

# Biologie der Sprache — Probleme und Perspektiven

Seminar veranstaltet von Manfred Bierwisch,  
Dieter Wunderlich, Paul Kiparsky,  
9. —10. März 1992\*

*Teilnehmer:* Manfred Bierwisch (Wissenschaftskolleg), Valentin Braitenberg (Max-Planck-Institut für Biologische Kybernetik, Tübingen), Gisbert Fanselow (Institut für Linguistik, Universität Passau), Sascha Felix (Institut für Linguistik, Universität Passau), Angela Friederici (Institut für Psychologie, Freie Universität zu Berlin), Hubert Haider (Institut für Linguistik, Universität Stuttgart), Paul Kiparsky (Wissenschaftskolleg), Friedemann Pulvermüller (Department of Linguistics, University of Los Angeles), Günther Tembrock (Institut für Zoologie, Humboldt Universität, Berlin), Werner Wickler (Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Seewiesen), Dieter Wunderlich (Wissenschaftskolleg).

*Manfred Bierwisch:* „Biologische Aspekte der natürlichen Sprache — Sprache als biologisches System“

Menschliches Verhalten wird durch relativ autonome domänenspezifische Programme gesteuert, die zerebrale Strukturen mit peripheren Komponenten zu funktionsspezifischen Organen zusammenschließen. Die Sprache ist ein solches Organ, bei der sich Fragen hinsichtlich Phylogenese, Ontogenese und Aktualgenese stellen. Einige Spezifika der Sprache können im Vergleich mit der visuellen Wahrnehmung gefunden werden. Einige Unterschiede ergeben sich daraus, daß Sprache rezeptiv und produktiv ist, Sehen nur rezeptiv.

Die Struktur lexikalischer Einheiten und komplexer Ausdrücke der Sprache unterliegt generellen Regeln und Prinzipien. In welcher Form ist das Regel- und Prinzipienwissen zerebral realisiert? Wie steuert es die Strukturierung des Gedächtnisbesitzes und die Aktualgenese von Äußerungen?

Die in der Ontogenese entstehende Kenntnisstruktur Grammatik (G) enthält Generalisierungen und berücksichtigt Beschränkungen, die in den Informationen aus den empfangenen Primärdaten nicht enthalten sind. Deshalb wird eine Struktur der Universalen Grammatik (UG) angenommen, die allgemein genug ist, um jede vermutbare Grammatik als Spezialfall zu umfassen, und spezifisch genug, um jede bestimmte Grammatik

---

\* Das Seminar wurde finanziert von der *Otto-und-Martha-Fischbeck-Stiftung*.

„lernbar“ zu machen. Die Universale Grammatik muß zwei Arten von Erwerbsprozessen ermöglichen: (a) den Aufbau strukturierter Netze, die das lexikalische System von G ausmachen, und (b) die einzelsprachliche Fixierung von Optionen im Regel- oder Prinzipiensystem.

Aufgrund rein kognitiver und kommunikativer Bedingungen könnte ein Variationsraum möglicher Grammatiken definiert werden, der den tatsächlich bestehenden typologischen Variationsraum von Sprachen bei weitem übertrifft. Falls dies auf den durch die Universale Grammatik spezifizierten Rahmen zurückzuführen ist, entsteht die Frage, auf welche Weise die genetische Fixierung der Universalen Grammatik zustande gekommen sein kann. Könnte die Universale Grammatik ein Epiphänomen sein, das als Folge unabhängiger Evolutionsprozesse entstanden ist?

Ist Sprachwandel Fortsetzung der Evolution auf traditionsbedingter Basis? Sind in diesem Sinne Grammatiken „Organismen“ mit kultureller Evolution?

