alle Maskulina korrekt suffigiert wurden. Wahrscheinlicher ist, daß es sich bei diesen beiden Kindern um *rote-learner* handelte, während offenbar die meisten polnischen Kinder eine Regel (/ -ów/ +Genitiv) bilden.

Lieven (1997) diskutiert vier mögliche Erklärungen interindividueller Variation im Spracherwerb. Neben neuropsychologischen Erklärungen, die individuelle Unterschiede in der Entwicklung der beiden Hirnhälften oder des Broca- und Wernicke-Areals der linken Hemisphäre annehmen (Bates, Bretherton & Snyder, 1988, S.63f.), sind dies Annahmen über

kognitive oder temperamentsbedingte Unterschiede, sowie mögliche Einflüsse der Sprachumgebung im weitesten Sinne.

Neben Studien, die eine Rolle des Inputs bei der Reihenfolge des Auftretens von Flexionsmorphemen zeigen konnten (Brown, Cazden & Bellugi-Klima, 1969; Farrar, 1990), gehen die diskutierten Erklärungsansätze überwiegend davon aus, daß interindividuelle Variation durch verschiedene 'Lernertypen' bedingt ist. Deren Zurückführung auf mögliche neuropsychologische Unterschiede (Bates, Bretherton & Snyder, 1988) ist bisher nicht durch Daten untermauert und daher spekulativ. Die Annahme von Temperamentsunterschieden ist dagegen eher beschreibend. Sie hält sich eng an die Beobachtung, daß einige Kinder "Risiken eingehen" (Lieven, 1997), indem sie z.B. mit der Gefahr der Übergeneralisierung Flexionsmarker produktiv verwenden. Andere Kinder dagegen verhalten sich in diesem Sinne eher vorsichtig oder konservativ.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit zur interindividuellen Variabilität implizieren über die in der Literatur beschriebenen 'Lernertypen' hinausgehende Unterschiede in der Repräsentation morphologischer Kompetenz. Es konnte gezeigt werden, daß solche Unterschiede bis ins Erwachsenenalter, d.h. bis nach dem Abschluß des Flexionserwerbs, persistieren können. Dies gilt jedenfalls dann, wenn, wie im Falle der schwachen Deklination, zwei unterschiedliche Repräsentationen möglich sind, die mit jeweils verschiedenen Sprachverarbeitungs-komponenten, nämlich entweder durch Zugriff auf das lexikalische Langzeitgedächtnis oder aber durch einen symbolischen Prozessor, effektiv verarbeitet werden können. Dieses Ergebnis ist von grundsätzlicher Bedeutung, da es nahelegt, daß nicht generell von einer uniformen Repräsentation sprachlichen Wissens nach Abschluß des Spracherwerbs ausgegangen werden kann. Vielmehr ist anzunehmen, daß die Art der Repräsentation durch die Wechselwirkung der Anforderungen des in Frage stehenden sprachlichen Phänomens, z.B. eines bestimmten Flexionsparadigmas, mit den funktionellen Kapazitäten der Sprachverarbeitungs-komponenten des Sprechers bestimmt wird. Bei Flexionsmustern, die viele tausend Wörter umfassen, und bei Suppletivformen führt dies vermutlich zu interindividuell gleichen Repräsentationen, da sich in diesen Fällen die Anwendung von Regeln und der lexikalische Zugriff in ihrer Effizienz jeweils deutlich unterscheiden. Dagegen ist interindividuelle Variation bei der Repräsentation von Flexionsmustern geringen Umfangs aber auch bei der Repräsentation von größeren irregulären Mustern zu erwarten.

Im Falle der *rote-learner* in den höheren Altersgruppen kann angenommen werden, daß der Umschlagspunkt, ab dem die Effizienz regelbasierter Verarbeitung größer wird als die Effizienz lexikalischer Verarbeitung, gegenüber den Sprechern, die bereits früher Regeln bilden, verschoben ist. Beim *rote-learner* ist daher möglicherweise eher von besonders effektiver lexikalischer Verarbeitung auszugehen, als von mangelnder Fähigkeit zur Bildung einer Regel. Gegen die letztere Annahme spricht auch, daß sich *rote-learner* der schwachen Kasusflexion bezüglich der regulären n-Pluralflexion der Wörter auf Schwa nicht von anderen unterschieden.

5.1.3. Assoziative versus regelbasierte Modelle

Obwohl semantische Merkmale wie ‘belebt’ und ‘männlich’ in vielen Sprachen flexionsrelevant sind (Ortmann, 1998), und im Lexikon des Deutschen ein enger statistischer Zusammenhang zwischen der schwachen Flexion und den semantischen Merkmalen ‘belebt’ und ‘männlich’ besteht, wurden sie von den Versuchspersonen nur in geringem Maße und unsystematisch bei der Generalisierung der schwachen Flexion berücksichtigt. Im loglinearen Modell für Kunstwörter hatte der Prädiktor ‘Genus’ einen mehr als hundertmal stärkeren Einfluß auf die Kasusendung als der Prädiktor ‘Semantik’. Soweit die schwache Flexion generalisiert wurde, geschah dies also nahezu ausschließlich auf Basis der Merkmalskombination ‘Maskulina mit Schwa-Endung’.

Das rekurrente konnektionistische STM-Netzwerk generalisierte zwar auch die schwache Deklination auf unbekannte Testwörter, berücksichtigte bei der Repräsentation der schwachen Deklination jedoch im Gegensatz zu den Probanden in starkem Maße die semantische Information. Aufgrund dessen fand das Netzwerk zu keinem Zeitpunkt des Trainings eine Repräsentation der schwachen Deklination, die eine fehlerfreie Flexion sowohl der Maskulina als auch der Neutra auf Schwa erlaubt hätte. Während zunächst die schwache Deklination auf Neutra mit den Merkmalen [+ belebt] und [+ männlich] übergeneralisiert wurde, wurde die positive Gewichtung dieser Merkmale im Verlaufe des Trainings durch eine negative Gewichtung des Merkmals [-belebt] ersetzt, was dazu führte, daß Maskulina mit diesem Merkmal nicht mehr schwach flektiert wurden.

Das unterschiedliche Verhalten der menschlichen Sprecher und des Netzwerkmodells bezüglich der semantischen Merkmale spricht dafür, daß die Generalisierungsfähigkeit der menschlichen Sprecher auf einer anderen, d.h. regelbasierten Repräsentation der schwachen

Flexion beruht. Gleichzeitig weisen die Ergebnisse auf einen wesentlichen, in der Literatur bisher nicht beachteten Unterschied zwischen regelbasierten und assoziativen Repräsentationen von Flexionsmustern hin: Assoziative Repräsentationen können Inputmerkmale mit statistischem Vorhersagewert nicht selektiv *ignorieren*, weil die Berücksichtigung möglichst vieler solcher Merkmale dazu beiträgt, die Fehlerrate schneller zu senken. Im Gegensatz dazu besteht für menschliche Sprachlerner offensichtlich bei der Bildung von Regeln die Möglichkeit, statistisch bedeutsame Korrelationen von zu bildenden Flexionsformen und bestimmten Inputmerkmalen nicht zu berücksichtigen, wenn diese Merkmale redundant sind. Die einfachste Möglichkeit, diese Tatsache zu erklären, ist die Annahme, daß einfachere Regeln bevorzugt gebildet werden und nur bei Bedarf komplexere Merkmalskombinationen herangezogen werden. Pointiert ausgedrückt berücksichtigen also assoziative Repräsentationen möglichst viele, regelbasierte Repräsentationen dagegen möglichst wenige Merkmale.

Die experimentellen Daten über den Erwerb der schwachen Deklination liefern zudem Evidenz gegen die Annahme des in konnektionistischen Netzwerken verwendeten Lernmechanismus als Modell realer psychischer Vorgänge. Da dieser Algorithmus zur Verbesserung der Repräsentation ein Maß für die Diskrepanz zwischen dem tatsächlich produzierten Output und dem vorgegebenen korrekten Output verwendet, ist das Lernen konnektionistischer Modelle abgeschlossen, sobald nur noch korrekter Output produziert wird. Mit einem solchen Lernmechanismus ist die Beobachtung nicht vereinbar, daß die Repräsentation der schwachen Deklination sich bei sehr vielen Sprachlernern noch in Richtung einer produktiven Regel ändert, nachdem bereits ausschließlich korrekte Kasusformen gebildet werden.

Insgesamt erwies sich die eingangs formulierte Vermutung, daß die Untersuchung des Erwerbs der schwachen Deklination neue Evidenz zur Unterscheidung von regelbasierten und assoziativen Repräsentationen der Flexionsmorphologie liefern könnte, als richtig. Die experimentellen Daten zeigen, daß die schwache Deklination bei menschlichen Sprechern in einer Weise repräsentiert ist, die sich von der Repräsentation in assoziativen, insbesondere konnektionistischen Netzwerken sowohl bezüglich der Berücksichtigung semantischer Merkmale als auch bezüglich des Lernmechanismus unterscheidet. Die Produktivität der schwachen Flexion ohne Berücksichtigung semantischer Merkmale weist auf den Erwerb einer regelbasierten Repräsentation der schwachen Deklination bei menschlichen Sprechern hin.

