

Zum Seminar “Sprache und Gehirn”

Schauinsland, 26. und 27. Juni 2007

Geleitet wurde das Seminar von AD AERTSEN –der wegen höherrangigen Verpflichtungen im Rahmen der Exzellenz-Initiative nicht anwesend sein konnte–, JÜRGEN DITTMANN, ALBRECHT E. SIPPPEL, WOLFGANG RAIBLE und KLAUS VOGT.

Da die Themenvorschläge im Sommersemester 2007 vom Unterzeichneten kamen, sieht sich dieser veranlasst, auch eine kleine Synthese des Seminars zu verfassen – ein Usus, den er bei eigenen Seminaren schon seit 1996 pflegt.

Das Thema sollte auf der Mikro-, der Meso- und der Makro-Ebene behandelt werden. Zu den Voraussetzungen auf der Makroebene zählte zunächst eine Klärung dessen, was man unter Sprache bzw. unter universellen Aspekten der Sprache versteht (WOLFGANG RAIBLE: “Was hat man sich unter einer Universalgrammatik vorzustellen?”). Wichtig ist hier die Trennung zwischen einem Bereich der Konzepte und einem Bereich der sprachlichen Bezeichnungen solcher Konzepte (tetradisches scholastisches Zeichenmodell).

Grundlegende Komponenten dieses Konzept-Bereichs haben wir mit unsren äffischen Verwandten gemeinsam: ein Handlungskonzept, in dem transitive von intransitiven, intentionale von nicht-intentionalen Handlungen und die dazugehörigen Handlungsrollen (Agens, Patiens, manipuliertes Objekt, Mittel/Instrument etc.) unterschieden werden. Alle unsre menschlichen Sprachen sind so gebaut, dass wir stets Verben mit Handlungsrollen verwenden müssen, die im ursprünglichen Sinn eigentlich nur dann angebracht wären, wenn wir von menschlichen Zusammenhängen redeten: “Die Temperatur [Agens] klettert/steigt auf über 40°C [Ziel]”, “Die tRNA [Agens] sucht die passende Aminosäure [Patiens/Thema] und transportiert [Agens] sie zu den Ribosomen [Ort]”. tRNA wird dadurch, ebenso wie die Temperatur, sprachlich so behandelt, als ob sie ein Agens mit Intention wäre...

Was wir den Primaten voraus haben, ist

die Fähigkeit, solche Konzepte sprachlich zu benennen (gleichgültig, ob in einer Laut- oder einer Gebärdensprache) und das Ausgedrückte linear so anzuordnen, dass der Rezipient daraus wieder einen Gesamt-Sinn rekonstruieren kann. Dies ist die Basis unserer kulturellen Entwicklung geworden.

Wir brauchen dazu verschiedene Wortarten (‘Nomina’ und ‘Verben’ mit ihren jeweiligen grammatischen Konstruktions-Eigenschaften sind hier in allen Sprachen zentral); des Weiteren benötigen wir eine Reihe von grammatischen Signalen, die die sukzessive Integration von kleineren Teilen in größere (neue Teilganze) ermöglichen. Ein solcher Integrationsprozess (beim Produzieren von Sprache ist es ein analoger Analyse- und Linearisierungs-Prozess) mit verschiedenen Hierarchiestufen erfordert eine beträchtliche Leistung des Arbeitsgedächtnisses sowie eine Grammatik bzw. Syntax, in der beispielsweise CHOMSKY den relevanten Unterschied des menschlichen Kommunikationssystems gegenüber anderen sieht.

Mit dem Referat von FRANZISKA BONATH, CONSTANZE WEYMANN und DIANE DOCKENDORF wurde ein Aspekt der Mikro-Ebene angesprochen, der bei der Betrachtung des Gehirns normalerweise zu kurz kommt. Der gewöhnliche Sterbliche meint, dort herrschten unumschränkt Neuronen, zumal in Form von Pyramidenzellen. Dabei wird die Wichtigkeit der Infrastruktur übersehen, die aus so genannten Glia-Zellen besteht. Sie sind kleiner als die Neuronen, dafür aber wesentlich zahlreicher und machen etwa 50% der menschlichen Gehirn-Masse aus. Sie haben nicht nur eine Stützfunktion für die Neuronen, sie dienen nicht nur dem Stoffwechsel, sie sind auch an der Informationsverarbeitung beteiligt und, als Myelin-Isolierschicht um die Axone der Pyramidenzellen (‘white matter’ im Gegensatz zur ‘grey matter’), an der Beschleunigung der Weiterleitung von Impulsen.