Diskussion: Empfängereigenschaften gehen den Sendereigenschaften immer voran in der Phylogenese; das Empfängerorgan muß sich Strukturen für längeres Behalten suchen („Repräsentationen“). Insofern ist das Auge notwendigerweise ein entwickelteres Organ als entsprechend motorische Organe. Visuelle Wahrnehmung kann durch ein Produktionssystem im Interaktionsverhalten ergänzt werden (Mimik, Gesten); sie kann auch an Sprache gekoppelt werden (Sign Language der Taubstummen). — Wesentlich ist das zeitliche Nacheinander von Signalen beim Sprechen/Hören versus Simultansignale beim Sehen („Perlensprache“ bei den Zulus). Im Prinzip könnte man sich auch akustische Signale simultan vorstellen, aber davon wird offenbar nur beschränkter Gebrauch gemacht. — Rekursive Strukturen findet man bereits in anderen Aktivitäten: Nestbau der Vögel, instrumentelles Handeln des Menschen. — Die Universale Grammatik enthält die barocke Vielfalt der Einzelsprachen, die in der Tierwelt eher auf verschiedene Spezies verteilt ist.

*Dieter Wunderlich:* „Grammatiken als Berechnungssysteme“

Wesentlich für Sprache ist die Einbettung in zwei unabhängige Performanzsysteme (das artikulatorisch-perzeptuelle System und das konzeptuell-intentionale System). Sprache hat mit der Inbeziehungsetzung dieser Systeme zu tun. Jede Äußerung wird in bezug auf diese Performanzsysteme in zwei Interface-Systemen repräsentiert: als Phonologische Form (PF) und als Semantische Form (SF). Beide Repräsentationssysteme haben diskrete kategoriale Elemente und ein Berechnungssystem für komplexe Einheiten. Wesentlich ist, daß Strukturen der Phonologischen Form zeitlich linear organisiert sind, Strukturen der Semantischen Form rein hierarchisch.

Die Grammatik einer Sprache muß also zwei Sorten von Strukturen aufeinander abbilden: lineare Strukturen in der Phonologischen Form und hierarchische Strukturen in der Semantischen Form.

- (a) Minimale Elemente (Lexikoneinheiten) paaren einzelne Komplexe der Phonologischen und Semantischen Form miteinander.
- (b) Die Morphologie berechnet aus den minimalen Elementen Wörter, das sind linear untrennbare syntaktische Atome. Die Syntax berechnet aus den Wörtern Phrasen und Sätze.
- (c) Die Lexikoneinheiten sind bereits hinsichtlich der Möglichkeiten ihres morphologisch-syntaktischen Zusammenbaus gekennzeichnet (Kategorien wie Nomen / Verb, Linking-Bedingungen für die Argumente wie Kasus, Rektionsrichtung und Kongruenz).

In der syntaktischen Struktur ergeben sich durch die Projektion von Lexikoneinheiten von ihnen beherrschte Domänen. Viele sprachliche Phänomene müssen auf solche Strukturdomänen bezogen werden; z. B. die Möglichkeit der morphologischen Verschmelzung, die Herausstellung im Satz, die Zuordnung eines Reflexivpronomens zu seinem Bezugswort.

*Angela Friederici:*

Die Psycholinguistik untersucht die Prozesse beim Sprechen und Hören im wesentlichen auf drei Ebenen: Message in Verbindung mit dem Weltwissen; Formulierung / Parsing in Verbindung mit Lexikon und Syntax; motorische Programme / phonetische Analyse. Die Wahrnehmungsverarbeitung ist weder rein seriell noch total interaktiv: der initiale Zugriff auf ein Wort ist autonom bzw. datengetrieben; die Vorauswahl von Kandidaten unterliegt bereits Kontextinformationen. Dies gilt jedenfalls für Inhaltswörter (offene Klassen; insbesondere Nomina) Nützlich wäre ein schneller Zugriff auf strukturtragende Elemente (Funktionswörter, geschlossene Klassen).