5.2. Konsequenzen für die linguistische Beschreibung der schwachen Deklination

Die linguistische Beschreibung eines Flexionssystems muß nicht notwendigerweise psycholinguistische Daten berücksichtigen. In der Regel werden aber z.B. Sprachwandelphänomene durch geänderte Repräsentationen bei individuellen Sprechern, etwa durch Reanalyse bestimmter Wortformen, erklärt. Den linguistischen Kriterien für Flexionsklassenzuordnungen wird damit, mindestens implizit, auch psychische Realität zugeschrieben. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sind daher auch für die linguistische Beschreibung der schwachen Flexion von Bedeutung. Zu berücksichtigen sind dabei insbesondere folgende Befunde:

- a) Die Deklination der Maskulina auf Schwa zeigte weder bei erwachsenen Sprechern noch bei Kindern verschiedener Altersstufen eine Abhängigkeit von semantischen Merkmalen wie 'belebt' oder 'menschlich'. Die schwache Deklination der Maskulina auf Schwa sollte demnach unter Verzicht auf semantische Merkmale ausgedrückt werden.
- b) Während am Beginn des Erwerbs der schwachen Deklination (und bei einzelnen Sprechern höherer Altergruppen) eine lexikalische Spezifikation der schwachen Flexion vorherrschte (hohe Selektivität, keine Produktivität), hatte die schwache Flexion nach Abschluß des Spracherwerbs eine auf der Basis von maskulinem Genus und Schwa-Endung generalisierbare Repräsentation. Die schwache Flexion als Endergebnis des Spracherwerbs sollte daher nicht als lexikalische Spezifikation, sondern als Regel bzw. produktives Affix formuliert werden.
- c) Maskulina auf Schwa unterschieden sich bezüglich der Optionalität der schwachen Flexion von Maskulina mit konsonantischer Endung. Die Deklination der schwachen Maskulina auf Schwa und die der schwachen Maskulina mit konsonantischer Endung sollten daher nicht in derselben Regel formuliert werden. Da der Einfluß semantischer Merkmale auf die Flexion der Maskulina mit konsonantischer Endung nicht systematisch untersucht wurde, schließen die experimentellen Befunde nicht aus, daß ein semantisches Merkmal wie etwa Belebtheit bei einer gesonderten Formulierung der schwachen Deklination der Maskulina mit konsonantischer Endung berücksichtigt wird.

- d) Unabhängig vom Erwerb der schwachen Flexion wurden n-Plurale produktiv gebildet. Dies spricht für eine gesonderte Repräsentation von Pluralbildung und schwacher Kasusflexion im Singular.

Nach Wurzel (1984, 1988; vgl. auch Carstairs, 1983, 1986) ergibt sich die Kasusflexion der schwach deklinierten Nomina aus zwei Paradigmenstrukturbedingungen, die das semantische Merkmal 'belebt' enthalten. Ausgehend vom n-Plural (der entweder durch eine weitere Paradigmenstrukturbedingung aufgrund des finalen Schwa prädiziert wird, oder bei nicht auf Schwa endenden Maskulina lexikalisch spezifiziert ist) führt die Spezifikation [+belebt] zum Genitiv Singular auf -n (Bote, Bär)⁴⁶, die Spezifikation [-belebt] bei Maskulina mit stamminalem Schwa (Glaube, Funke) zum Genitiv Singular auf -ens. Die weiteren Kasusformen des Singularparadigmas ergeben sich aus dem Genitiv.

Während die unabhängige Pluralzuweisung aufgrund des finalen Schwas mit Befund (d) übereinstimmt, steht die weitere Ableitung schwach flektierter Kasusformen unter Zuhilfenahme des Merkmals [+belebt] im Widerspruch zu Befund (a) sowie Befund (c), da sie alle Arten von schwachen Maskulina unterschiedslos behandelt. Die Annahme, daß überhaupt die schwach flektierten Kasusformen erst aus dem n-Plural erschlossen werden, steht dagegen nicht im Widerspruch zu den experimentellen Befunden. Obwohl für den Anstieg der schwachen Flexion von Kunstwörtern nach der Elizitation der Pluralform (siehe Abschnitt 4.8.4.3.) ein unspezifischer Effekt des experimentellen Paradigmas plausibel ist, kann dieser Befund auch als Beleg für einen besonderen Status des Plurals als Kennform interpretiert werden.

Unter Beibehaltung dieses besonderen Status der Pluralform käme dann die Annahme zweier Paradigmenstrukturbedingungen in Frage, von denen die erste Wörtern mit den Merkmalen 'n-Plural', 'Maskulinum' und 'Endung auf Schwa' ohne Ansehen der Belebtheit den

⁴⁶Wurzel (1984) berücksichtigt mehrsilbige Maskulina mit n-Plural, deren Stamm auf Vollvokal gefolgt von einem Konsonanten endet, und die das Merkmal *belebt* aufweisen aber dennoch stark flektiert werden (*Untertan*, *Professor*), in einer gesonderten Paradigmenstrukturbedingung. Diese Lösung ist unbefriedigend, da in einer anderen Paradigmenstrukturbedingung ohnehin eine Defaultzuweisung der starken Kasusflexion erfolgt, und darüberhinaus aus der Gruppe der schwach flektierten mehrsilbigen Maskulina vom Typ *Diplomat*, *Fotograf* ebenfalls viele die genannten Kriterien erfüllen. Vermutlich soll diese Gruppe wegen der den Hauptakzent tragenden Suffixe durch die angegebene Beschränkung auf "Substantive mit nativer Wortstruktur" ausgeschlossen werden. Dies ist angesichts der zahlenmäßigen Bedeutung und Produktivität dieser Gruppe allerdings nur schwer zu rechtfertigen.

Genitiv auf -n (und damit die weiteren schwachen Kasusformen) zuweist⁴⁷, die zweite die Zuweisung des n-Genitivs bei konsonantisch endenden Maskulina mit n-Plural von der Belebtheit abhängig macht (vgl. Wurzel, 1984). Es bleibt jedoch festzuhalten, daß die schwache Flexion auch allein aus den Merkmalen 'Maskulinum' und 'Endung auf Schwa' ohne Rekurs auf die Pluralform erschlossen werden kann. Die erste der vorgeschlagenen Paradigmenstrukturbedingungen enthält daher eine Redundanz, die nur so weit gerechtfertigt ist, als sich der besondere Status der Pluralkennform theorieintern aus anderen Gründen ergibt.

Köpcke (1995) vertritt die Ansicht, die Zugehörigkeit zu Flexionsklassen sei keine kategorielle, sondern eine graduelle Eigenschaft von Wörtern, die von deren Distanz zu 'Prototypen' abhängt. Köpcke (1995) bezieht die zahlreichen schwach flektierten Wörter mit produktiven Suffixen lateinischen oder griechischen Ursprungs (-at, -ent, -soph) in seine Analyse ein, indem er neben dem Prototyp der Maskulina auf Schwa (zu denen er auch einsilbige Maskulina vom Typ *Bär* zählt) einen weiteren Prototyp annimmt, der durch Ultimabetonung charakterisiert ist. Prototypische schwach flektierte Wörter weisen in seiner Beschreibung das Merkmal [+menschlich] auf. Mit zunehmender Distanz von den Prototypen wird dieses Merkmal zu [+belebt] abgeschwächt.

Auch Köpckes (1995) Analyse ist mit Befund (a) nicht vereinbar. Die experimentellen Daten ergaben keinerlei Hinweis auf eine Abnahme der schwachen Flexion gemäß dem semantischen Gradienten 'menschlich' > 'belebt' > 'unbelebt', den Köpcke vorschlägt. Köpcke (1995) selbst relativiert denn auch die Bedeutung des semantischen Gradienten für Maskulina auf Schwa mit dem vorsichtigen Hinweis, die Schwa-Endung sei "weitaus bedeutsamer". Mindestens für die Maskulina auf Schwa falsifizieren die vorliegenden Daten also die Annahme einer Repräsentation nach Art der Prototypentheorie, und einer regelbasierten Repräsentation ist stattdessen der Vorzug zu geben. In Übereinstimmung mit Befund (c) ist dagegen die gesonderte Behandlung der mehrsilbigen schwach flektierten Maskulina mit konsonantischer Endung. Die Annahme des phonologischen Merkmals 'Ultimabetonung' schließt darüberhinaus mehrsilbige Nomina mit n-Plural vom Typ *Untertan*, *Professor* von der schwachen Deklination automatisch aus und ist daher Wurzels (1984) Lösung einer speziellen Paradigmenstrukturbedingung für diese Gruppe vorzuziehen. Dagegen erscheint es arbiträr, einsilbige Maskulina mit konsonantischer

⁴⁷Wurzels (1984) Paradigmenstrukturbedingung für nichtbelebte Nomina auf Schwa (*Funke*) könnte dann analog zu Wunderlichs (1998) Vorschlag (siehe unten) dahingehend modifiziert werden, daß lediglich 's' als zusätzliches Flexiv für den Genitiv Singular impliziert wird.