Die Aufgabe von MARTIN REHFUSS und ALAIN THILL bestand darin, “die Plastizität des Gehirns” zu verdeutlichen. Plastisch ist

es nicht nur deshalb, weil seine Entwicklung nie abgeschlossen ist (permanente Lernfähigkeit, andauerndes Reagieren auf Neues ist lebenswichtig) und weil es sich ohne die Reize von außen gar nicht entwickeln würde (Sprechen, Hören, Sehen sind Fähigkeiten, die in uns angelegt sind, die sich aber nur dann entwickeln, wenn man sie auch beansprucht); plastisch ist unser Gehirn auch dann, wenn wir z. B. eine unserer sensorischen Fähigkeiten, wie die des Sehens oder Hörens, verlieren und diesen Verlust irgendwie kompensieren müssen.

DENISE BEIL und ANNA SÖLLMANN widmeten sich dann den “verschiedenen Arten von Gedächtnis und ihrer neuronalen Implementierung”. Es ging mithin um Begriffe, die vor allem in der psychologischen und psycholinguistischen Forschung unterschieden werden: sensorisches Gedächtnis, Arbeitsgedächtnis, Langzeitgedächtnis; deklaratives und prozedurales Gedächtnis, wobei das deklarative noch unterteilt wird in ein semantisches und ein episodisches.

Mit SEBASTIAN GROSS und SEBASTIAN WERNER (“Die Leistung des Modells von Donald O. Hebb”) kam die Meso-Ebene in den Blick: 1949 hat der Kanadier HEBB von der McGill-Universität in Montréal ein bahnbrechendes Werk verfasst¹. Basis war das Nachdenken darüber, wie wohl die Zusammenarbeit von Neuronen aussehen könnte. Eine erste Hypothese war dabei, dass Neuronen, die gleichzeitig feuern, feste Synapsen bilden. Eine zweite, darauf aufbauend, dass Neuronen immer Zellverbände bilden, so genannte *cell assemblies*, also funktionelle Einheiten, deren Mitglieder durch wechselseitige Aktivierung (*reverberation*) ein Erregungspotenzial über eine gewisse Zeitspanne aufrechterhalten können: also einen Zustand, der für das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis und damit auch für die Sprachverarbeitung interessant ist.

Mit dem Referat von LUZIA BALLMER und MARTIN KÜGEL (“Molekulare Prozesse bei der Gedächtnisbildung”) ging es um die Mikro-Ebene, also speziell die Synapsenbildung und ihre molekulargene-

tischen Voraussetzungen. Die Voraussagen von HEBB haben sich, was die Synapsenbildung angeht, inzwischen voll bestätigt. Calcium-Ionen, die als Korrelat zu den elektrischen Impulsen in den Axonen in die Zelle einströmen, lösen je nach Frequenz der Impulse –auf unterschiedlichen Wegen der Weiterleitung– im Zellkern die Bildung von Transkriptionsfaktoren (namentlich CREB und der Zinkfinger 268) aus, die ihrerseits die Produktion von Proteinen triggern, die eine Rolle bei der Festigung der Synapsen spielen. Die Wiederholung solcher Signalimpulse im Abstand von einigen Minuten unterstützt die Bildung von Langzeit-Potenzierung – *repetitio est mater studiorum*, eine Erfahrung, die uralt ist und nun ihre molekulargenetische Basis hat.

DÖRTE SCHMALENBERGER und JUDITH WINKELMANN (“Die Überführung sequenzieller in globale Einheiten”) sowie MARKUS WENZEL und BEATE WILHELM (“Kategorisierung und Hierarchisierung bei der Informationsverarbeitung”) widmeten sich dann erneut der Meso-Ebene unter dem Vorzeichen der Hebb’schen *cell assemblies*: Das Korrelat von Wortbedeutungen kann man sich am ehesten als Zuordnung von mindestens drei *cell assemblies* vorstellen: eins für die Wortbedeutung, eins für die zugehörige Vorstellung und eins für die Wortart, die Bedeutung und Vorstellung zusammen zum Baustein in einem größeren syntaktischen Gefüge macht.