Berichtet wird über eigene Untersuchungen (Methode: Reaktionszeit vom Beginn des Wortes her gemessen). Bei Erwachsenen ist der Zugriff auf Funktionswörter unabhängig vom Kontext und etwas schneller als auf Nomina, während Nomina in einem relevanten Kontext schneller erkannt werden als in einem neutralen Kontext (Latenzzeiten zwischen 300 und 400 msec). Die Schädigungen bei Broca-Patienten sind selektiv: für Funktionswörter verlängert sich die Latenzzeit auf 800 msec, für Nomina aber nur auf 600 msec (mit denselben Kontexteffekten). Der dadurch entstehende Mismatch beim Parsing könnte das agrammatische Verhalten erklären: die syntaktische Information ist zwar zugänglich, aber steht nicht früh genug zur Verfügung. Bei Wernicke-Patienten gibt es nur eine allgemeine gleichbleibende Verzögerung in der Worterkennung. Die Effekte bestätigen sich bei den verschiedenen Verwendungen von „auf“: Broca-Patienten erkennen das Adverb wesentlich schneller als die lokale

Präposition, und diese wiederum schneller als die verbregierte inhaltsleere Präposition.

Ein umgekehrtes Verhalten zeigen Kinder bis hin zu 8 Jahren: sie erkennen Nomina wesentlich schneller als Funktionswörter, und zwar beide mit Kontexteffekten. Funktionswörter werden also zunächst wie schwerer zugängliche Inhaltswörter behandelt. Erst mit 8 Jahren nähern sich die Latenzzeiten; und ab 9 Jahren zeigt sich das Bild von Erwachsenen.

Messungen der physiologischen Hirnaktivität zeigen bei Funktionswörtern die Hauptaktivität im Broca-Areal, bei Nomina im Wernicke-Areal; und bei Kindern von sechs Jahren durchweg im Wernicke-Areal.

Daraus läßt sich schließen, daß die syntaktischen Fähigkeiten zunächst hauptsächlich im Wernicke-Areal gebildet und erst relativ spät als automatisierte Verarbeitungsfähigkeit im Broca-Areal gespeichert werden.

*Valentin Braitenberg:*

Die Struktur des Cortex ist von den Mäusen bis zum Menschen im Prinzip dieselbe, ebenfalls die Art, wie sich der Cortex in der Ontogenese entwickelt. Aus jeder Neuronenzelle wachsen vielfältige Ausläufer (Fasern), die zahlreiche lernende Synapsen aufnehmen; empfangende Synapsen auf den Dendriten und weitergebende Synapsen auf den Axonen. Mit ihnen gibt es eine Sorte von Elementen in lernender Verbindung; der Cortex läßt sich somit als riesiger assoziativer Speicher ansehen. Jede Konfiguration des Kopplungs- bzw. Synapsensystems ist ein Lernzustand; jedes Aktivierungsmuster (über einem Ensemble) des Systems ist ein mentaler Zustand (der seinerseits auch Synapsen ändern kann) Zwischen Empfang und Weiterleitung eines Aktionspotentials liegt eine Verzögerung von etwa 1 msec.

Frage: Was sind die elementaren Leistungen, die der Cortex in bezug auf Sprache vollbringen muß?

1. Es muß (a) diskrete Elemente geben, die sich (b) gegenseitig ausschließen.
2. Es muß bistabile Elemente geben, die zwei verschiedene Zustände realisieren können.
3. Es muß eine Zeitmarkierung geben, die früher eingetretene Zustände von später eingetretenen Zuständen unterscheiden kann.
4. Lange Ketten müssen realisierbar sein. In diversen Aktivitäten des Menschen gibt es einen Rhythmus von etwa 4-5 Hz (Dauer eines Laufschrilles, Dauer einer Silbe ca. 200-250 Hz).
5. Die „irgendwann“-Operation muß realisierbar sein: Eine von einem Element A eingeführte Bedingungen muß irgendwann von einem Element B erfüllt werden.)

(Aufforderung an die Linguisten: Übersetzt die linguistischen Prinzipien oder Regeln in Begriffe solcher oder ähnlicher Anforderungen, die sich sinnvoll an neuronale Systeme stellen lassen!)