Endung dem Prototyp der Maskulina auf Schwa und nicht dem der ultimabetonten Maskulina zuzuordnen. Mit letzteren weisen einsilbige Nomina immerhin insofern eine Gemeinsamkeit auf, als sie (trivialerweise) nicht auf einer Schwa-Silbe (im Sinne von Wiese, 1996), sondern auf einer starken Silbe enden.

Wunderlich (1998) schlägt für die deutschen Nominalklassen eine hierarchische Ordnung mit Merkmalsvererbung vor. In Übereinstimmung mit den Befunden (a), (b) und (d) nimmt er für schwache Maskulina mit Schwa-Endung ohne Berücksichtigung der Belebtheit ein Affix /n/ für alle markierten Kategorien im Singular an⁴⁸. Wunderlich erwähnt darüberhinaus die Möglichkeit, das /s/-Genitivaffix könne dann auf die Untergruppe der unbelebten Maskulina vom Typ *Glaube* zusätzlich vererbt werden, so daß die Genitivendung als doppelte Markierung -en-s aufzufassen wäre⁴⁹. Da Genitivformen im Experiment nicht eliziert wurden, kann die Möglichkeit eines semantischen Einflusses auf die Genitivbildung in der Tat nicht ausgeschlossen werden.

Für Maskulina auf Schwa entspricht also am ehesten die Analyse von Wunderlich (1998) den Ergebnissen des Experimentes. Demnach können die Regeln (1) und (2) angenommen werden:

- (1) /n/; +pl/...schwa]
- (2) /n/; +reg/+mask,...schwa]

Regel (1) ist nicht genusspezifiziert und steht damit scheinbar im Widerspruch zu experimentellen Daten von Sonnenstuhl-Henning (2001). In Priming-Experimenten, bei denen die Versuchspersonen eine lexikalische Entscheidung über Singularformen von Nomina (Targets) fällen mußten, verglich Sonnenstuhl-Henning (2001) den Priming-Effekt verschiedener Pluralformen mit dem der Singularform selbst (Identitätsprime). Sie fand, daß der fazilitierende

⁴⁸Diese Annahme ist aufgrund des Befundes (b) einer von Wunderlich (1998) alternativ vorgeschlagenen lexikalischen Spezifikation vorzuziehen. Das gleiche gilt für die Annahme eines schwa-abhängigen Pluralaffixes (/n/ +pl/[+voc,+son]) gegenüber lexikalischer Spezifikation des n-Plurals.

⁴⁹Diese Möglichkeit wird allerdings nicht näher ausgeführt, so daß unklar bleibt, wie in diesem Falle die bei den übrigen schwach deklinierten Maskulina wirksame Blockierung der Vererbung aufgehoben wird, bzw. wodurch dann bei den schwachen Maskulina mit n-Genitiv die Vererbung der zusätzlichen /s/-Affigierung verhindert wird, die ja eine speziellere Information *GEN* hinzufügt.

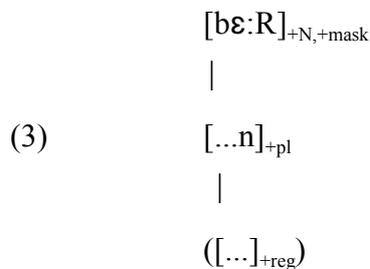
Effekt von s-Pluralen und n-Pluralen von Feminina mit stammfinalem Schwa sich nicht signifikant von dem der Identitätsprimen unterschied, der Priming-Effekt anderer n-Plurale aber geringer war. Sonnenstuhl-Henning (2001) interpretiert diese Befunde so, daß n-Plurale aller Wörter mit Ausnahme der Feminina auf Schwa im Lexikon als Vollformen repräsentiert sind. Diese Interpretation ist allerdings nicht zwingend, wenn man zusätzlich Sonnenstuhl-Hennings (2001) Ergebnisse in reinen lexikalischen Entscheidungsexperimenten berücksichtigt, wonach ausschließlich s-Plurale bereits prälexikalisch in Stamm und Pluralsuffix dekomponiert werden. Soweit n-Plurale ebenfalls regulär sind, muß deren Dekomposition also erst lexikalisch erfolgen, was im Vergleich zu den s-Pluralen zu einer Verzögerung führen sollte. Diese zusätzliche Zeit stand jedoch bei dem von Sonnenstuhl-Henning (2001) gewählten Inter-Stimulus-Intervall (ISI) von 0 Sekunden (unmittelbare Targetdarbietung) nicht zur Verfügung, so daß ein im Vergleich zu s-Pluralen und Identitätsprimen abgeschwächter Priming-Effekt für alle erst lexikalisch dekomponierten Formen zu erwarten war. Das berichtete Ergebnismuster ist aufgrund dessen auch mit der Annahme vereinbar, daß n-Plurale sowohl bei Wörtern mit stammfinalem Schwa (Regel 1) als auch bei Feminina (genauer: bei nicht umlautenden Feminina, vgl. Wunderlich, 1998) regulär sind. Unter dieser Annahme werden n-Plurale beider Wortarten zwar lexikalisch dekomponiert, aber im Durchschnitt zu langsam, um bei unmittelbarer Targetpräsentation einen vollen Priming-Effekt zu bewirken. Die Kombination beider Eigenschaften führt zu einer statistischen Beschleunigung der lexikalischen Dekomposition⁵⁰ und damit zu dem beobachteten stärkeren Priming-Effekt der Feminina auf Schwa.

Eine auf Grund der Ergebnisse von Sonnenstuhl-Henning (2001) durchgeführte Analyse der Genusabhängigkeit der im Rahmen der vorliegenden Arbeit elizitierten Plurale ergab bei insgesamt 1978 Pluralformen von Kunstwörtern mit eindeutiger Genuszuweisung 80.0% n-Plurale bei Maskulina, 81.3% n-Plurale bei Neutra und 87.7% n-Plurale bei Feminina. Diese Daten weisen wie die Befunde von Sonnenstuhl-Henning (2001) auf einen Einfluß des Genus ‘Femininum’ hin. Gleichzeitig spricht jedoch die hohe Produktivität des n-Plurals bei *allen* Kunstwörtern mit stammfinalem Schwa eindeutig für eine genusunabhängige Repräsentation wie

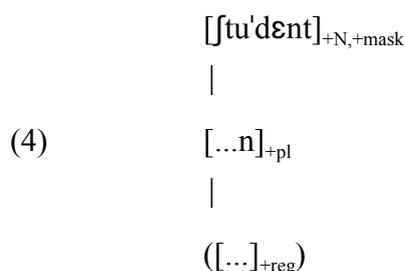
⁵⁰Statistische Beschleunigung tritt auf, wenn zwei konkurrierende Prozesse zum gleichen Ergebnis (hier: lexikalische Dekomposition) führen und ihre Dauer über die experimentellen Items (hier: Pluralformen) normalverteilt ist. In diesem Falle ‘gewinnt’ bei Items, bei denen beide Prozesse erfolgen können, immer der jeweils schnellere Prozeß, so daß bei der Gesamtheit der Items eines Experimentes das Ergebnis im Durchschnitt schneller eintritt als bei Items, bei denen jeweils nur einer der beiden Prozesse erfolgt.

in Regel (1), so daß der Zusammenhang zwischen dem Genus ‘Femininum’ und dem n-Plural am ehesten als Ausdruck einer zusätzlichen, von der Schwa-Endung unabhängigen Regularität im Sinne von Wunderlich (1998) aufzufassen ist.

Obwohl die schwache Flexion der Maskulina mit konsonantischer Endung nicht systematisch untersucht wurde, bestätigen die elizitierten Wortformen dieser Gruppe doch einen Kontrast zwischen der Optionalität der schwachen Flexion und der obligatorischen Pluralendung -n. Da der Grad der Optionalität zudem wortspezifisch zu sein scheint, sind zumindest für die einsilbigen Maskulina vom Typ *Bär* am ehesten wortspezifische Lexikoneinträge (3) anzunehmen. Die Tatsache, daß schwache Kasusendungen n-Plural implizieren und im Gegensatz zu diesem optional sind, kann durch eine hierarchischen Struktur der Lexikoneinträge ausgedrückt werden.



Gleichartige Lexikoneinträge können auch für mehrsilbige schwach deklinierte Wörter mit Suffixen lateinischen und griechischen Ursprungs angenommen werden (4).



