
Friedhart Klix und Karl Lanius

Wege und Irrwege der Menschenartigen*

Mit unserem Buch unternehmen wir – erstmals in der Literatur – den Versuch, über Jahrtausende das Zusammenwirken physikalischer, biologischer, sozialer und kognitiver Faktoren auf dem Wege der Menschwerdung und in den Übergangsstadien von der Horde zum Stamm, vom Stamm zum Dorf, zur Stadt und schließlich zum Staat darzustellen.**

In den zurückliegenden drei Millionen Jahren entwickelte sich aus einem aufrecht gehenden Affenmenschen eine Spezies, dessen kognitive Fähigkeiten unbegrenzt erscheinen. Alle, unser soziales Verhalten steuernden Emotionen bildeten sich über Tausende Generationen, in denen unsere Vorfahren in kleinen Gruppen sammelnd und jagend die Erde besiedelten. Sie behandelten ihren Lebensraum nicht schonend und lebten nur darum im annähernden Gleichgewicht mit der Natur, weil sie wenige waren. Ein Selektionsdruck, der zu einem umweltschonenden Verhalten geführte hätte, konnte sich nicht entwickeln.

1 Die Voraussetzungen für die Evolution der Menschen

Lebewesen und Umwelt sind untrennbar miteinander verknüpft. Alle Populationen brauchen zum Leben eine Umwelt, in der sie Nahrung finden, sich fortpflanzen, die physikalischen und chemischen Bedingungen nutzen oder ertragen und natürliche Feinde meiden können. Das Klima ist der Umweltfaktor, der einen tiefgreifenden Einfluß auf die Verbreitung der Arten ausübt. So wirken an Land Temperatur und Niederschlag nachhaltig

* Festvortrag im Plenum zum Leibniztag am 1. Juli 1999.

** F. Klix, K. Lanius. Wege und Irrwege der Menschenartigen. Wie wir wurden, wer wir sind. Stuttgart 1999.

auf die Verbreitung der Pflanzenarten ein, die wiederum die Verbreitung der Tierarten beeinflussen.

In seinem Werk „Über die Entstehung der Arten“ postuliert Charles Darwin, daß der Mechanismus entwicklungsgeschichtlicher Veränderungen ein Wettstreit der Lebewesen um den größten Fortpflanzungserfolg sei. Wir wissen heute, daß durch diesen Selektionsmechanismus sich Populationen immer besser an bestehende oder allmählich wandelnde Umweltbedingungen anpassen können.

Die natürliche Auslese ist jedoch nicht die einzige Ursache entwicklungsgeschichtlicher Veränderungen. So können gewaltige Katastrophen – verheerende Vulkanausbrüche, Meteoriteneinschläge – Ökosysteme vernichten, ohne daß ein stetiger Anpassungsdruck den geringsten Einfluß hätte. Der Neodarwinismus allein ist nicht in der Lage, den tatsächlichen Verlauf der Entwicklung des Lebens in seiner Komplexität erschöpfend zu beschreiben. Da, wo historische Befunde ausreichen, um die Abfolge der Ereignisse aufzudecken, können wir den geschichtlichen Entwicklungsweg nachzeichnen; aber eine auch nur näherungsweise Vorhersage über künftige Entwicklungen – zum Beispiel die des Klimas – ist unmöglich.

Der Verlauf der Evolution zum *Homo sapiens* ist keine Folge eines stetigen, unaufhaltsamen Fortschritts, keine Abfolge von Anpassungen, bei denen jede die Vorbedingung für den Folgeschritt war, also keine gerichtete Entwicklung. Sie ist das zufällige Ergebnis zahlreicher miteinander verknüpfter Ereignisse, deren jedes auch einen anderen Verlauf hätte nehmen können.

Betrachten wir beispielhaft vier Verzweigungspunkte auf dem Weg zum *Homo sapiens*:

- Als vor 65 Millionen Jahren der Einschlag eines gewaltigen Meteoriten ein Massensterben unter den Tier- und Pflanzenarten zur Folge hatte, endete das Zeitalter der Dinosaurier und das der Säugetiere begann. Säugetiere gab es fast so lange wie Dinosaurier. Als kleine Insektenfresser besetzten sie geeignete Nischenräume. Kleinwüchsigkeit und weite Verbreitung halfen ihnen, das Massensterben zu überstehen. Aus den Insektenfressern entwickelte sich eine Art primitiver Primaten. Hätten sie nicht zufällig die Katastrophe überlebt, hätte es keine Halbaffen, keine Affen und keine Menschen im heutigen Sinne gegeben.
- Im Verlauf des Miozän bewirkten geotektonische Vorgänge die Bildung

des Hochlandes und des Grabenbruchsystems in Ostafrika. Sie führten zu einer Zweiteilung der Vegetationszonen auf dem afrikanischen Kontinent. Während im Westen die dichten, feuchten tropischen Wälder erhalten blieben, entstanden im Osten gemischte Lebensräume aus Wäldern und offenem Savannengelände. Diese Bioregion war ein wichtiger Faktor für die Entstehung der Hominiden vor fünf bis sechs Millionen Jahren.

- Vor rund 2,8 Millionen Jahren begann das noch anhaltende Quartäre Eiszeitalter. Es führte in Ostafrika zu einer Veränderung der Vegetation. Aus einem Mosaik dichter Wälder und lichter Baum- und Buschsavannen entwickelte sich eine Grassavanne mit geringem Bestand an Hölzern. Das Einsetzen des Quartären Eiszeitalters bewirkte eine Zweiteilung der Familie der Hominiden in die Gattungen *Homo* und *Paranthropus*. Letztere ging den Weg der anatomischen Anpassung und endete vor rund einer Million Jahren mit dem Aussterben der Arten *Paranthropus robustus* und *Paranthropus boisei*. Die Gattung *Homo* durchlief eine andere Entwicklung. Sie erweiterte ihren Nahrungsbedarf. Fleisch diente nicht mehr nur als gelegentliche Ergänzung der Nahrung. Es wurde zum wichtigen Nahrungsbestandteil.
- Das Quartäre Eiszeitalter ist durch abrupte Wechsel zwischen kalten und warmen Phasen charakterisiert. Ganze Ökosysteme verschwanden innerhalb weniger Jahrzehnte als Folge von drastischen Temperaturstürzen und Dürreperioden, um genau so plötzlich nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden in einer warmen und feuchten Klimaperiode wieder aufzuleben. Auch der Weg von den frühen Vormenschen über den *Homo erectus* zum *Homo sapiens* war kein stetiger Prozeß mit einer allmählichen Umwandlung zu einem größeren Gehirn, einem flacheren Gesicht, zarteren Backenknochen und kleineren Backenzähnen. Es war ein unstetiger Prozeß in Raum und Zeit. Ohne die zahlreichen Klimasprünge des Quartären Eiszeitalters mit ihren drastischen Folgen wäre der *Homo sapiens*, wie wir ihn kennen, so nicht entstanden.

Wir müssen begreifen, daß der Weg der Evolution zum *Homo sapiens* nur eine unter mehreren möglichen Entwicklungen und nicht ein zwangsläufiges Ergebnis dieser Entwicklung bildete. Wir kennen das Endprodukt, aber es ist falsch, die Anfangsbedingungen in Bezug auf das Endprodukt zu definieren. Die Evolution vollzieht sich auf unstetige, langfristig nicht vorher-

sagbare Weise. Sie als einen kontinuierlichen Weg zum Höheren zu sehen, der zum Homo sapiens als dem Beherrscher der Welt führt, ist eine Wunschvorstellung. Wir sind ein Zufallsergebnis der Evolution.

Wie Fossilfunde belegen, nahm die Gattung *Homo* vor rund 2,5 Millionen Jahren in Ostafrika ihren Ausgang. Die Entstehung der Gattung und ihre Entwicklung zum modernen Menschen ist untrennbar mit der Klimaperiode des Quartären Eiszeitalters verbunden.

Gegenwärtig sind im Jahresmittel 16 Millionen Quadratkilometer von Inlandeis und Gletschern bedeckt. Hinzu kommen im Jahresmittel nochmals 26 Millionen Quadratkilometer Meereseis. Wie die zahlreichen noch vorhandenen Spuren des noch anhaltenden Quartären Eiszeitalters belegen, ist diese Klimaepoche eine Folge relativ kalter Perioden, der Kaltzeiten (Glaziale) und relativ warmer Perioden (Interglaziale). Obwohl die Wechsel von Kalt- und Warmzeiten vermutlich auch frühere Eiszeitalter charakterisierte, gelang es bisher nur für das Quartäre Eiszeitalter, die Feinstruktur seines zeitlichen Verlaufs aufzuklären.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts erforschten Geologen die von den Eismassen vergangener Kaltzeiten hinterlassenen Spuren. Bevorzugte Regionen sind Europa und Nordamerika. Dieselbe Kaltzeit wird je nach Fundort unterschiedlich benannt. So nennt man die letzte Kaltzeit, die vor ungefähr 110 000 Jahren begonnen hat, sich in einem zweiten Schritt vor ca. 75 000 Jahren verstärkte und endgültig vor 11 500 Jahren durch eine noch anhaltende Warmzeit abgelöst wurde, in Norddeutschland „Weichsel-Kaltzeit“ in Süddeutschland „Würm-Kaltzeit“, in England „Devension“, in Rußland „Valdai“ und in Nordamerika „Wisconsin“.