Angebot des Hirnforschers, welche Systeme zur Realisierung der elementaren Leistungen dienen könnten:

- zu 1 a. Neuronen, die nur beim Erreichen einer Schwelle aktiv werden (McCulloch & Pitts), können diskrete Elemente realisieren.
- zu 1b. In einem lateralen Inhibitions-Netzwerk nimmt der Gewinner alles; dadurch läßt sich gegenseitiger Ausschluß realisieren.
- zu 2. Cell Assemblies (nach Hebb) können bistabile Elemente realisieren, indem sie durch gegenseitiges Aktivieren ihrer Elemente einen Aktivitätszustand über eine gewisse Zeit erhalten können.
- zu 3. Cell Assemblies haben eine zeitlich verklingende Aktivität. Somit lassen sich die aktiven Zustände zeitlich umgekehrt nach dem Maß ihrer Aktivität ordnen.
- zu 4. Synfire Chains (nach Abeles) sind hintereinander geschaltete Gruppen von Neuronen, die zeitliche Sequenzen von Aktivitäten realisieren können.

Der Aufbau komplexer Einheiten im visuellen wie auch im sprachlichen System läßt sich durch Zusammenschaltung solcher Grundelemente darstellen.

Diskussion: Partituren im phonologischen System könnte man sich vielleicht als Synfire Chains vorstellen, deren Elemente Cell Assemblies sind. Hierarchien im semantischen System könnte man sich als Cell Assemblies vorstellen, die wiederum aus Cell Assemblies bestehen. Lexikalische Einheiten könnten als Cell Assemblies gedacht werden, die sowohl Synfire Chains (als phonologische Information) wie auch Cell Assemblies (als semantische Information) enthalten. Morphologisch-syntaktische Komplexe müßten in entsprechend komplexeren Zusammenschaltungen realisiert werden. Die Broca-Region weist besonders gut vernetzte Querschichten und in der 3. Schicht besonders große Zellen auf.

*Friedemann Pulvermüller:*

Mit einer Sequenz nacheinander aktivierter und dann zeitlich verklingender Cell Assemblies läßt sich der Grundmechanismus eines push-down Automaten darstellen: Bei Beginn einer neuen Domäne innerhalb einer Domäne (neue Klammer auf) wird während einer aktiven Cell Assembly eine neue Cell Assembly gezündet; es muß dann nur reguliert werden, daß die jeweils stärkste Cell Assembly zuerst deaktiviert wird (Klammern zu in umgekehrter Reihenfolge). Dies erfolgt nach dem Prinzip, daß der jeweilige Gewinner (die aktivste Cell Assembly) alles nimmt.

*Gisbert Fanselow:*

In der Theoretischen Linguistik sind generelle Prinzipien aufgestellt worden, die für alle Sprachen gelten sollen, z. B. ein Prinzip für die Bindung von Reflexiv- und Rezipropronima, das ziemlich kompliziert aussieht und Begriffe wie „Kasus“ und „Subjekt“ enthält. Man kann sich kaum vorstellen, daß solcherart formulierte Prinzipien im menschlichen Genom verankert sein könnten. Deshalb wird folgendes Programm vorgestellt: Es gibt einerseits formale Universalien, die nicht notwendigerweise auf Sprache beschränkt sind, und andererseits substantielle Universalien, die spezifisch für Sprache sind, weil sie die Verbindung zwischen Phonologischer Form und Semantischer Form beinhalten. Zu den formalen Universalien gehören Prinzipien der Lokalität, der vollständigen Spezifikation, der Einbettung von Anwendungsbereichen, der möglichst frühen Anwendung, der möglichst kurzen Ableitung u. a. Diese Prinzipien sollten generell, auch in anderen kognitiven Bereichen, gelten; sie haben nur ihre spezielle Ausprägung innerhalb der Grammatik. Sie sind Kandidaten für generelle Anforderungen an das neurologische System. — Beispiel für substantielle Universalien: Bestimmte semantische Verbklassen konstruieren kohärent, andere inkohärent; damit werden bestimmte Eigenschaften der Semantischen Form auf bestimmte Eigenschaften der Phonologischen Form abgebildet. Man kann nicht erwarten, daß solche Regularitäten auch in anderen kognitiven Domänen gelten. — Quintessenz: Generelle Prinzipien der Linguistik sollten auf biologisch plausible Strukturbedingungen reduziert werden.

Diskussion: Es könnte sein, daß sich generelle Strukturbedingungen als zuverlässig sich einstellende Epiphänomene erweisen. — Sinnvoll ist die Annahme, daß die zelluläre Architektur des Cortex allzweckmäßig ist. Also sollte man Strukturbedingungen so allgemein wie möglich formulieren.