Nimmt man nun assoziative Relationen zwischen den Lexikoneinträgen an, so können von Merkmalen wie [+belebt], [+menschlich] und [+ultimabetont] (Wurzel, 1984, 1988; Köpcke, 1995) abhängige Unterschiede im Grad der Optionalität der schwachen Deklination bzw. in der Stärke der Tendenz, die schwache Deklination zu verlassen, als Effekt der Größe lexikalischer

Cluster interpretiert werden. Analog zur gegenseitigen Stützung irregulärer Verbformen aufgrund phonologischer 'Familienähnlichkeit' (*sang, klang, rang*) würden hier die Lexikoneinträge der ultimabetonten, belebten und auf Menschen referierenden Wörter (*Student, Gitarrist*) sich gegenseitig am stärksten stützen, da sie die größte Gruppe darstellen. Erosionstendenzen nähmen mit abnehmender Ähnlichkeit, d.h. weniger gemeinsamen Merkmalen, zu. Die Annahme assoziativer Relationen erklärt die von Köpcke (1995) beschriebene Belebtheitshierarchie ebenso wie Köpckes Annahme eines 'Prototyps', hat aber zudem den Vorteil, daß die Merkmalskombination 'ultimabetont, menschlich, belebt' nicht als 'Prototyp' stipuliert werden muß, sondern sich aus der Größe der lexikalischen Familien ergibt. Anders ausgedrückt ist die Merkmalskombination der stabilsten Gruppe der schwach deklinierten Maskulina mit konsonantischer Endung eine Folge der Anzahl entsprechender Lexikoneinträge und nicht deren Ursache.

5.3. Methodische Neuentwicklungen

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Klärung der Frage, ob merkmalsabhängige Regularitäten bei menschlichen Sprachlernern und konnektionistischen Netzwerken in gleicher Weise erworben und repräsentiert werden. Um die Daten menschlicher Sprecher mit konnektionistischen Simulationen der schwachen Flexion vergleichen zu können, war es daher wesentlich, aus den erhobenen Daten Rückschlüsse auf die Repräsentation der schwachen Flexion in den verschiedenen Altersstufen ziehen zu können. Darüberhinaus sollte die interindividuelle Variation des Flexionsverhaltens erfaßt werden. Diese Ziele machten mehrere methodische Neuentwicklungen sowohl bei der Datenerhebung als auch bei der Datenauswertung erforderlich. Methodisch geht die vorliegende Arbeit daher in mehrfacher Hinsicht über den gegenwärtigen Forschungsstand hinaus.

5.3.1. Elizitationstechnik

Das klassische experimentelle Paradigma zur Testung der morphologischen Produktivität von Kindern wurde von Berko (1958) entwickelt. In diesem Paradigma werden den Versuchsteilnehmern zunächst Bilder von Phantasiefiguren sowie Kunstwörter, die die Figuren bezeichnen, dargeboten. Im folgenden Schritt werden die Probanden aufgefordert, die Beschreibung eines weiteren Bildes zu vervollständigen, das so gewählt ist, daß eine Flexionsform der ursprünglichen Bezeichnung eliziert werden kann. Beispielsweise werden Figuren, die zunächst einzeln eingeführt wurden (*“This is a wug.”*), im zweiten Schritt in Paaren dargeboten (*“Here comes another one. Now there are two ...”*). Ein problematischer Aspekt dieser Technik ist, daß die Probanden nach wenigen Versuchsdurchgängen darauf aufmerksam werden können, daß die eigentliche Aufgabe darin besteht, bestimmte Flexionsformen zu produzieren, so daß die Gefahr einer Kontamination der Resultate durch die unerwünschte (Mit-)Erfassung metalinguistischer Fähigkeiten besteht. Um diesen methodischen Nachteil soweit wie möglich zu vermeiden, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Variante des klassischen Paradigmas entwickelt, bei der schwach flektierte Formen von Wörtern und Kunstwörtern ausschließlich durch Ausnutzung pragmatischer Konventionen im Zuge der Interaktion von Untersucher und Versuchsperson eliziert wurden. Das Prinzip des Verfahrens, das man als ‘kontrastive Elizitation’ bezeichnen könnte, besteht in der gleichzeitigen Darbietung *mehrerer* Stimulusbilder, die so gewählt sind, daß die eindeutige Identifikation eines bestimmten Bildes

die Produktion des entsprechenden Nomens in der gewünschten Flexionsform erfordert. Dadurch, daß den Versuchspersonen die eindeutige Identifikation der Stimulusbilder als die zu erfüllende experimentelle Aufgabe präsentiert wird, erscheint die Bildung der dazu notwendigen Flexionsformen pragmatisch motiviert und natürlich.

Die Tatsache, daß alle der im Anschluß an das Experiment befragten erwachsenen Versuchsteilnehmer angaben, während der Versuchsdurchgänge nicht erkannt zu haben, worum es bei dem Experiment ging, bestätigt, daß das Ziel der Verschleierung der eigentlichen Aufgabe mit der kontrastiven Elizitation erreicht wurde. Gleichzeitig erwies sich das Verfahren als geeignet, die gewünschten Flexionsformen tatsächlich zu elizitieren. Obwohl in den Versuchsdurchgängen Antworten mit anderen als den gewünschten Satzkonstruktionen (und damit den gewünschten Flexionsformen) ebenso akzeptiert wurden wie die gewünschten, bildeten die Versuchspersonen Dativ- und Akkusativformen bei bekannten Wörtern in 78.5% und bei Kunstwörtern in 86.1% der möglichen Fälle. Bei Pluralformen war die Elizitationsrate noch höher (bekannte Wörter 95.5%, Kunstwörter 87.3%).

Ein Nachteil des Verfahrens kann in der verringerten Kontrolle über die experimentellen Variablen gesehen werden. So wichen die Versuchspersonen in erheblichem Maße vom vorgegebenen Genus der Kunstwörter ab, insbesondere dann, wenn das vorgegebene Genus und die semantische Bildinformation inkongruent waren (z.B. Maskulinum bei weiblichen Figuren). Dieses Verhalten bestätigt zwar einerseits, daß die Versuchspersonen sich, wie angenommen, in der Wahl der sprachlichen Mittel zur Erfüllung der Bildbenennungsaufgabe frei fühlten, führte aber andererseits zu unterschiedlichen Häufigkeiten der gewonnenen Daten für die Variablenkombinationen. Die dadurch bei größerer Anzahl experimenteller Variablen vorkommenden geringen Belegungen einiger Zellen in den kreuztabellierten Daten können für die statistische Auswertung problematisch sein. In der vorliegenden Arbeit konnte dieser Nachteil allerdings durch eine verhältnismäßig große Gesamtdatenmenge für fast alle Variablen kompensiert werden. Wo dies nicht ausreichend war, wurde die Anzahl der Variablenstufen reduziert (durch Zusammenfassung der drei zunächst bezüglich der vorausgegangenen Flexionsformen unterschiedenen Elizitationsbedingungen). Da der Nachteil potentiell zu geringer Zellenbelegungen also zumindest für die wichtigsten Variablen kompensiert werden kann, ist der Vorteil des Verfahrens, d.h. die Gewinnung weitgehend natürlicher, nicht durch

metalinguistische Urteile kontaminierter Daten ('ecologically valid data'), sicherlich insgesamt höher zu veranschlagen.

Eine weitere Verbesserung des traditionellen experimentellen Designs von Elizitationsexperimenten ist die zusätzliche Elizitation einer in den untersuchten Altersgruppen bereits sicher erworbenen Flexionsendung. Diese methodische Neuerung geschah vor dem Hintergrund der Kritik von Clahsen et al. (1990), die darauf hinweisen, daß der häufig beobachtete relativ hohe Anteil nicht flektierter Kunstwörter in Elizitationsexperimenten keinen Schluß auf die mangelnde Produktivität der Versuchspersonen erlaubt, sondern durch die Methode bedingt sein kann. Die Elizitation der in den hier untersuchten Altersgruppen bereits erworbenen Pluralflexion stellte eine Baseline-Bedingung dar, die es erlaubte, das Ausmaß methodisch bedingt fehlender Flexion abzuschätzen. Insgesamt wurden bei Kunstwörtern etwa 20% weniger Pluralformen gebildet als bei bekannten Wörtern. Darüberhinaus erlaubte die Baseline-Bedingung die Identifikation 'konservativer' Versuchspersonen, die Kunstwörter unabhängig von der zu bildenden Form nicht oder nur zögernd flektieren. Fehlende Produktivität der schwachen Kasusendungen konnte demzufolge für solche Versuchspersonen mit Sicherheit konstatiert werden, die bei Kunstwörtern zwar Pluralformen, aber keine Kasusformen bildeten.

5.3.2. Datenanalyse

Um Faktoren, die die Repräsentation der schwachen Flexion charakterisieren, wie den Anteil schwach flektierender Versuchspersonen, den Anteil schwach flektierter Wörter (Selektivität) und die Konsistenz der schwachen Flexion schwach flektierter Wörter (Optionalität) identifizieren zu können, wurde ein neues Verfahren zur Analyse der beobachteten Flexionsdaten entwickelt. Diese Methode ermöglichte es, die in den Lebensalterkohorten und über alle Versuchspersonen hinweg beobachteten relativen Häufigkeiten bestimmter Flexionsformen als gewichtete Kombinationen von Indizes darzustellen, die Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Repräsentationen des Flexionsmusters ermöglichten. So konnte die Repräsentation eines Flexionsmusters in Form nicht generalisierbarer wortspezifischer Paradigmen (*rote learning*) durch die Kombination 'geringe Optionalität und hohe Selektivität' identifiziert werden, die Repräsentation als obligatorische Regel durch die Kombination 'geringe Optionalität und geringe Selektivität' und die Repräsentation als optionale Regel durch die Kombination 'hohe Optionalität und geringe Selektivität'. Wort- und Wortformenindizes konnten darüberhinaus zum

Nachweis der individuellen Variation der Repräsentation von Flexionsmustern auch für einzelne Versuchspersonen ermittelt werden.

