
Zusammenfassung der Magisterarbeit

Der Beitrag der KI-Forschung zur Sprachursprungsfrage

Jens Maier
<http://www.yeda.de>

10. Juni 2005

1 Die Lebensmittelanalyse

Es gibt verschiedene Herangehensweisen, einen Gegenstand zu verstehen. Nehmen wir als einfaches Beispiel ein Vollkornbrot. Wir können mit einer Lebensmittelanalyse versuchen, alle nachweisbaren Teile aufzulisten. Diese Analyse ergäbe dann z.B., dass 100 Gramm Vollkornbrot unter anderem aus 44 Gramm Wasser, 6,5 Gramm Eiweiß und 37,6 Gramm Kohlenhydraten bestehen.

Wenn wir alle bekannten Bestandteile dieser Analyse zusammen in eine Schüssel legen, dann passiert überhaupt gar nichts. Wir erhalten als Resultat kein Brot.

Deshalb gibt es Rezepte. Dort werden die *Zutaten* und die *Zubereitung* aufgeführt. Bei der Analyse können wir aus den vorhandenen Daten nicht auf die originalen Zutaten schließen und der Zubereitungsprozess ist uns ebenso verschlossen. Streng genommen können wir aus den analysierten Daten nicht einmal ersehen, dass wir es mit einem *Brot* zu tun haben.

In dieser Arbeit behauptet der Verfasser nun, dass das Phänomen der menschlichen *Sprache* ebenfalls ein Produkt einer Vermengung gewisser Zutaten darstellt, und im Laufe der Evolution (und unter dem Druck der Selektion) eine andere Gestalt angenommen hat als die Summe der Einzelteile. Deshalb schlägt er ein dialektisch-materialistisches *Sprachrezept* als Leitfaden für die Erforschung des Ursprungs der menschlichen Sprache vor, das mit dem analytischen Vorgehen der generativen Grammatik kontrastiert wird.

2 Das besondere an der menschlichen Sprache

Die menschliche Sprache ist nicht nur eine linear erweiterte Form der Kommunikation, wie wir sie z.B. bei Schimpansen finden, sondern durch die Rekursivität und Kompositionalität ein einzigartiges Phänomen. Mit nur wenigen syntaktischen Regeln lässt sich unendlich viel Bedeutung ausdrücken.

Evolutionär gesehen stellt uns dies vor ein Problem, denn nach Darwin sollte die Evolution graduell und kontinuierlich vorgehen. Was wir allerdings in der Kommunikationsform zwischen unseren nächsten Verwandten und dem Menschen entdecken können, ist eine Art von *Diskontinuität* (siehe Abbildung 1).

Aus dieser Feststellung lassen sich einige Fragen ableiten:

1. Wie kam es zu diesem quasi qualitativen Unterschied zwischen den Kommunikationsformen von Menschen und heutigen Menschenaffen?
2. Ist die menschliche Kommunikationsform eine homologe Weiterentwicklung der

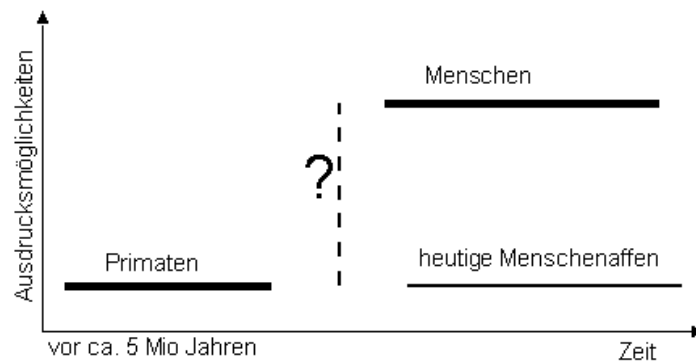


Abbildung 1: Das Kontinuitätsparadox: Wenn wir davon ausgehen, dass Primaten früher ähnlich kommunizierten, wie heutige Menschenaffen, dann lässt sich der Ursprung der menschlichen Sprache in der kurzen Zeit kaum als gradueller Prozess darlegen. Die Frage ist also: Wie kam es zu diesem Sprung?

frühen Kommunikationsform oder etwas ganz anderes?

3. Lässt sich aus der Evolution der menschlichen Sprache auch die *Sprache* ontologisch erfassen? Oder anders ausgedrückt: Betrifft der Sprung nur die Syntax oder auch andere kognitive Module?

Die Generative Grammatik beschreibt Sprache als einen Satz von Regeln, über den Bedeutung ausgedrückt werden kann. Das heißt, dass dieser Ansatz der Lebensmittelanalyse vergleichbar ist. Generative Linguisten, die trotzdem versuchen wollen, die Evolution und den Ursprung der Sprache zu erklären, gehen deshalb immer von einem mentalistischen, nicht-evolutionären Sprachbegriff aus und wollen diesen dann evolutionär herleiten. Dabei streiten sie sich darum, ob das Sprachorgan (Faculty of Language) nun eine Anpassung an bestimmte Erfordernisse sei (Pinker und Bloom, 1990) oder ob das Sprachorgan durch eine spontane Mutation in das menschliche Genom getreten sei (Hauser *et al.*, 2002). Ob ein Sprachorgan überhaupt zwingend notwendig ist, steht in dieser mentalistischen Tradition nicht mehr zur Debatte.