*Werner Wickler:*

Das Studium des Vogelgesangs läßt ein breites Spektrum an Evolutionsmöglichkeiten des Verhaltens erkennen. Der linear ausgedehnte Vogelgesang ist immer klar von evtl. anderen Vogelrufen (zeitlich komprimierte Warn- oder Futterrufe) unterschieden. Einige Vögel produzieren Gesang aufgrund genetischer Festlegung. Sehr viele Vögel (ca. 4000 Arten) übernehmen tradierte Programme. Oft singen nur die Männchen; aber die Weibchen verstehen den Gesang und können ihn nach Hormoneingabe auch produzieren. Einige Arten lernen den Gesang nur einmal, andere lernen ihn in jedem Frühjahr neu. Einige Vögel können jede Musikvorgabe kopieren (indem sie die Elemente herausfiltern, die sie produzieren können; bei ihnen lassen sich ganz neue Traditionen von außen her induzie-

ren), andere können nur arteigenen Gesang lernen (oder bevorzugen den arteigenen Gesang, wenn Verschiedenes angeboten wird, oder nehmen die Elemente des artfremden Gesangs in die arteigenen Strukturmuster auf). Bei einigen Arten lernen die Männchen nur den Männchengesang, die Weibchen nur den Weibchengesang (wobei sich eigentlich keine distinktiven akustischen Parameter erkennen lassen). Es kann also auch bei den tradierten Programmen gewisse genetische Festlegungen geben.

Der Singvogel erzeugt die Töne in der Syrenx. Es gibt aber funktionsgleiche Varianten: Die Klapperlerche schlägt mit den Flügeln (und weist auch Dialekte auf, siehe unten). (Vergleiche: funktionsgleiche Lautsprache und Sign language beim Menschen.)

Prägung: Sinneseindrücke während der Reifungsphase (lange vor der Fähigkeit zu singen) können das Auswachsen von Neuronenfaser beeinflussen.

Lernen beim Vogel: Übernahme des tradierten Programms; eine vorher diffuse Vernetzung wird geordnet: einige Fasern werden verstärkt, andere verkümmern. (Lernen beim Menschen: Verstellen von Synapsen.)

Es kann eine „Lallphase“ geben (sog. Jugendgesang). Zum Teil brauchen die Vögel einen Zeitraum von Wochen oder Monaten, um den passenden Gesang zu lernen. So bei den Duettsängern, wo Männchen und Weibchen einen je individuell abgestimmten Gesang erlernen. Wahrnehmung und Produktion des Gesangs erweist sich hier als notwendig für die Aktivierung von Sexualhormonen.

Ein bestimmter Partner kann dadurch adressiert werden, daß der Vogel individuelle Macken des Partner kopiert (interaktionales Programm).

Der minimale Zeittakt liegt bei etwa 80 msec. Kombinatorisch lassen sich bei einigen Vogelarten einleitende und beliebig wiederholbare Hauptteile unterscheiden. Die Anzahl der Elemente, die im Hauptteil wiederholten Elemente der Einleitung und die vorkommenden Tonsprünge können dialektweise variieren. Zum Teil wird auf Gesänge anderer Dialekte überhaupt nicht reagiert. Dialekte entstehen durch Kopierfehler. Es besteht Translationsinvarianz, d.h. ein angebotenes Muster kann in der Tonhöhe verschoben werden. Es gibt keine freie Kombinatorik und auch keine ineinandergeschachtelten Repetitionen; möglich ist aber eine feste Abfolge von Elementen der Sorte a und m Elementen der Sorte b (wahrscheinlich über die Zeitdauer festgelegt); dazwischen besteht die Option zu anderen Lauten. (Es gibt also den Unterschied zwischen „Lexikon“ und „Syntax“)

Funktional dient der Vogelgesang dem Paarungsverhalten. Es gibt keinerlei semantische Korrelationen. Das Vorkommen von Varianten bei einem Vogel korreliert mit Phasen verschiedener Hormonaktivität (z. B. vor der Nestphase, in der Brutphase, in der Fütterphase). Ein tradiertes

Programm legt fest, aus welchem Bereich der Paarungspartner kommen kann. Damit gerät die Evolution ins Schlepptau von Tradition. Damit muß aber nicht zwingend ein Evolutionsfortschritt verbunden sein.