Innerhalb des Quartären Eiszeitalters hat es in variierenden Abständen Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten gegeben. Den bisher genauesten Aufschluß über den Wechsel verdanken wir Isotopenanalysen von Bohrkernen.* Auf dem Meeresboden abgelagerte Sedimente enthalten Schalen aus Calciumcarbonat (CaCO_3) von winzig kleinen Foraminiferen, die als

* In Molekülen des Wassers baut sich der Atomkern des stabilen Sauerstoffs aus 8 Protonen und 8 Neutronen auf – er hat die Massenzahl 16 (^{16}O). Unter 1000 Wassermolekülen gibt es jedoch einige, die an Stelle von ^{16}O das ebenfalls stabile Sauerstoffisotop ^{18}O enthalten. Sein Atomkern besitzt neben 8 Protonen 10 Neutronen. Verdunstung und Kondensation von Wasser ist für Wassermoleküle, die ^{16}O oder ^{18}O enthalten, unterschiedlich. Aus der Variation des $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Verhältnisses längs eines Bohrkerns läßt sich die Temperatur ermitteln, die während der Zeit der Sedimentation herrschte.

freischwimmende Einzeller einst im Oberflächenwasser der Meere lebten. In diesen Schalen sind die Eigenschaften des Meereswassers, insbesondere das Verhältnis der beiden Sauerstoffisotope konserviert. Hunderte von Bohrkernen aus den Sedimentschichten der Meere wurden untersucht. Mittels Massenspektrometer wurde schichtweise das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnis längs der Bohrkernbestimmungen. Das Alter der Sedimentschicht erhielt man aus radiometrischen Messungen. Das Verhältnis der Sauerstoffisotope läßt sich über der so gewonnenen Zeitskala oder über der Länge der Bohrprobe auftragen. In der Regel wird das Verhältnis als Abweichung – dem $\delta^{18}\text{O}$ -Wert – von einem Meerwasserstandard angegeben. Als Beispiel zeigt Abb. 1 die Variation von $\delta^{18}\text{O}$ längs eines Bohrkerns. Die Bohrprobe aus Meeresbodenablagerungen wurde vor der Nordwestküste Afrikas in einer Meerestiefe von mehr als 2000 Metern gewonnen. Einer Länge des Bohrkerns von 100 Metern entspricht ein Zeitraum von 730 000 Jahren. Niedrige $\delta^{18}\text{O}$ -Werte entsprechen Warmzeiten, höhere Werte Kaltzeiten. Auffällig ist der langsame, immer wieder durch kürzere Erwärmungen unterbrochene Übergang in eine Kaltzeit und der vergleichsweise rasche Wechsel von einer Kalt- in eine Warmzeit.

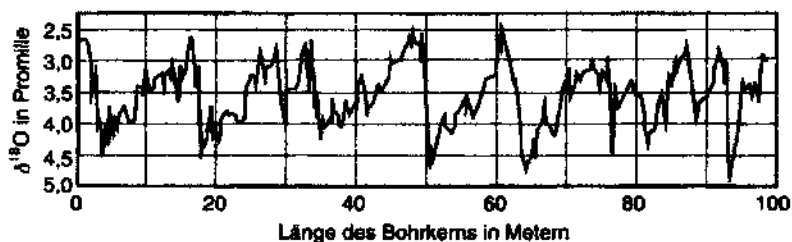


Abb. 1: Variation von $\delta^{18}\text{O}$ längs eines Bohrkerns, der vor der Nordwestküste Afrikas in einer Meerestiefe von mehr als 2000 Meter gewonnen wurde. Die Länge des Bohrkerns entspricht einem Zeitraum von 730 000 Jahren. Niedrige $\delta^{18}\text{O}$ -Werte entsprechen Warmzeiten, höhere Werte Kaltzeiten.