Die Zellverbände für Wortbedeutungen können sich dabei durchaus überschneiden: Fragt man nach der Gemeinsamkeit und dem Unterschied zwischen den Zeichen ‘Mann’ und ‘Frau’, so erhält man als Überschneidung das Merkmal ‘Mensch’, als Differenz ‘männlich’ und ‘weiblich’. Kontrastiert man damit das Zeichen ‘Kind’, so aktiviert man bei ‘Mann’ und ‘Frau’ noch die Merkmale ‘erwachsen’ gegenüber ‘jung’. Ein ‘Jugendlicher’ ist im Gegensatz dazu jemand, der nicht mehr Kind und noch nicht erwachsen ist; ‘Junge’ und ‘Mädchen’ sind dann die männlichen beziehungsweise weiblichen Versionen von ‘Jugendlicher’. Man bekommt so ganze Wortfelder, deren Korrelat Bedeutungskomponenten (semantische Merkmale) sind.

Während FRIEDEMANN PULVERMÜLLER, den die Referenten insbesondere zu

¹Hebb, Donald Olding. 2002. *The organization of behavior : a neuropsychological theory*. Mahwah/NJ : Lawrence Erlbaum Associates. (Nachdruck des Originals: New York : Wiley, 1949. (A Wiley book in clinical psychology). With new foreword.

Wort kommen ließen, nachvollziehbare Vorschläge für die Analyse eingehender Lautketten und für das Funktionieren von Wortnetzen macht, sind seine Vorstellungen von der –stets mehrere Sekunden beanspruchenden– syntaktischen Analyse und der damit zusammenhängenden Integration von kleineren in größere Einheiten sicher noch verbesserungsbedürftig. Man wird hier kaum um die Projektion von Wortbedeutungen auf die Eigenschaften von Wortarten und ihre mögliche syntaktische Rolle herumkommen.

ELKE HUBER und META RATH beschäftigten sich mit der “Kontextabhängigkeit der Wahrnehmung (priming, cueing)”. Dass diese Kontextabhängigkeit bei menschlicher Informationsverarbeitung zentral sein muss, erkennt man leicht am Vergleich mit automatischen Übersetzungssystemen. Während einzelne Sätze bei der automatischen Übersetzung noch relativ gut analysiert werden, versagen sie regelmäßig dann, wenn es um größere Zusammenhänge geht (es sei denn, es handelt sich um stark formalisierte Textsorten wie etwa Terminabsprachen oder Wetterberichte). ¿Sind die Pronomina in einem Satz anaphorisch oder kataphorisch? ¿Worauf beziehen Sie sich? ¿Welche Bedeutung eines polysemen Wortes kommt infrage? Ein menschlicher Hörer kennt den Vorgänger-Kontext und weiß, was ihn erwartet. Die Fragen, die ein Übersetzungsprogramm stellen und meist mehr schlecht als recht beantworten muss, werden uns selbst meist nicht einmal bewusst, weil die Analyse in der Muttersprache in aller Regel automatisch vor sich geht.

ROBERT HILD und PETER BAUMANN beschäftigten sich mit der Frage, was bei den Rezeptionsmodi der visuellen und der sprachlich-auditiven Informationsverarbeitung gleich und was verschieden ist. Die Frage ist aus verschiedenen Gründen interessant. – Während man bei der sprachlichen Informationsverarbeitung beim Menschen aus ethischen Gründen kaum Prozesse auf der Ebene von Zellverbänden direkt beobachten kann, können analoge Versuche mit den visuellen Systemen von Primaten oder Säugetieren (beliebt als Modell-Organismus ist die Maus) durchgeführt werden. Man beobachtet dabei, dass unsere visuellen Eindrücke aus der sukzessiven Syn-

these kleiner und kleinster visueller Einheiten und ihre Integration in größere Einheiten bestehen – wobei für das Erkennen des Gesehenen wiederum die Kategorisierung, das heißt die Zuordnung zu einem Muster, grundlegend ist. Dabei sind uns unsere Primaten-Verwandten in der (u.U. für das Überleben wichtigen) Schnelligkeit des Kategorisierens weit voraus.