Die Methode ist über die Fragestellung der vorliegenden Arbeit hinaus auch für andere Studien zum Morphologieerwerb geeignet. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit legen nahe, daß Flexionsmuster generell bei verschiedenen Individuen und in verschiedenen Erwerbsphasen unterschiedlich repräsentiert sein können. Aufgrunddessen ist die Möglichkeit, bei einzelnen Sprechern und Altersgruppen zu einem bestimmten Zeitpunkt nachweisen zu können, ob ein bestimmtes Flexionsmuster als generalisierbares wortspezifisches Paradigma, als obligatorische Regel oder als optionale Regel repräsentiert ist, von grundsätzlicher Bedeutung.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht den Erwerb und die Repräsentation eines regulären, merkmalsabhängigen und niedrigfrequenten Flexionsmusters - der schwachen Substantivflexion des Deutschen - in einem Elizitationsexperiment. Das Flexionsverhalten von Kindern der Altersstufen 5 - 9 und erwachsenen Sprechern wird mit zum Teil neu entwickelten Methoden analysiert, die es erlauben, die Altersentwicklung der schwachen Flexion auf drei interpretierbare Faktoren zurückzuführen. Diese Faktoren, 'Anteil schwach flektierender Versuchspersonen', 'Anteil schwach flektierter Wörter (Selektivität)' und 'Anteil schwach flektierter Kasusformen (Optionalität)' ermöglichen darüberhinaus Aussagen über die Repräsentation der schwachen Flexion in verschiedenen Altersgruppen und bei einzelnen Sprechern. Die Ergebnisse zeigen, daß im Alter von neun Jahren bei den meisten Sprechern die schwache Flexion als produktive Regel repräsentiert ist, daß jedoch schwach flektierte Kasusformen bekannter Wörter bereits davor als auswendig gelernte Formen verfügbar sind. Dieser Befund legt nahe, daß die Bildung einer Regel durch eine Reanalyse des individuellen Lexikonbestandes erfolgt. Obwohl die meisten schwach flektierten Maskulina des Deutschen das semantische Merkmal [+belebt] aufweisen, scheinen Sprecher des Deutschen dieses Merkmal bei der Regelbildung nicht zu berücksichtigen. Die Konsequenzen dieses Befundes für die linguistische Beschreibung der schwachen Flexion werden diskutiert.

Neben dem generellen Erwerbsverlauf belegen die Daten eine erhebliche individuelle Variation. Insbesondere gibt es erwachsene Sprecher, bei denen die schwache Flexion nicht als Regel, sondern in Form lexikalisierte Einzeleinträge repräsentiert ist.

Ein Vergleich der Ergebnisse des Elizitationsexperimentes mit Computersimulationen des Erwerbs der schwachen Flexion durch drei klassische Typen von konnektionistischen Netzwerken zeigt, daß die merkmalsabhängige Regularität der schwachen Flexion bei menschlichen Sprechern und konnektionistischen Netzwerken nicht in gleicher Weise erworben und repräsentiert wird. Der bedeutsamste Unterschied scheint darin zu bestehen, daß konnektionistische Netzwerke - vermutlich aufgrund des verwendeten Fehlerkorrekturalgorithmus - den statistischen Vorhersagewert des Merkmals 'Belebtheit' im Gegensatz zu menschlichen Sprechern nicht ignorieren können.

LITERATUR

Augst, G. (1975) Untersuchungen zum Morpheminventar der deutschen Gegenwartssprache. Tübingen: Narr.

Augst, G. (1984) *Kinderwort*. Frankfurt a.M.: Verlag Peter Lang.

Baayen, H., Piepenbrock, R. & Gulikers, L. (1995) The CELEX lexical database (CD-ROM) Philadelphia, PA.: Linguistic Data Consortium, University of Philadelphia.

Bates, E., Bretherton, I. & Snyder, L. (1988) *From first words to grammar: individual differences and dissociable mechanisms*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bates, E. & MacWhinney, B. (1987) Competition, variation, and language learning. In: MacWhinney, B. (Hrsg.) *Mechanisms of language acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 157-194.

Bates, E. & Rankin, J. (1979) Morphological development in Italian: connotation and denotation. *Journal of Child Language* 6, 29-52.

Berko, J. (1958) The child's learning of English morphology. *Word* 14, 150-177.

Bloom, L., Lifter, K. & Hafitz, E. (1980) Semantics of verbs and the development of verb inflection in child language. *Language* 56, 386-412.

Bloom, L., Lightbown, P. & Hood, L. (1975) *Structure and variation in child language*. Monographs of the Society for Research in Child Development, Vol. 40/2.

Bornschein, M. & Butt, M. (1987) Zum Status des s-Plurals im gegenwärtigen Deutsch. In: Abraham, W. & Arhammar, R. (Hrsg.) *Linguistik in Deutschland. Akten des 21. Linguistischen Kolloquiums*. Tübingen: Niemeyer. 135-154.

Braine, M.D.S. (1987) What is learned in acquiring word classes - a step toward an acquisition theory. In: MacWhinney, B. (Hrsg.) *Mechanisms of language acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 65-88.

Braune, W. (1953) *Althochdeutsche Grammatik*. Tübingen: Niemeyer.

Brown, R. (1973) *A first language: the early stages*. Cambridge: Harvard University Press.

Brown, R., Cazden, C. & Bellugi-Klima, U. (1969) The child's grammar from I to III. In Hill, J.P. (Hrsg.) *Minnesota symposia on child psychology. Vol. 2*. Minneapolis: University of Minnesota Press. 28-73.

Butterworth, B. (1983) Lexical representation. In: Butterworth, B. (Hrsg.) *Language production. Vol. 2*. Academic Press. 257-294

- Bybee, J. (1985) *Morphology. A study of the relation between meaning and form*. Amsterdam: John Benjamins.
- Bybee, J. (1995) Regular morphology and the lexicon. *Language and Cognitive Processes* **10**, 425-455.
- Bybee, J.L. & Moder, C.L. (1983) Morphological classes as natural categories. *Language* **59**, 251-270.
- Carstairs, A. (1983) Paradigm economy. *Journal of Linguistics* **19**, 115-128.
- Carstairs, A. (1986) Macroclasses and paradigm economy in German nouns. *Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikationsforschung* **39**, 3-11.
- Clahsen, H. (1988) *Normale und gestörte Kindersprache*. Amsterdam: John Benjamins.
- Clahsen (1997) The representation of participles in the German mental lexicon: Evidence for the dual-mechanism model. *Yearbook of Morphology* **1996**, 73-96.
- Clahsen, H. (1999) Lexical entries and the rules of language: A multidisciplinary study of German inflection. *Behavioral and Brain Sciences* **22**, 991-1013.
- Clahsen, H. & Almazán, M. (1998) Syntax and morphology in Williams Syndrome. *Cognition* **68**, 167-198.
- Clahsen, H., Eisenbeiss, S. & Sonnenstuhl-Henning, I. (1997) Morphological structure and the processing of inflected words. *Theoretical Linguistics* **23**, 201-249.
- Clahsen, H., Rothweiler, M. & Woest, A. (1990) Lexikalische Ebenen und morphologische Entwicklung: eine Untersuchung zum Erwerb des deutschen Pluralsystems im Rahmen der Lexikalischen Morphologie. Manuskript Universität Düsseldorf, Seminar für Allgemeine Sprachwissenschaft.
- Clahsen, H., Rothweiler, M., Woest, A. & Marcus, G.F. (1992) Regular and irregular inflection in the acquisition of German noun plurals. *Cognition* **45**, 225-255.
- Clancy, P.M. (1985) The acquisition of Japanese. In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition. Vol. 1*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 373-524.
- Clark, E. (1987) The principle of contrast: A constraint on language acquisition. In: MacWhinney, B. (Hrsg.) *Mechanisms of language acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1-34.
- Daugherty, K. & Hare, M. (1993) What's in a rule? The past tense by some other name might be called a connectionist net. In: Mozer, M., Smolensky, P., Touretzky, D. & Elman, J. (Hrsg.) *Proceedings of the 1993 connectionist models summer school*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 149-156.

Dressler, W.U. (1999) Why collapse morphological concepts? *Behavioral and Brain Sciences* **22**, 1021.

Farrar, M.J. (1990) Discourse and the acquisition of grammatical morphemes. *Journal of Child Language* **17**, 607-624.

Fodor, J.A. & Pylyshyn, Z.W. (1988) Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis. *Cognition* **28**, 3-71.

Glinz, H. (1992) Wieviel Grammatik für die Grundschul Kinder - und wieviel für die Lehrenden? *Grundschule* **1**, 9-14.