Wie sich aus der zeitlichen Variation des Verhältnisses der Sauerstoffisotope bei zahlreichen Bohrproben erkennen läßt, begann die Vereisung in hohen nördlichen Breiten vor annähernd 2,8 Millionen Jahren. Bis vor einer Million Jahren oszillierte das Klima in höheren Breiten annähernd alle 40 000 Jahre zwischen moderaten Glazialen und Interglazialen. Vor einer

Million Jahren verstärkte sich die Differenz zwischen Glazial und Interglazial deutlich, und der Wechsel erfolgte ungefähr alle 100 000 Jahre.

Um mit einer weitaus höheren zeitlichen Auflösung den Wechsel zwischen Kalt- und Warmzeiten aufklären zu können, bedurfte es der Erschließung eines weiteren Klimaarchivs, der Eisschilde Grönlands und der Antarktis. Die in der Kryosphäre archivierten Informationen umfassen mit mehr als 200 000 Jahren die letzten beiden Glazial-Interglazial-Zyklen der Klimageschichte unseres Planeten. Diese Informationen ermöglichen eine vertiefte Einsicht in die Dynamik des Klimasystems, in das komplexe Zusammenspiel seiner physikalischen, chemischen und biologischen Komponenten.

Die Metamorphose von Schnee zu Eis konservierte Klimazeugnisse vergangener Perioden in einer Vielzahl von Spuren: natürliche radioaktive Isotope, stabile Isotope wie die bereits erwähnten beiden Sauerstoffisotope, vulkanischer Staub, Aerosolteilchen und schließlich die Luft mit all ihren Komponenten, also auch die klimarelevanten Spurengase. Mit verfeinerten Meßtechniken in Speziallabors gelang es, die Spuren immer genauer zu identifizieren.

Die übereinstimmenden Resultate der Analysen von Bohrkernen vom Gipfel Grönlands zeigen eine Folge irregulärer Klimasprünge während der letzten Kaltzeit (siehe Abb. 2). Zwischen dem Ende der Eem-Warmzeit vor 114 000 Jahren und dem Beginn der Neo-Warmzeit vor 11 500 Jahren ereigneten sich 23 Wechsel zwischen relativ kalten (Stadialen) und relativ milden Phasen (Interstadialen). Beim Wechsel zwischen Stadal und Interstadial änderte sich die Temperatur um fünf bis sieben Grad Celsius. Die Dauer der Interstadiale variierte zwischen einigen Jahrhunderten und wenigen Jahrtausenden. Besonders bemerkenswert ist der steile Temperaturanstieg beim Übergang von einer kalten zu einer warmen Phase, der nach diesen Messungen stets nur wenige Jahrzehnte dauerte. Die Abkühlung vom Interstadial zum Stadal erfolgte schrittweise über einen längeren Zeitraum. Während eines der Höhepunkte der letzten Kaltzeit vor annähernd 19 000 Jahren lag die Oberflächentemperatur im jährlichen Mittel um rund 10 Grad Celsius niedriger als heute. Die mittlere Wintertemperatur in Nordwesteuropa lag 15–20 Grad unter den gegenwärtigen Werten. Diese starke winterliche Abkühlung war durch die Meeresvereisung bedingt, die sich bis in eine Breite von 45 Grad Nord erstreckte. Die Temperatur des Oberflächengewässers der tropischen Ozeane ging um rund fünf Grad zurück.

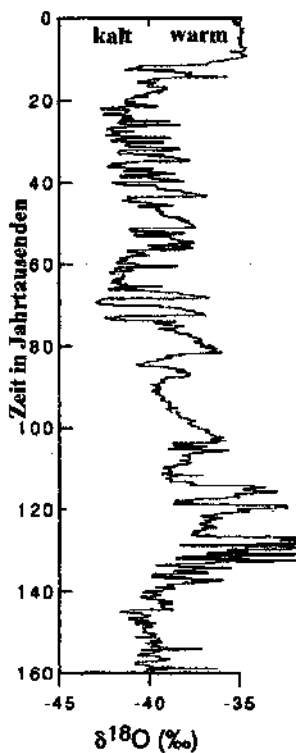


Abb. 2: Klimavariation während der vergangenen 150 000 Jahre. Die Messungen erfolgten längs eines Eisbohrkerns aus dem Zentrum Grönlands.¹

Mit dem Übergang vom Stadial der jüngeren Dryas zur Präborealen Phase begann vor 11 500 Jahren das Holozän, die Neo-Warmzeit. Im Bereich des Nordatlantiks änderten sich die klimatischen Verhältnisse drastisch innerhalb weniger Jahrzehnte. Die mittlere Temperatur stieg um sieben Grad Celsius. Die Grenze des Wintereises, die während der jüngeren Dryas noch in der Biskaya lag, verschob sich nordwärts in die Norwegensee. Die Übergänge zwischen Stadial und Interstadial und der zur Neo-Warmzeit stellen keine regionalen Ereignisse dar.