3 Zutaten und Zubereitung

Nach Elman (1999) kann man zwischen drei Arten unterscheiden, wie etwas *angeboren* ist:

1. Repräsentationale Angeborenheit: Mentale *Zustände* bestimmen das Verhalten. In diese Kategorie fällt das von [Pinker und Bloom \(1990\)](#); [Hauser et al. \(2002\)](#) proklamierte Sprachorgan.
2. Architektonische Angeborenheit: Aus den strukturellen Eigenheiten des Organismus' lassen sich etwaige Verhaltensweisen erklären.
3. Chronotopische Angeborenheit: Aus der zeitlichen Entwicklung des Organismus' lassen sich Verhaltensweisen erklären. Dies ist besonders für den Ursprung der menschlichen Sprache wichtig.

Man beachte, dass die letzten beiden Punkte quantitativer Natur, der erste Punkt jedoch qualitativer Natur ist.

Der Mensch unterscheidet sich nicht nur durch seine Sprachfähigkeit von seinen nächsten Verwandten im Tierreich sondern auch durch seine speziellen Wachstumsphasen, die unter dem Begriff Heterochronie (vgl. [McKinney und McNamara \(1991\)](#)) zusammengefasst werden. Die menschlichen Wachstumsphasen dauern wesentlich länger als z.B. beim Schimpansen (Hypermorphose). Dies führte im Laufe der Zeit zu einem vergrößerten Gehirn, zur Senkung des Kehlkopfes und des Zungenbeins und zu einer verspäteten Reifung des Gesamtorganismus'.

Da Primaten schon immer hochsoziale Tiere waren, verstärkt sich dieser Trend beim Menschen noch weiter, denn seine verfrühte Geburt (hervorgerufen durch den aufrechten Gang und die anatomisch bedingte Enge des Geburtskanals) machen den Säugling zum hilflosesten Tier, das nur durch Pflege seiner Artgenossen überleben kann. Da aber zwei Drittel des Gehirnwachstums außerhalb des Mutterleibes stattfinden, wird der Mensch sehr stark von der Reizdichte seiner Umwelt geprägt, gleichzeitig verliert er spezielle Anpassungen an seine Umgebung (z.B. das kräftige Gebiss der robusten Australopithecinen) und kann somit als ein Generalist im Tierreich gelten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bisherigen Herangehensweisen an das Thema „Sprachursprung“ die evolutionäre Perspektive zu vereinfacht dargestellt hat und vor allem die ontogenetischen Veränderungen mit all ihren Implikationen bisher noch überhaupt nicht bedacht worden sind.

4 Künstliches Leben

Die Simulationen mit Computern und Robotern auf Basis von Populationen und evolutionären, sowie selbstorganisierten Prozessen, überwinden die Probleme, die rein verbale oder mathematische Modelle aufwerfen. Zum einen sind sie expliziter formuliert

und zum anderen lassen sich viele Versuche mit veränderten Parametern erneut durchführen und testen.

Der Verfasser stellt alle relevanten Simulationen und Ergebnisse aus diesem Sektor (Phonologie, Grounding Problem, Bildung eines Lexikons) und schließlich den Versuch, eine kompositionelle Sprache zu erhalten, überblicksartig dar.

Dabei fällt auf, dass diese Simulationen (z.B. Vogt (2003); Kirby (2002); Steels (2000a) schon von einer Tatsache ausgehen, die bei den frühen Primaten gar nicht gegeben war: Nämlich der Symbiose zwischen vorsprachlichem Denken und sozialer Kommunikation.

Der Verfasser schlägt vor, diesen – wahrscheinlich wichtigsten Schritt – durch die von Hypermorphose gelenkten Wachstumsphasen zu erklären: Das längere Wachstum des menschlichen Gehirns führt zu einer Überlappung von vorsprachlichem, symbolischem Denken mit der vokalen Kommunikationsform. Dies lässt sich auch heute noch bei Kindern im Laufe des zweiten Lebensjahres beobachten (Wygotski, 1993).

Somit lassen sich im nächsten Schritt die Erkenntnisse aus der KI, wo Syntax und Sprache als selbstorganisierte und kulturelle Phänomene gesehen werden, auf den Menschen übertragen.