Goebel, R. (1990) Binding, episodic short-term memory, and selective attention, or why are PDP models poor at symbol manipulation? In: Touretzky, D.S., Elman, J.L., Sejnowski, T.J. & Hinton, G.E. (Hrsg.) *Connectionist models. Proceedings of the 1990 Summer School*. San Mateo: Morgan Kaufman. 253-264.

Goebel, R. (1995) Neurolator - Ein Programm zur Simulation neuronaler Netzwerke. In: Plesser, T. & Wittenburg, P. (Hrsg.) *Forschung und wissenschaftliches Rechnen. Beiträge zum Heinz-Billing-Preis 1994*. GWDG-Bericht Nr. 40. Göttingen: Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung mbH. 13-36.

Goebel, R. & Indefrey, P. (2000) A recurrent network with short-term memory capacity learning the German s-plural. In: Broeder, P. & Murre, J. (Hrsg.) *Models of Language Acquisition: Inductive & Deductive Approaches*. Oxford: Oxford University Press. 177-200.

Hahn, U. & Nakisa, R.C. (2000) German inflection: Single route or dual route? *Cognitive Psychology* **41**, 313-360.

Halle, M. & Mohanan, K.P. (1985) Segmental phonology of modern English. *Linguistic Inquiry* **16**, 57-116.

Hare, M., Elman, J.A. & Daugherty, K.G. (1995) Default generalisation in connectionist networks. *Language and Cognitive Processes* **10**, 601-630.

Imedadze, N. & Tuite, K. (1992) The acquisition of Georgian. In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition. Vol. 3*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 39-109.

Indefrey, P. (1999) Some problems with the lexical status of nondefault inflection. *Behavioral and Brain Sciences* **22**, 1025.

Indefrey, P. & Baayen, H. (1994) Estimating word frequencies from lexical dispersion data. *Statistica Neerlandica* **48**, 259-270.

Indefrey, P., Brown, C., Hagoort, P., Herzog, H., Sach, M. & Seitz, R.J. (1997) A PET study of cerebral activation patterns induced by verb inflection. *NeuroImage* **5**, S548.

- Indefrey, P. & Goebel, R. (1993). The learning of weak noun declension in German: Children vs. artificial network models. *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 575-580.
- Jaeger, J.J., Lockwood, A.H., Kemmerer, D.L., Van Valin, R.D., Murphy, B.W. & Khalak, H.G. (1996) A positron emission tomographic study of regular and irregular verb morphology in English. *Language* 72, 451-497.
- Kim, J.J., Pinker, S., Prince, A. & Prasada, S. (1991) Why no mere mortal has ever flown out to center field. *Cognitive Science* 15, 173-218.
- Köpcke, K.M. (1982) *Untersuchungen zum Genusssystem der deutschen Gegenwartssprache*. Tübingen: Niemeyer.
- Köpcke, K.M. (1988) Schemas in German plural formation. *Lingua* 74, 303-335.
- Köpcke, K.M. (1995) Die Klassifikation der schwachen Maskulina in der deutschen Gegenwartssprache. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft* 14, 159-180.
- Köpcke, K.M. (1998) The acquisition of plural marking in English and German revisited: schemata versus rules. *Journal of Child Language* 25, 293-319.
- Lachter, J. & Bever, T. (1988) The relation between linguistic structure and associative theories of language learning: A constructive critique of some connectionist learning models. *Cognition* 28, 195-247.
- Lebeaux, D. (1982) The acquisition of affixation. Manuskript, Department of Linguistics, Univ. of Massachusetts, Amherst.
- Levelt, W.J.M. (1991) Die konnektionistische Mode. *Sprache & Kognition*, 10, 61-72.
- Lieven, E.V.M. (1997) Variation in a crosslinguistic context. In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition*. Vol. 5. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 199-264.
- MacWhinney, B. (1978) *The acquisition of morphophonology*. Monographs of the Society for Research in Child Development, Vol. 43, No. 1-2.
- MacWhinney, B. (1987) The Competition Model. In: MacWhinney, B. (Hrsg.) *Mechanisms of language acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 249-308.
- MacWhinney, B. & Leinbach, J. (1991) Implementations are not conceptualizations: Revising the verb learning model. *Cognition* 40, 121-157.
- MacWhinney, B., Leinbach, J., Taraban, R. & McDonald, J. (1989) Language learning: cues or rules? *Journal of Memory und Language* 28, 255-277.
- Marcus, G.F. (1993) Negative evidence in language acquisition. *Cognition* 46, 53-85.

- Marcus, G.F. (1995) The acquisition of English past tense in children and multilayered connectionist networks. *Cognition* **56**, 271-279.
- Marcus, G F. (1998) Can connectionism save constructivism? *Cognition* **66**, 153-182.
- Marcus, G., Brinkmann, U., Clahsen, H., Wiese, R., Woest, A. & Pinker, S. (1995) German inflection: The exception that proves the rule. *Cognitive Psychology* **29**, 189-256.
- Marslen-Wilson, W.D. & Tyler, L.K. (1997) Dissociating types of mental computation. *Nature* **387**, 592-594.
- Meier, H. (1967) *Deutsche Sprachstatistik*. Hildesheim: Olms.
- Mills, A.E. (1984) *The acquisition of gender in English and German*. Habilitationsschrift, Tübingen.
- Mills, A.E. (1985) The acquisition of German. In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition. Vol. 1: The data*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 141-254.
- Mugdan, J. (1977) *Flexionsmorphologie und Psycholinguistik*. Tübingen: Narr.
- Nelson, K. (1973) *Structure and strategy in learning to talk*. Monographs of the Society for Research in Child Development, Vol. 38.
- Ochs, E. & Schieffelin, B.B. (1984) Language acquisition and socialisation: Three developmental stories and their implications. In: Shweder, R.A. & Levine, R.A. (Hrsg.) *Culture theory: essays on mind, self and emotion*. Cambridge: Cambridge University Press. 276-320.
- Ortmann, A. (1998) The role of [\pm animate] in inflection. In: Fabri, R., Ortmann, A. & Parodi, T. (Hrsg.) *Models of inflection*. Tübingen: Niemeyer. 60-84.
- Park, T.-Z. (1978) Plurals in child speech. *Journal of Child Language* **5**, 237-250.
- Paul, H. (1944) *Mittelhochdeutsche Grammatik*. Halle: Niemeyer.
- Paul, H. (1962) *Kurze deutsche Grammatik auf Grund der fünfbandigen deutschen Grammatik*. Eingrichtet von Stolte, H. (Hrsg.). Tübingen: Niemeyer.
- Penke, M. (2002) Flexion im mentalen Lexikon: eine neuro- und psycholinguistische Perspektive. Habilitationsschrift. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Penke, M. & Krause M. (im Druck) German Noun Plurals: A Challenge to the Dual-Mechanism Model. *Brain and Language*.

Penke, M., Weyerts, H., Gross, M., Zander, E., Münte, T. & Clahsen, H. (1997) How the brain processes complex words: An ERP-study of German verb inflections. *Cognitive Brain Research* **6**, 37-52.

Pinker, S. (1984) *Language learnability und language development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Pinker, S. (1991) Rules of language. *Science* **253**, 530-535.

Pinker, S. & Prince, A. (1988) On language and connectionism: analysis of a parallel distributed model of language acquisition. *Cognition* **28**, 73-193.

Plunkett, K. & Marchman, V. (1991) U-shaped learning and frequency effects in a multi-layered perceptron: Implications for child language acquisition. *Cognition* **38**, 43-102.

Plunkett, K. & Marchman, V. (1993) From rote learning to system building: acquiring verb morphology in children and connectionist nets. *Cognition* **48**, 21-69.

Plunkett, K. & Nakisa, R. (1997) A connectionist model of the arabic plural system. *Language and Cognitive Processes* **12**, 807-836.

Prasada, S. & Pinker, S. (1993) Generalisation of regular and irregular morphological patterns. *Language und Cognitive Processes* **8**, 1-56.

Rumelhart, D.E., Hinton, G. & Williams, R.J. (1986) Learning internal representations by error propagation. In: McClelland, J., Rumelhart, D. & The PDP Research Group (Hrsg.) *Parallel Distributed Processing: Explorations in the microstructure of cognition. Vol. I: Foundations*. Cambridge, MA: MIT press/Bradford Books. 318-364.

Rumelhart, D.E. & McClelland, J.L. (1986) On learning the past tenses of English verbs. In: McClelland, J., Rumelhart, D. & The PDP Research Group (Hrsg.) *Parallel Distributed Processing: Explorations in the microstructure of cognition. Vol. II: Psychological and biological models*. Cambridge, MA: MIT press/Bradford Books. 216-271.

Ruoff, A. (1990) *Häufigkeitwörterbuch gesprochener Sprache*. Tübingen: Niemeyer.

Savic, S. & Mikes, M. (1974) Non phrase expansion in child language. *Journal of Child Language* **1**, 107-110.

Schaner-Wolles, C. (1989) Plural- vs. Komparativerwerb im Deutschen - von der Diskrepanz zwischen konzeptueller und morphologischer Entwicklung. In: Günther, H. (Hrsg.) *Experimentelle Studien zur deutschen Flexionsmorphologie*. Hamburg: Buske. 155-186.