Der Beginn des gegenwärtigen Eiszeitalters ist auch in den marinen Sedimenten im Atlantik vor der Westküste der subtropischen Region Afrikas und im Arabischen Meer vor deren Ostküste dokumentiert. Die Variation zwischen kühlem, trockenem und warmem, feuchtem Klima im subtropischen Gürtel Afrikas, in deren Ostteil die Wiege der Menschheit liegt,

wurde durch variierende Staubanteile in den Sedimenten vom Meeresboden gemessen.

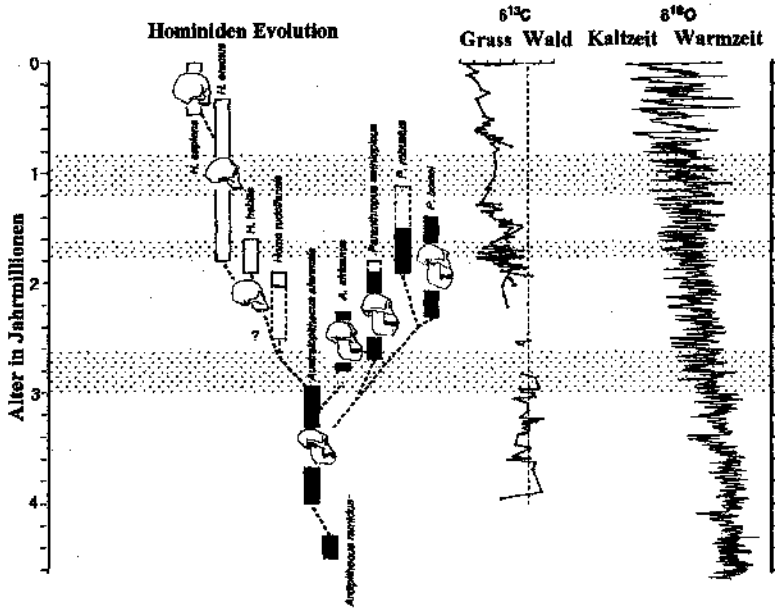


Abb. 3: Gegenüberstellung von Hominidenevolution, Entwicklung der Vegetation Ostafrikas und Klimavariation, gemessen an Eisbohrkernen. Der Wandel der Flora Ostafrikas beruht auf Messungen des Anteils stabiler Kohlenstoffisotope ^{13}C im Erdboden. Die erkennbare Koinzidenz zwischen Klimaverlauf und ostafrikanischer Flora, d. h. der Übergang zu kühleren und trockeneren Bedingungen vor 2,8; 1,7 und 1,0 Millionen Jahren, fällt in Perioden, in denen Übergänge in der Hominidenentwicklung stattfanden.

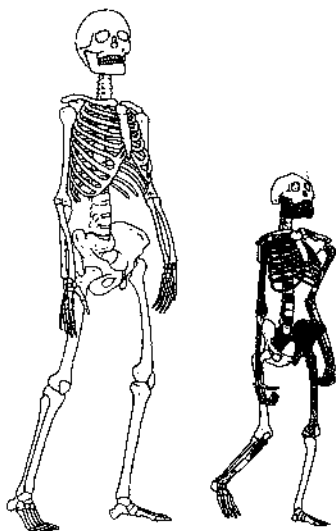
Längs des subtropischen Gürtels Afrikas wechselten im Rhythmus der Klimaschwankungen feuchte und warme Perioden, in denen der Regenwald weit ausgedehnter war als heute, mit Perioden, in denen sich heute vom Regenwald bedeckte Gebiete Westafrikas in Gras-Baumsavannen verwandelten. Trotz des fragmentarischen Wissens um die zeitliche Entwicklung der Hominiden im Osten Afrikas zeigt eine Gegenüberstellung von Klimaverlauf (gemessen durch die Variation der Sauerstoffisotope), Wandel der

Flora (gemessen durch den Anteil des stabilen Kohlenstoffisotops ^{13}C im Erdboden) und Entwicklung der Hominiden eine verblüffende Parallelität (siehe Abb. 3).²