Formal lassen sich die Gesangsprogramme mit Viren vergleichen. Sie brauchen einen Trägerorganismus, ihre Ausbreitung erfolgt aber quer zu den genetischen Programmen und ist deshalb mit den Mitteln der Populationsgenetik nicht vorhersagbar.

Die phonologisch-prosodischen Strukturen der artspezifischen Vogelgesänge sind erst zum Teil bekannt. Somit lassen sich auch erst wenige Leistungsanforderungen an das Hirn des Vogels formulieren. Warum sind Vögel schneller als Säugetiere? (Minimale Synfire Chains von 25 msec statt 250 msec bei den Säugetieren?) Warum ist die Kombinatorik beschränkt auf die Repetition eines oder weniger fester Muster? Welcher Anforderungen bedarf es zur Imitation (Verbindung auditiver und motorischer Regionen), welcher zur Translationsinvarianz?

Diskussion: Vogelgesang ist vielleicht eher mit Menschengesang als mit dem phonologischen System der Sprache vergleichbar. Vielleicht war für die Evolution des phonologischen Systems der Gesang eine Vorstufe? Braitenberg: In der Zeitspanne, die für eine Melodie benötigt wird, läßt sich mit Hilfe eines phonologischen Systems sehr viel mehr an Information vermitteln.

#### *Günter Tembrock:*

Für das Verstehen der biologischen Evolution des Verhaltens sind verschiedene übergeordnete Gesichtspunkte nützlich:

- (a) Unter „Hologenese“ lassen sich Phylogenese, Ontogenese und Aktualgenese und ihre steuernden Faktoren zusammenfassen.
- (b) Wie reichert sich der Informationspool von Lebewesen ohne Lernen an? (Nicht-kodierende DNA-Replikation versus kodierende DNA-Aktivierung)
- (c) Welche Speicherebenen müssen beim Lesen unterschieden werden? (genetische Ebene als Permanentspeicher der Art; verschiedene funktionelle Ebenen als Langzeitspeicher des Lebewesens, verschiedene prozessuale Ebenen als Kurzzeitspeicher im direkten Umweltverhalten)
- (d) Fragen der fraktalen Evolution: Bildung komplexer Einheiten durch Selbstähnlichkeit.
- (e) Optimierung der Hologenese durch Wechselwirkung mit Umwelt (Funktionalbereich, Randbedingungen, Milieu).
- (f) Entwicklungsstadien „kommunikativen“ Verhaltens als Übertragung eines motorischen Status, eines emotional-motivationalen Status, eines informationellen Status und eines repräsentationalen Status.



(g) Signalentwicklung von simultanen Stoßsignalen (Warnrufe) über zeitlich regelhafte tonale Signale (Vogelgesang) zu „Partitursignalen“ (Phonologie).

Diskussion: Lautwahrnehmungen der Meerschweinchenmutter können den Fötus prägen: dies liegt daran, daß das Meerschweinchen als Nestflüchter geboren wird, also einen Reifezustand hat, den die Maus oder Ratte (Nesthocker) erst nach ca. 1 Woche erreicht. — Welche Rolle spielt bei der Evolution der Übergang von einer Zeitordnung zur anderen (Vögel schneller als Säuger): Macht die längere Zeitphase mehr sensibel für die Aufnahme externer Information?

*Sascha Felix:*

Das logische Problem des Spracherwerbs: Wie kriegt das Kind die Sprachregularitäten heraus, auch solche Strukturabhängigkeiten, die im Input nicht hörbar enthalten sind. (Beispiel: „Jeder liebt seine Frau“ ist ambig bezüglich der Zuordnung von „seiner“; „Seine Eltern werden von jedem geliebt“ ist aber eindeutig.)