Schneuwly, B. (1978) Zum Erwerb des Genus im Deutschen: eine mögliche Strategie. Manuskript Max-Planck-Institut für Psycholinguistik, Nijmegen.

- Slobin, D. (1985) Why study acquisition crosslinguistically? In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition. Vol. 1: The data*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 3-26.
- Smoczynska, M. (1985) The acquisition of Polish. In: Slobin, D. (Hrsg.) *The cross-linguistic study of language acquisition. Vol. 1: The data*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 595-686.
- Sonnenstuhl-Henning, I. (2001) Deutsche Plurale im mentalen Lexikon. Dissertation. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Sonnenstuhl, I., Eisenbeiss, S. & Clahsen, H. (1999) Morphological priming in the German mental lexicon. *Cognition* **72**, 203-236.
- Strauss, S.L. (1982) *Lexicalist phonology of English and German*. Dordrecht: Foris.
- Tracy, R. (1986) The acquisition of case morphology in German. *Linguistics* **24**, 47-78.
- Ullman, M.T., Bergida, R. & O'Craven, K. (1997) Distinct fMRI activation patterns for regular and irregular past tense. *NeuroImage* **5**, S555.
- Ullman, M.T., Corkin, S., Coppola, M., Hickok, G., Growdon, J.H., Koroshetz, W.J. & Pinker, S. (1997) A neural dissociation within language: Evidence that the mental dictionary is part of declarative memory, and that grammatical rules are processed by the procedural system. *Journal of Cognitive Neuroscience* **9**, 266-276.
- Walter, S. (1975) Zur Entwicklung morphologischer Strukturen bei Kindern. Manuskript Universität Heidelberg, Psychologisches Institut.
- Weinhold, K., Ehrismann, G. & Moser, H. (1972) *Kleine Mittelhochdeutsche Grammatik*. Wien: Braumüller.
- Westermann, G. (1998) Emergent modularity and U-shaped learning in a constructivist neural network learning the English past tense. *Proceedings of the 20th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 1130-1135.
- Westermann, G. & Goebel, R. (1995) Connectionist rules of language. *Proceedings of the 17th Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Hillsdale, NJ: Erlbaum. 236-241.
- Weyerts, H. & Clahsen, H. (1994) Netzwerke und symbolische Regeln im Spracherwerb: Experimentelle Ergebnisse zur Entwicklung der Flexionsmorphologie. *Linguistische Berichte* **154**, 430-460.
- Weyerts, H., Penke, M., Dohrn, U., Clahsen, H. & Münte, T. (1997) Brain potentials indicate differences between regular and irregular German noun plurals. *Neuroreport* **8**, 957-962.
- Wiese, R. (1986a) Schwa and the structure of words in German. *Linguistics* **24**, 697-724.
- Wiese, R. (1986b) Zur Theorie der Silbe. *Studium Linguistik* **20**, 1-15

- Wiese, R. (1996) *The phonology of German*. Oxford: Clarendon.
- Wiese, R. (1999) On default rules and other rules. *Behavioral and Brain Sciences* **22**, 1043-1044.
- Wunderlich, D. (1996) Minimalist morphology: the role of paradigms. In: Booij, G. & Van Marle, J. (Hrsg.) *Yearbook of morphology 1995*. Dordrecht: Kluwer. 93-114.
- Wunderlich, D. (1998) Nominal inflection classes in German. Manuskript Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Wunderlich, D. (1999) German noun plural reconsidered. *Behavioral and Brain Sciences* **22**, 1044-1045.
- Wunderlich D. & Fabri, R. (1993) Minimalist Morphology: an approach to inflection. Manuskript Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
- Wunderlich, D. & Fabri, R. (1995) Minimalist Morphology: an approach to inflection. *Zeitschrift für Sprachwissenschaft* **14**, 236-294.
- Wurzel, W.U. (1981) Phonologie: Segmentale Struktur. In: Heidolph, K. E., Flämig, W. & Motsch, W. (Hrsg.) *Grundzüge einer deutschen Grammatik*. Berlin: Akademie-Verlag. 898-990.
- Wurzel, W.U. (1984) *Flexionsmorphologie und Natürlichkeit*. studia grammatica XXI. Berlin: Akademie-Verlag.
- Wurzel, W.U. (1988) Gedanken zur Flexionsklassenmarkiertheit. In: Bierwisch, M., Motsch, W. & Zimmermann, I. (Hrsg.) *Syntax, Semantik und Lexikon*. studia grammatica XXIX. Berlin: Akademie-Verlag. 259-278.
- Zorzi, M., Houghton, G. & Butterworth, B. (1998a) Two routes or one in reading aloud? A connectionist dual-process model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* **24**, 1131-1161.
- Zorzi, M., Houghton, G. & Butterworth, B. (1998b) The development of spelling-sound relationships in a model of phonological reading. *Language and Cognitive Processes* **13**, 337-371.

ANHANG

Tabelle A1. Vollständiges hierarchisches loglineares Modell für *Kunstwörter* mit maximal 4-facher Interaktion der Variablen 'Genus' (GEN), 'Alter' (AGE), 'semantische Information' (SEM), 'Elizitationsbedingung' (COND) und 'Endung' (END)

Effekt	DF	Partial-Chi-Qu	Prob
END*COND*AGE*SEM	36	21.780	.9703
END*COND*AGE*GEN	36	32.537	.6341
END*COND*SEM*GEN	18	18.342	.4333
END*AGE*SEM*GEN	108	133.043	.0513
COND*AGE*SEM*GEN	54	42.803	.8637
END*COND*AGE	12	56.935	.0000
END*COND*SEM	6	12.118	.0594
END*AGE*SEM	36	103.134	.0000
COND*AGE*SEM	18	4.542	.9994
END*COND*GEN	6	85.466	.0000
END*AGE*GEN	36	176.257	.0000
COND*AGE*GEN	18	73.032	.0000
END*SEM*GEN	18	44.394	.0005
COND*SEM*GEN	9	51.929	.0000
AGE*SEM*GEN	54	117.410	.0000
END*COND	2	174.396	.0000
END*AGE	12	873.582	.0000
COND*AGE	6	5.993	.4240
END*SEM	6	48.589	.0000
COND*SEM	3	1.566	.6672
AGE*SEM	18	9.919	.9345
END*GEN	6	5551.497	.0000
COND*GEN	3	252.612	.0000
AGE*GEN	18	745.398	.0000
SEM*GEN	9	331.721	.0000
END	2	4967.692	.0000
COND	1	1052.008	.0000
AGE	6	185.882	.0000
SEM	3	.000	1
GEN	3	2804.853	.0000

Tabelle A2. Vollständiges hierarchisches loglineares Modell für *bekannte Wörter* mit maximal 4-facher Interaktion der Variablen 'Genus' (GEN), 'Alter' (AGE), 'semantische Information' (SEM), 'Elizitationsbedingung' (COND) und 'Endung' (END)

Effekt	DF	Partial-Chi-Qu	Prob
END*COND*AGE*SEM	24	20.164	.6874
END*COND*AGE*GEN	36	32.411	.6400
END*COND*SEM*GEN	12	3.677	.9886
END*AGE*SEM*GEN	72	27.641	.9999
COND*AGE*SEM*GEN	36	19.457	.9889
END*COND*AGE	12	47.517	.0000
END*COND*SEM	4	14.658	.0055
END*AGE*SEM	24	36.014	.0547
COND*AGE*SEM	12	1.596	.9998
END*COND*GEN	6	11.885	.0646
END*AGE*GEN	36	118.063	.0000
COND*AGE*GEN	18	54.594	.0000
END*SEM*GEN	12	27.692	.0061
COND*SEM*GEN	6	6.983	.3224
AGE*SEM*GEN	36	43.446	.1839
END*COND	2	79.161	.0000
END*AGE	12	1023.671	.0000
COND*AGE	6	5.442	.4884
END*SEM	4	131.867	.0000
COND*SEM	2	.025	.9876
AGE*SEM	12	3.201	.9939
END*GEN	6	11412.493	.0000
COND*GEN	3	131.199	.0000
AGE*GEN	18	859.710	.0000
SEM*GEN	6	725.328	.0000
END	2	1252.870	.0000
COND	1	1052.824	.0000
AGE	6	186.062	.0000
SEM	2	4293.354	.0000
GEN	3	5886.654	.0000

Abbildung A4. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 5.

Altersgruppe 5 (n = 17)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1				
Bekannte Wörter schwache Kasusformen	Optionalität					c	a	p		h	l f b	m i	q o	j	n k	g e d
	Selektivität			f	c	q o		h	a			p	n m l k e			j i g d b
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität				f	g	m i	j		p k				d		l
	Selektivität	h e q c o b n a		p j	l k	m g f		i						d		
Plural	Selektivität		f		o k	m	n				i a	e c b	l g			q p j h d

Abbildung A5. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 6.