Vor 3–2,5 Millionen Jahren teilte sich die Familie unserer aufrecht gehenden Vorfahren in mindestens zwei Zweige: die der Gattungen *Homo* und *Paranthropus*. Die Teilung manifestiert zwei Wege der Evolution in Anpassung an ein insgesamt kühleres und trockeneres, häufig wechselndes Klima, das zu einer wachsenden Zahl unterschiedlicher Lebensräume führte. Einerseits den Weg der anatomischen Anpassung zum *Paranthropus robustus* und zum *Paranthropus boisei*, die mit ihren massiven Kauapparaten zu Spezialisten für nährstoffarme, pflanzliche Steppennahrung wurden und andererseits den Weg der Gattung *Homo*. Prägend für sie wurde die Entwicklung eines anderen Organs, des Gehirns, das zum Inbegriff der Menschwerdung wurde. Innerhalb von 3 Millionen Jahren verdreifachte sich das Hirnvolumen. Wir kennen aus der Geschichte der Evolution keine andere Art, bei der in so kurzer Zeit eine derart schnelle Entwicklung des Gehirns – relativ zur Körperentwicklung – stattgefunden hat. Dieser Weg der evolutionären Anpassung ließ den Menschen zum Universalisten werden, der allen klimatischen Veränderungen gewachsen war.

2 Evolutionskräfte

Unsere psychische Verfassung ist eingebunden in Kräfte, deren Ursachen niemand kennt, deren Wirkungen aber jeder erlebt: Die Ekliptik der Erdbahn erzeugt die Jahreszeiten mit Wachstum und Stimmungsänderungen, Wohlbefinden und Depressionen. Weit zurück reichen auch Bedingungen, die unser spezifisches Menschsein geprägt haben. Das geschah vor 4 1/2 Millionen Jahren im Süden und Südosten Afrikas. So lassen es uns die frühen Funde der Hominiden erschließen. Die Anfänge des Menschseins begannen mit einem fast noch äffischen Gehirn von 400g und führten zu einem Hirngewicht von 1400–1500g. Es hat nur 2 Prozent des Körpergewichts, aber es verbraucht 20 Prozent der gesamten Energie des Körpers (s. Abb. 4).



*Abb. 4 Frühe Austropithecinen
(rechts „Lucy“, Alter 18–22 Jahre,
Skelett ca. 3,5 Millionen Jahre alt,
dunkel: die Fundstücke. Ort: Hadar,
Äthiopien. Links: rezenter Mensch.*

Die Wege der Hominiden waren nicht mit Rosen bestreut, sondern mit dürrer Savannengras und mageren Buschgruppen bewachsen. Das erschwerte auch die Sicht und erzwang unter Schmerzen den aufrechten Gang. Denn ihre Knie waren angewinkelt und hatten noch keinen Streckschluß. Die Anatomie des Körperbaus wurde umgebildet,

damit der zunehmend schwere Kopf auf der Wirbelsäule wie ein Kürbis auf der Spitze eines Stabes in Balance gehalten werden konnte. Eiszeiten und ein hohes Gebirge hatten den Boden im südöstlichen Afrika ausgedörrt. Dürreperioden setzten vor ca. 4 Millionen Jahren ein. Viele Arten sind dabei zugrunde gegangen. Die Überlebenden mußten für ihre Sicherheit in ziehenden Horden oder Gruppen sorgen. Um ausreichend Nahrung zu haben, mußte man weiträumig Routen durchziehen. Dies bedurfte der Kommunikation durch Gesten oder durch Laute; Laute, die die Grenze des Sichtbaren durchdrangen bei Tage wie bei Nacht.

3 Die Stimulierung von Lernleistungen

Aus ernährungsphysiologischen Gründen trat auch ein Mangel an Mineralien ein. Der setzt sich als Hunger durch nach jenen Stoffen, die sie enthalten. In unserem Fall war es im besonderen Hunger nach Phosphor. Der wird gebraucht zum Aufbau von Adenosintriphosphat. ATP ist der Energielieferant für alle Körperzellen. Zu finden war das oft ganz in der Umgebung, in den Knochen und im Hirn der Wirbeltiere. Der Hunger nach Phosphor wurde zum Trieb nach jagdbaren Säugetieren.