Beim Spracherwerb gibt es einige Merkwürdigkeiten:

- (a) Er beginnt erst 1,5 Jahre nach der Geburt.
- (b) Er beginnt mit 1- oder 2-Wortäußerungen, die alle Kombinationen zulassen.
- (c) Kinder machen systematische Fehler bezogen auf die Erwachsenengrammatik; welche Information kann das Ablernen des Fehlers bewirken?

Vorschlag einer Reifung der UG-Prinzipien (kontrovers unter Linguisten): Parallel zur Reifung des Gehirns reifen die Prinzipien in einer bestimmten Ordnung; dadurch wird die Grammatik des Kindes immer mehr restringiert.

Diskussion: Tiere haben im allgemeinen zu allen Handlungsmöglichkeiten gleichzeitigen (und nicht sequentiellen) Zugriff; sie können kalkulieren, was im Moment ihre Lebensfitness (Ausbreitung des Genoms) am meisten unterstützt (Wickler). — Die Merkwürdigkeiten des Spracherwerbs erklären sich durch notwendigen Vorlauf von Phasen der perzeptiven und motorischen Entwicklung, der Segmentierungsfähigkeit und konzeptuellen Fähigkeit (Friederici). — Auch was mögliche Wörter sind, ist durch die Universale Grammatik determiniert; sie beginnt also nicht erst nach der 1-Wort-Phase zu wirken (Bierwisch). — Das System setzt Bausteine voraus. Sequenzierung ergibt sich aufgrund der Möglichkeiten des Umgebungsbezugs (Braitenberg). — Neuronale Korrelate für Silben oder Wörter lassen sich leicht vorstellen. Was könnten neuronale Korrelate für angeborene abstrakte Prinzipien sein? Sind die Rohformen von Regeln im Gehirn verdrahtet? Wie kommt beides zusammen? Angenommen das

Prinzip  $S \rightarrow V, N$  und den Parameter  $N < V$ , wie gelingt es, eine lexikalische Einheit nach  $V$  oder  $N$  zu kategorisieren? (Pulvermüller). Man lernt die Kategorien über Funktionswörter und Flexive (Friederici). Man lernt sie über den Referentenbezug (Wunderlich).

*Hubert Haider*: „Universale Grammatik als kognitiver Koprozessor“

Das Strukturmuster geometrischer Reihen läßt sich wesentlich schwerer entschlüsseln als das Strukturmuster von linguistischen Daten. Alle Kinder sind Grammatikrechengeies in dem Sinne, daß sie Grammatik vollständig, homogen und im gleichen Tempo erwerben. Kopfrechengeies sind dagegen äußerst selten. Hypothese: Die Universale Grammatik wirkt für das sprachlernende Kind wie ein Koprozessor, der die Berechnungsaufgaben beschleunigt. — Es gibt eigentlich keinen funktionalen Evolutionsdruck zur Ausbildung des Koprozessors, denn dieselbe zu kommunizierende Message könnte auch mit einfacheren Systemen übermittelt werden. — Der Koprozessor wurde evolutiv in den freie Raum hinein entwickelt; und Kopfrechengeies haben die seltene Fähigkeit, sich dieser Maschine auch für andere kognitive Aufgaben zu bedienen.

Diskussion: Die Axiome der Universalen Grammatik sind mit denen der Arithmetik vielleicht nicht vergleichbar; sie sind wohl weit eher biologische Gestalten. Vielleicht sind Arithmetik und UG aber verschiedene Ausprägungen einer gemeinsamen Wurzel.

*Paul Kiparsky*: Das logische Problem des Sprachursprungs:

Welche Ordnung gibt es in der Entwicklung der Sprachfähigkeit? Man möchte eine Sequenz finden wie für das Auge: Empfindlichkeit für Lichtreize; Entwicklung einer Linse; Entwicklung eines Apparats zum Organisieren der Sinnesinformation; Entwicklung der Stufen in Marrs Theorie. Hypothese: Die Phonologie wurde von den anderen Teilen der Sprachfähigkeit entwickelt. (Erster Versuch: Vogelgesang). Lauteigenschaften sind eine Art von Partitur für die Organe (Larynx, Mund, Nase). Alle Parameter, Merkmale und Strukturen sind binär; es entstehen aber Dinge, die gar nicht binär aussehen. Die Prinzipien und Regeln wirken immer lokal; alle Erscheinungen auf Distanz erweisen sich als lokal, wenn man die angemessene Ebene definiert.