Ein weiterer Grund, sich mit Unterschieden und Ähnlichkeit zwischen visueller und sprachlicher Verarbeitung zu beschäftigen, liegt darin, dass menschliche Kommunikation genauso gut auf den visuellen Weg erfolgen kann: nämlich durch Gebärdensprache. Bei Probanden, die zweisprachig mit einer Laut- und einer Gebärdensprache aufgewachsen sind, ist beispielsweise das gleiche Broca-Zentrum in beiden Fällen für die syntaktische Analyse und Synthese verantwortlich. Hier kann man auch noch die Frage stellen, was jenseits der Verarbeitung von einzelnen Sätzen geschieht, also bei der Integration von Satzbedeutungen zu noch größeren Einheiten. In beiden Fällen wird nämlich letztlich eine mentale Repräsentation aufgebaut. Dies ist der Grund dafür, dass wir, wenn wir die Konventionen kennen, einen Stummfilm genauso gut verstehen können wie ein Theaterstück mit Text oder einen Tonfilm.

Zum Abschluss beschäftigten sich MARTHA MANOLI und REBECCA WEISSHEIMER mit der Frage, ob es ein Denken ohne Sprache geben kann. Die Frage ist unter anderem deshalb von Interesse, weil man landauf landab glaubt, Denken ohne Sprache sei unmöglich (schon die problemlose Rezeption eines Stummfilms sollte uns nachdenklich machen).

Noch beliebter ist die Vorstellung, unsere Sprache beeinflusse unser Denken und unser Weltbild. Kennzeichnend ist dafür das von einem Vertreter der Hartford Fire Insurance Company und Hobby-Linguisten namens BENJAMIN LEE WHORF in die Welt gesetzte und leider unausrottbare Vorurteil, Eskimos hätten besonders viele Bezeichnungen für Schnee².

²Laura Martin hat 1986 die Genese dieser Mär verfolgt, Geoffrey Pullum hat ihr 1991 einen Beitrag voll britischen Humors gewidmet: Martin, Laura. 1986. “Eskimo words for snow”. A case study in the genesis and decay of an anthropological example. *Ameri-*

Hier ist es sinnvoll, nochmals auf die eingangs getroffene Unterscheidung zwischen den Vorstellungen und ihren sprachlichen Bezeichnungen zurückzukommen. Alles, was wir uns vorstellen können, können wir auch sprachlich benennen und bezeichnen. Dabei gibt es für dieselbe Vorstellung verschiedene sprachliche Möglichkeiten sowohl in der eigenen wie in anderen Sprachen. Im Lauf der kulturellen Entwicklung kann aber durch Weitergabe des Wissens, das andere vor uns erworben haben, auch die Welt unsrer Vorstellungen modifiziert werden.

Ein typisches Beispiel sind Zahlen und Zahlwörter. Im Allgemeinen sind wir uns überhaupt nicht dessen bewusst, dass unsere Zahlvorstellung eine relativ junge kulturelle Errungenschaft ist. Für viele Ethnien stecken die Zahlen nämlich nur in den Objekten selbst. Es existieren dann Zahlwörter meist nur für so viele Einheiten, wie die Hand Finger hat, und die Zahlwörter sind für die verschiedenen Objekte verschieden: man zählt also Bananen anders als Menschen, Menschen anders als Tiere, Tiere anders als Fische, Fische anders als Vögel usw. Es gibt mithin viele Serien von ganz wenigen Zahlwörtern, nicht eine unendliche Serie von Zahlwörtern, die von den Objekten abgelöst sind. Wenn eine Ethnie keine Mathematik entwickelt, braucht sie solche Errungenschaften nicht³.

Wenn es unterschiedliche Weltansichten gibt, so ist dies also nicht eine Folge unterschiedlicher sprachlicher Weltbilder, unterschiedliche sprachliche Weltbilder sind, wenn sie denn existieren, Folgen kultureller Entwicklung, die bei uns ihren Niederschlag in einer immensen Schrift-

can Anthropologist 88: 418-423. – Pullum, Geoffrey K. 1991. *The Great Eskimo Vocabulary Hoax and Other Irreverent Essays on the Study of Language*. University of Chicago Press (in dem Buch sind es die Seiten 159-167). Eskimos haben genau zwei Ausdrücke für Schnee: *qanik* für 'Schnee in der Luft' oder 'Schneeflocke' und *aput* für 'Schnee auf dem Boden'. – Eine andere von Whorf verbreitete, voll widerlegte, Legende war das Fehlen der Kategorie 'Zeit' in der uto-aztekischen Sprache Hopi.