5 Das Sprachrezept

Aus den oben genannten Faktoren lässt sich somit ein erstes Sprachrezept mit einer ganz neuen Definition der menschlichen Sprache herleiten:

Dabei kann man *Sprache* mit Steels (2000b) als ein komplexes, adaptives Kommunikationssystem definieren, welches durch soziale Rückkopplung stabilisiert und kulturell erlernt ist. Das System trat auf, als zum ersten Mal die individuelle Ebene der Konzepte (Bedeutungsarten im weitesten Sinne) und die soziale kommunikative Ebene miteinander verwendet wurden. Das System erlebte seinen Durchbruch, als die Verwendungsfrequenz einen gewissen Schwellenwert überstieg und als Input für eine neue Generation dienen konnte. Dadurch trat eine Rückkopplung in Gang, die ähnlich wie bei dem von Kirby (2002) beschriebenen *Iterated Learning Model* die biologische Grundlage des Lernens in das System mit einbezog. Das System konnte nun – wie bei Cangelosi und Harnad (2000) beschrieben – einen kollektiven Symbolraum bilden, der wiederum auf das Individuum wirkt.

Es ist davon auszugehen, dass sich *Syntax* langsam – im Schrittempo mit der phylogenetischen Entwicklung zum heutigen Menschen – in diesem System gebildet hat. Ob hier – wie von Steels (2000a) präferiert – eher kognitive Substrate als Attraktor dienen

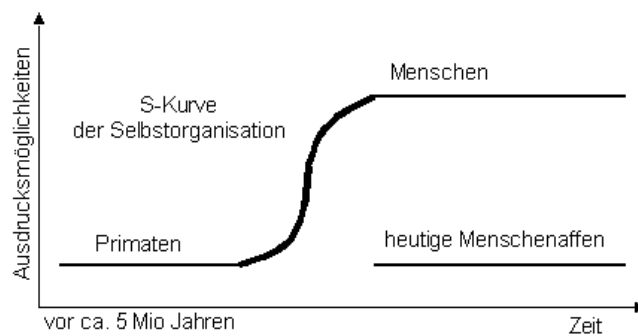


Abbildung 2: Das Kontinuitätsparadox lässt sich mit der S-Kurve, die bei emergenten Prozessen auftritt, erklären. Dies ändert jedoch den *Sprachbegriff* fundamental.

oder – wie von Kirby (2002) präferiert – eher ein Lernmechanismus als Attraktor dient, lässt sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht klären. Nur eines darf angenommen werden: Dass Syntax nicht in Form einer Universalgrammatik genetisch determiniert ist. Syntax darf man als Folge der kommunikativ verwendeten Konzepte ansehen, die wiederum durch den sozialen Austausch der Konzepte geprägt werden.

Der wichtigste Punkt besteht in der Einbeziehung der Evolution der Ontogenese. Nur durch die veränderten Wachstumsbedingungen des Menschen durch Hypermorphose konnte die Grundlage für das selbstorganisierte System bereitgestellt werden. Dieser Punkt wurde bisher noch in keinem Szenario des Sprachursprungs genügend bedacht. Somit kann man auf dieser Grundlage auch das Kontinuitätsparadox erklären, wie Abbildung 2 zeigt:

Literatur

Cangelosi, Angelo und Stevan Harnad, *The adaptive advantage of symbolic theft over sensorimotor toil: Grounding language in perceptual categories*. In: *Evolution of Communication*, Bd. 4 (2000)(1): S. 117–142 [5](#)

Elman, Jeffrey L. (1999): *Origins of language: A conspiracy theory*. In: B. MacWhinney (Hg.), *The emergence of language*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates [3](#)

Hauser, Marc D., Noam Chomsky und W. Tecumseh Fitch, *The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve?*. In: *Science*, Bd. 298 (2002)(5598): S. 1569–1579 [2, 1](#)

- Kirby, Simon** (2002): *Learning, Bottlenecks and the Evolution of Recursive Syntax*. In: Ted Briscoe (Hg.), *Linguistic evolution through language acquisition: formal and computational models*. Cambridge University Press 4, 5, 5
- McKinney, Michael L.** und **Kenneth J. McNamara** (1991): *Heterochrony. The Evolution of Ontogeny*. New York: Plenum Press 3
- Pinker, Steven** und **Paul Bloom**, *Natural language and natural selection*. In: *Behavioral and Brain Sciences*, Bd. 13 (1990)(4): S. 707–784 2, 1
- Steels, Luc** (2000a): *The Emergence of Grammar in Communicating Autonomous Robotic Agents*. In: Werner Horn (Hg.), *ECAI2000*, (S. 764–769). Amsterdam: IOS Press 4, 5
- Steels, Luc** (2000b): *Language as a Complex Adaptive System*. In: M. Schoenauer (Hg.), *Proceedings of PPSN VI*, Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Germany: Springer-Verlag 5
- Vogt, Paul** (2003): *THSim v3.2: The Talking Heads simulation tool*. In: *Proceedings of the 7th European Conference on Artificial Life, ECAL 2003*. Springer-Verlag 4
- Wygotski, Lew Semjonowitsch** (1993): *Denken und Sprechen*. Frankfurt a.M.: Fischer 4