Altersgruppe 6 (n = 19)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Bekante Wörter schwache Kasusformen	Optionalität					k c	i		g l h p		s n	r q m f a o j e d b
	Selektivität					g c		l i		h k		p o f j e r d q n b n a m
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität			n s h	f			o	r k e		l d	c (a)
	Selektivität	m j i q g p b	r h f c	k s l	n a	e				o	d	
Plural	Selektivität		g	b		h	n j	f a		q	l i e d s r m	p o k c
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

Abbildung A6. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 7.

Altersgruppe 7 (n = 24)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1				
Bekannte Wörter schwache Kasusformen	Optionalität				o j	g				l	r	s	m k d c u q p i h	n f x e w b v a t		
	Selektivität			o			g		j	p	q	e		f m u d l t c k s x b i r w a h n v		
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität						k	r q	j	d c a			w i t m h e	n	v	(x) (u) (p) (f) b
	Selektivität	s o l g	h	p	x f j	u	a		k	m	d		w t r	i	q c	e
Plural	Selektivität					g	u	h	o		x p l	r	q m j e	w c		i v f t d s b n a k
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1				

Abbildung A7. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 8.

Altersgruppe 8 (n = 16)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
Bekante Wörter schwache Kasusformen	Optionalität										o a	p f	m k i e b	j h g d n c l
	Selektivität									d	a			g l f k p e j o c i n b h m
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität					d a	j		m i		p l e	n	k c	b g
	Selektivität	o h f		d			g	j i a		n k	p	e	m l b	c
Plural	Selektivität					o i				f		e d a	n l k	j h g c p b m

Abbildung A8. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Altersgruppe 9.

Altersgruppe 9 (n = 17)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1					
Bekannte Wörter schwache Kasusformen	Optionalität							d			q	p m k b n h f a	j i g e o c l				
	Selektivität												e j o d i n c h m b g l q a f k p				
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität				f	l		d	a	m	j	n	p	g	e	i	o k h c b
	Selektivität	q			l c	d	o	b	n g	m f a	p		e		h		k j i
Plural	Selektivität						c	l				b a	o j d	p m		i h g q f n e k	

Abbildung A9. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Hauptschüler.

Hauptschule (n = 16)		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Bekante Wörter schwache Kasusformen	Optionalität											g o f n e l c i a h p
	Selektivität										d b m k j	
Kunstwörter schwache Kasusformen	Optionalität											l j h (f) o a n
	Selektivität	m k g		b a		o		b c e				p i d n l j i (f)
Plural	Selektivität					g b			k			m c a i p h o f n e l d j
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1

Abbildung A10. Streuungsdarstellungen der Wort- und Wortformenindizes der einzelnen Versuchspersonen nach Altergruppen, Universitätsstudenten.

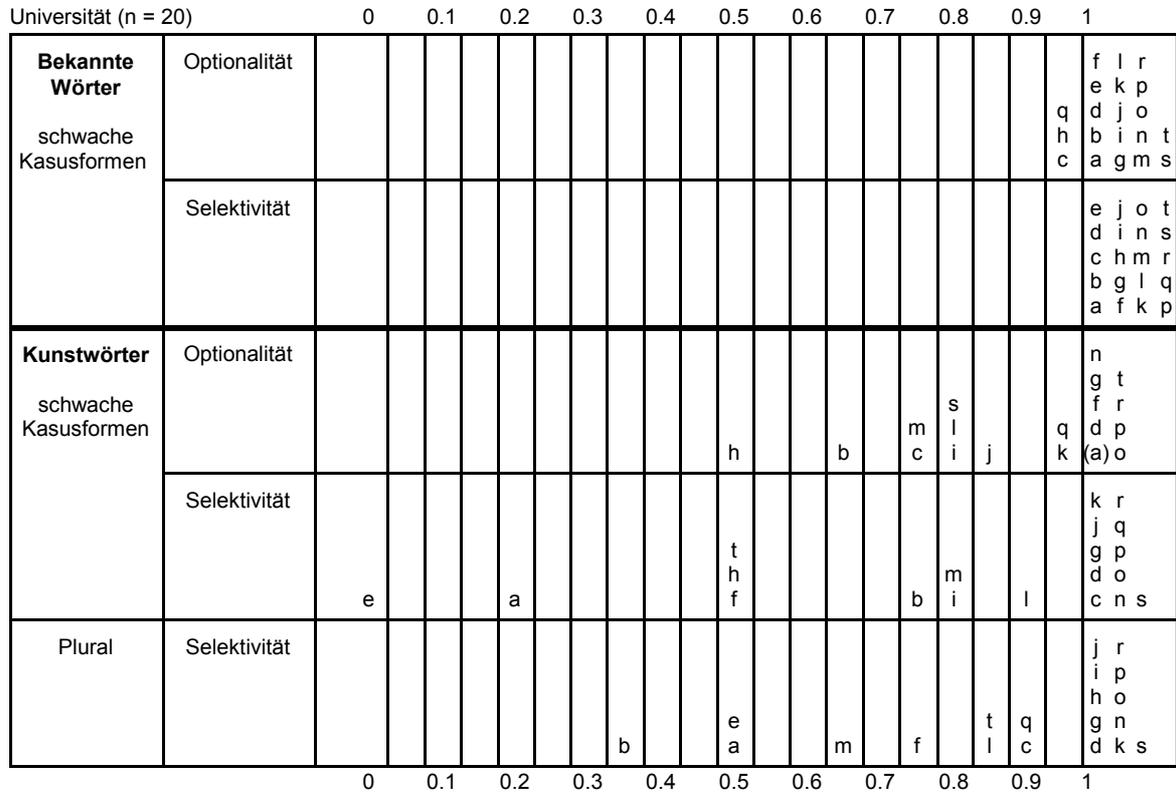


Tabelle A3. Segmente des Deutschen in einer vereinfachten Kodierung nach WURZEL (1981).
(i,u,ü = nichtsilbische Segmente in den Diphthongen ei, au, eu)

a) Vokale

		i:	ɪ	e:	ɛ:	ɛ	a:	a	o:	o	u:	ʊ	y:	y	ö:	ö	ə	i	u	ü
1	kons	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	silb	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
3	hoch	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
4	nied	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	vorn	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
6	rund	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
7	lang	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
8	obst																			
9	ante																			
10	koro																			
11	kvor																			
12	daue																			
13	nasa																			
14	stim																			

b) Konsonanten

		p	b	f	v	m	t	d	s	z	n	l	ʃ	ʒ	ç	j	k	g	x	ŋ	R	h	
1	kons	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
2	silb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	hoch																						
4	nied																						
5	vorn																						
6	rund																						
7	lang																						
8	obst	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
9	ante	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	koro	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	kvor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
12	daue	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
13	nasa	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
14	stim	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-

KURZER LEBENS LAUF

Dr. med. Peter Indefrey (geboren am 19. Februar 1957 in Wuppertal) ist seit Januar 2001 zusammen mit Prof. Dr. P. Hagoort Leiter der Forschungsgruppe *Neurocognition of language processing* am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik, Nijmegen (Niederlande) und Principal Investigator am F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging in Nijmegen.

Er studierte Medizin (Ärztliche Prüfung und Approbation 1982) sowie Allgemeine Sprachwissenschaft und Philosophie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Von 1983 - 1984 war er als Assistenzarzt in der Abteilung für Chirurgie des Klinikums Köln-Merheim (Direktor: Prof. Dr. H. Troidl) tätig. Er erwarb 1990 den Fachkundenachweis Rettungsmedizin und promovierte 1991 am Klinischen Institut für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf bei Prof. Dr. S. Zepf mit der Arbeit "Dimensionen der Einschätzung von Alltagskonzepten auf dem Semantischen Differential bei Morbus Crohn-Patienten und vergleichbaren Normalpersonen" (Note: sehr gut). Von 1989 - 1993 war er Promotionsstipendiat der Max-Planck-Gesellschaft in der Abteilung für Spracherwerb des Max-Planck-Institutes für Psycholinguistik (Direktor: Prof. Dr. W. Klein). 1994 wechselte er zu der neugegründeten Forschungsgruppe *Neurocognition of language processing* (Leiter: Dr. P. Hagoort und Dr. C. Brown) am Max-Planck-Institut für Psycholinguistik. Dort war er zunächst als Junior Researcher, seit 1998 als Senior Researcher für Aufbau des Bereiches der hämodynamischen Hirnaktivierungsstudien mit Positronenemissionstomographie (PET) und funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI) verantwortlich. Thematische Schwerpunkte dieses Bereiches sind die neurale Repräsentation morphologischer und syntaktischer Sprachverarbeitung und die Neurokognition des Lesens. Dr. Indefrey ist Autor von ca. 25 Publikationen und Reviewer für zehn Fachzeitschriften.

Seit 1994 ist Dr. Indefrey Lehrbeauftragter am Seminar für Allgemeine Sprachwissenschaft der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Prof. Dr. D. Wunderlich) für Lehrveranstaltungen der Bereiche Psycholinguistik und Neurokognition der Sprache. 1998 unterrichtete er am *McDonnell Summer Institute in Cognitive Neuroscience*. 2002 an der Sommerschule *Formal and Functional Linguistics* der Deutschen Gesellschaft für Sprachwissenschaft und der Linguistic Society of America.