Von den zahlreichen Hominidenarten (s. Abb. 5) ist einigen die Sicherung des Überlebens geglückt. Bei den Australopithecinen über das Geschick und die Kraft ihrer Arme und Hände. Aber die Knochen der großen Säuger wie Gazellen, Zebras oder gar Büffel, dafür reichten die puren Körperkräfte nicht. So wurden von den Habilinen an, über *Homo erectus* zum *Homo Heidelbergensis* die Wirkungsverstärkungen der Hände durch Schneidkanten an Steinen zum ersten großen Technologieproblem der Menschheitsgeschichte; und vom *Homo sapiens* an waren es eigens konstruierte Geräte.

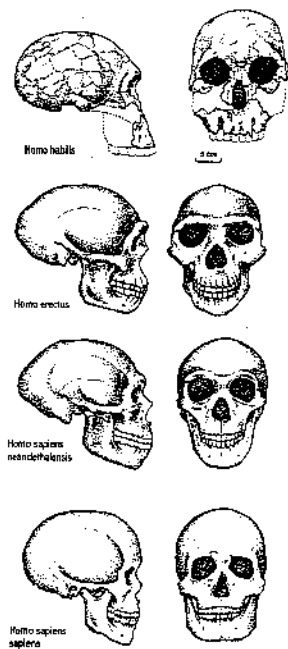


Abb. 5: Schädelformen der Habilinen. Man beachte das starke Hinterhaupt der Neandertaler und das hohe Stirnbein des Neumenschen.

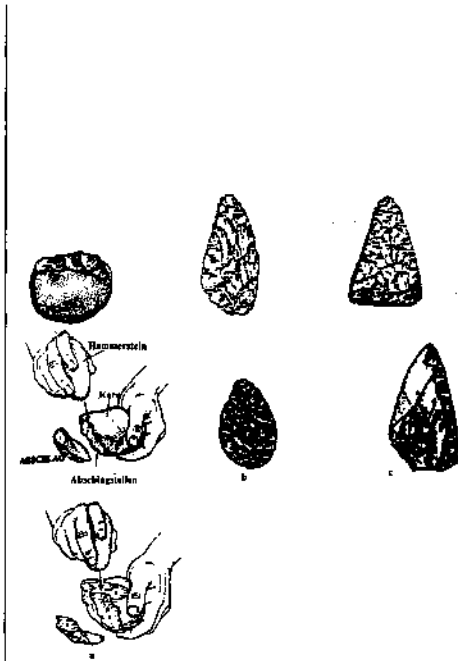


Abb. 6: Drei frühe Technologien der Werkzeugherstellung: a: Oldowan Abschläge, b: Acheuléen, c: Mousteriën. b und c-Stücke entstehen durch linear-rekursive Aktionsprogramme, a-Schlag-Schneidkante, noch keine Standardisierung.

Homo erectus war der große Wanderer. Man suchte Eßbares, zog den Herden nach, den Nilufeln entlang über Nordägypten bis nach Georgien (vor 1,8 Millionen Jahren), nach China und Nordindien. Man beherrschte die Großwildjagd, trieb Büffel durch Schneisen von Bränden (wie in Bilzingsleben) in Sümpfe. Solche Jagden mußten geplant und mit verteilten Rollen ausgeführt werden. Dazu war Verständigung notwendig. Alte Nervengeflechte hinter dem Innenohr vernetzten sich zur Speicherung von Lautbedeutungen im Planum temporale, dem späteren Epizentrum des Sprachverstehens.³ Man brauchte Werkzeug, auch für Tricks. Und man nutzte den Acheuléen-Diskus (s. Abb. 6c) zum Absprengen großer Tiere aus der Herde und trieb sie zur Falle hin.⁴

Dennoch: Der Fortschritt in den Werkzeugen war klein. Es war eine linear rekursive Zuschlagtechnik (s. Abb. 6). Schlag für Schlag wurde der Stein geformt. Anfangs zufällig, bis eine Schneidkante entstanden war (s. Abb. 6a). Dann nach dem Bilde des klassischen Faustkeils (s. Abb. 6b). Die Denkarbeit war wohl weniger in die Gestaltung von Werkzeug eingegangen als vielmehr in die Organisation sozialen Verhaltens und sozialer Beziehungen.⁵ Wenngleich uns die Analogie zum mentalen Wettrüsten bei Betrugsentlarvungen⁶ nicht sehr allgemeingültig scheint, so ist doch wahr: hier halfen keine Instinktmuster mehr. Der ständige Wechsel der Biotope erforderte immer neue Ein- und Umstellungen, er erforderte Lernen und Vergessen, auch bei der Gestaltung kollektiver sozialer Organisationsformen des Gruppenverhaltens.