Phonologie kann als eine Art von Prozeß angesehen werden, bei dem gewissen Melodieträgern (die ein rhythmisches Skelett bilden) Melodie-Merkmale (Bündel von artikulatorischen Kategorien) zugeordnet werden. Es gelten überall dieselben Assoziationsprinzipien Ähnliches gilt auch in der Sign Language, wo nur die Melodien ganz andere sind (Bündel von Gesten). Handelt es sich um Prinzipien der Universalen Grammatik oder um Prinzipien von Bewegungen überhaupt (Tanz usw.)?

Prosodische Kategorien: Mora, Silbe und Fuß sind rein phonologisch bestimmt; sie werden zu Akzentmustern zusammengefügt. Vier Hauptparameter kontrollieren die Abmessung der Äußerung in rhythmische Einheiten: (a) Iterativ oder nicht? (b) Abmessung von rechts her oder links? (c) Sensitiv für Moren oder Silben? (d) Ist das rechte oder das linke Element prominenter?

Phonologischer Stamm, phonologisches Wort, phonologische Phrase, Intonationsphrase und Äußerung sind Kategorien, die von Morphologie und Syntax her determiniert sind, aber Domänen darstellen, in denen jeweils spezifische phonologische Prinzipien gelten. Beispielsweise wird die rhythmische Verschiebung in der phonologischen Phrase geregelt.

Diskussion: Binarität ist ein generelles biologische Prinzip (z. B. Extraktion und Flexion von Muskeln; vor und zurück), das in kognitiven Domänen übernommen wurde.

*Manfred Bierwisch:* Aus dem Seminar lassen sich einige Perspektiven gewinnen:

- (a) das „Fanselow-Programm“: Suche nach einfachsten und vielleicht generell-kognitiven Prinzipien in Lexikon und Syntax;
- (b) das „Braitenberg-Pulvermüller-Programm“: Was ist die neuronale Architektur, in der diese Prinzipien bestehen?
- (c) Fragen an die Phylogenese: Wie kommt gerade diese Architektur zustande? Handelt es sich um ein begleitweise entstandenes Phänomen? Waren handlungsbegleitende Kommunikation oder symbolische Kommunikation selektionsbegünstigend?

Diskussion: Die Vorteile der Evolution können die Evolution nicht erklären; man muß die proximalen Schritte ins Auge nehmen. Es entwickeln sich Strukturen, die keinen funktionalen Wert haben; erst wenn sie funktional verwendet (und dabei mit anderen Strukturen gekoppelt) werden, können sie die Evolution begünstigen. Im Schlepptau der Evolution kann es Wirkungen/Äußerungen geben, die sich erst nachträglich entfalten (Epiphänomene). Ebenso kann es historische Reste geben, die die Anpassung gefährden. (Wickler) — Ko-Evolution, z. B. des präcortalen Cortex; das System hat den freien Raum verwendet. Die Sprache hat sich auf die Entwicklung der Größe des Gehirns ausgewirkt. Vor ca.  $\frac{1}{2}$  Million Jahren müssen die Primaten die Sprache erfunden haben; seitdem ist das Gehirn zeitlich schneller angewachsen. (Braitenberg) — Für die Entwicklung der Kommunikation unter den Primaten ist das optisch-visuelle System mindestens so maßgeblich wie das akustisch-auditive. (Tembrock) Dies stützt die Auffassung, daß funktional das optisch-visuelle System ausgereicht haben könnte; das akustisch-auditive System für andere soziale Aufgaben hinzugekommen ist und dann auch für die Kommunikation eingesetzt wurde.

„Die klügsten Arten sind auch die sozialsten Arten.“

„Da würden die Gene die Haare sträuben, wenn sie welche hätten.“

(Wickler)

„Leben darf, was leben kann.“ (Braitenberg)

„Schade, daß wir nicht Bienen sind.“ (Kiparsky)

(Protokoll: Dieter Wunderlich)