³Wer sich dafür interessiert: Cassirer, Ernst. 1977 [1923]. *Philosophie der symbolischen Formen*. Erster Teil: Die Sprache. Nachdruck Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft; dort, basierend auf ethnographischer Literatur und insbesondere für die zirkumpazifischen Sprachen, S. 185ff.

kultur hat. Weltbilder sind das Ergebnis kultureller Instruktion und Überformung, nicht das eines Sprachsystems.

Das Seminar hat gezeigt, dass die Thematik "Sprache und Gehirn" unerschöpflich ist. Der Boden, auf die man sich bewegt, ist nach wie vor schwankend. Er bietet Raum für viele Hypothesen. Manche dieser Hypothesen, so wie etwa diejenigen von DONALD HEBB, waren zu ihrer Zeit höchst kühn und sind erst Jahrzehnte später bestätigt worden. Gerade der Gedanke von Begriffs- und Wortbedeutungs-Netzen, die sich überlappen, und damit auch die Komponenten-Struktur von Bedeutung oder von Gedächtniseinheiten, scheint derzeit hoch aktuell zu sein (JOE Z. TSIEN spricht bei Raumerinnerung im Hippocampus von Zell-*Cliquen*, die auf bestimmte Aufgaben spezialisiert sind⁴). Das Beispiel zeigt zugleich, dass die Kombination der Mikro-, der Meso- und der Makro-Ebene in der Hirnforschung unumgänglich ist: auf der Makro- und der Meso-Ebene sind die forschungsleitenden Hypothesen zu formulieren, auf der Mikroebene, zu der unbedingt auch die molekulare Genetik zählt, können dann entsprechende Fragen formuliert, untersucht und dann vielleicht auch beantwortet werden.

Noch zwei kritische Anmerkungen:

(1) sich mit einem Thema auseinandersetzen bedeutet immer, mehrerer Meinungen gegeneinander abwägen und den eigenen kritischen Verstand walten lassen. Das Referat einer einzigen Meinung ist nicht genug.

⁴Vgl. zum Ortsgedächtnis von Mäusen in dieser Hinsicht: Lin, Longnian & Osan, Remus & Shoham, Shy & Jin, Wenjun & Zuo, Wenqi & Tsien Joe Z. 2005. "Identification of network-level coding units for real-time representation of episodic experiences in the hippocampus." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 102.17: 6125-30 – Lin, Longnian & Osan, Remus & Tsien Joe Z. 2006. "Organizing principles of real-time memory encoding: neural clique assemblies and universal neural codes." *Trends in Neuroscience* 29.1: 48-57. – Lin, Longnian & Chen, G. & Kuang, H. & Wang, D. & Tsien, Joe Z. 2007. "Neural encoding of the concept of nest in the mouse brain." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 104.14: 6066-71. – Einen strukturell analogen Vorschlag für Bedeutungen und ihre Komponenten hat der Verf. 1981 publiziert: Raible, Wolfgang. 1981. "Sem-Probleme oder: Gibt es semantische Merkmale?". *Romanistisches Jahrbuch* 32: 27-40.

Viele haben von der –exemplarisch– vorgeschlagenen Literatur zu den Themen nur einen sehr selektiven Gebrauch gemacht.

(2) Forschung wird langweilig, wenn man die hundertste ERP-Untersuchung zu Singularitäten bei der syntaktischen Analyse im Satzbereich liest oder wieder einmal eine Studie zum Priming bei Wörtern macht (allemaal interessanter ist das Priming bei größeren Einheiten). Eine echte Herausforderung für die Forschung (weil wesentlich schwerer zu realisieren) wären Studien nicht zur Sprach-Rezeption, sondern zur Produktion. Obwohl die Studien zur Syntax-Analyse Fortschritte machen (JOSEF GRODZINSKY ist ein Beispiel): es wäre von höchstem Interesse, sich stärker mit der Rezeption und Produktion von längeren Texten zu befassen: spätestens da muss man, wie das Seminar in Andeutungen gezeigt hat, das Dogma von der linkshemisphärischen Sprachverarbeitung modifizieren. – Es gibt also, wie die Anregung unter (2) zeigt, noch jede Menge Forschungsaufgaben.

Freiburg, 30.6.2007 – Wolfgang Raible