Wege- oder Routenlernen war eine der folgenreichen Stimuli für kognitive Leistungen. Routenlernen erfordert das Behalten langer Folgen von Wegemarken. Assoziatives Lernen, lange schon verfügbar, mußte unter Selektionsdruck dafür ausgebaut werden. Wegemarken verweisen als Gedächtniseintragungen immer auf die nächste Szene.⁷ Aber man muß nach dem Zielerreichen auch zurück zur Lagerstatt. Das war nicht erlernt. Die Umkehrung bzw. Inversion einer erlernten *Folge* (nicht nur einer Paarassoziation, deren schwache Rückwärtskraft aber wohl die Vorbedingung ist), wird zu einer bedeutungsvollen kognitiven Leistung. Vielleicht ist das sogar ein Quellpunkt menschlicher Intelligenz, was sich nach Piaget⁸ begründen ließe.

Assoziatives Lernen wird auch sichtbar in den Aktionsschritten bei der linearen und rekursiven Herstellung einfachster Werkzeuge. Unsere Spra-

che hat es bewahrt: Denkschritte werden genauso benannt wie die Einheiten des Gehens. Am Beispiel des „Turmes von Hanoi“ haben wir vor Jahren Denkstrategien am Modell untersucht, die unter evolutionspsychologischen Gesichtspunkten interessante Interpretationen für die Wegeoptimierung erfahren könnten, wie z. B. die Verkettung von Teilabschnitten, die Verkürzung oder Verdichtung von Denkwegen.⁹ Sozialpsychologische Analysen¹⁰ ergaben dabei, daß Kommunikation über die nächsten Wegschritte zu einer deutlichen Leistungsverbesserung führen kann.

4 Der Weg zum Neumenschen

Am Ende der Erectus- und Bilzingsleben-Zeit hat ein Umbruch in der geistigen Verfassung dieser frühen Menschen stattgefunden. Vier Gerätschaften und vier Grafiken seien als Zeugnisse angeführt (s. Abb. 7 u. 8). In beiden Fällen gibt es Ähnlichkeiten. Zufällige Zuschläge (R. Leakey) der Australopithecinen (7a), rekursiv angebrachte Zuschlagfolgen des *Homo erectus* (7b), des Neandertalers (7c) sowie aus Teilzielen kombinierte Gerätschaften von Cromagnon-Leuten (7d) zeigen große Stufen qualitativer Wandlungen an. Wir sehen sodann (s. Abb. 8) die Zufallsmuster eines (geübten) Schimpansen (8a), dann die einander nebengeordneten Strichfolgen eines Bilzingslebener Künstlers (8b) und darunter zwei kombinierend aufgebaute Grafiken aus dem Neolithikum (Abb. 8c).

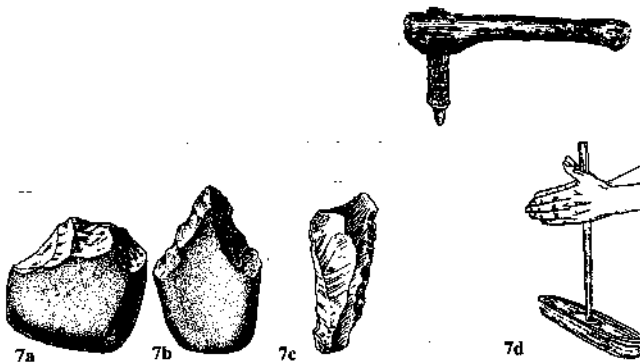


Abb. 7: Erläuterungen im Text.

Was war geschehen? Vor 180 tausend Jahren war eine bittere Kaltzeit zu Ende und in die Eem-Warmzeit umgeschlagen. Wo heute die Sahara liegt, war ein großes Binnenmeer. Auwiesen und Flußniederungen überzogen fruchtbares Land. Nach geraumer Zeit: ein Garten Eden, mit Nahrung überall. Die Tiere blieben und mit ihnen die meisten Menschen. Es begann der Übergang vom Leben in ziehenden Horden zum Leben in Stämmen. Eine rasch zunehmende Bevölkerungsdichte erfordert stets neue Regeln sozialen Zusammenlebens. So auch hier bei dieser Bevölkerungsexplosion (Calvin). Und eine Differenzierung in Rollen, Zuständigkeiten und Befähigungen.

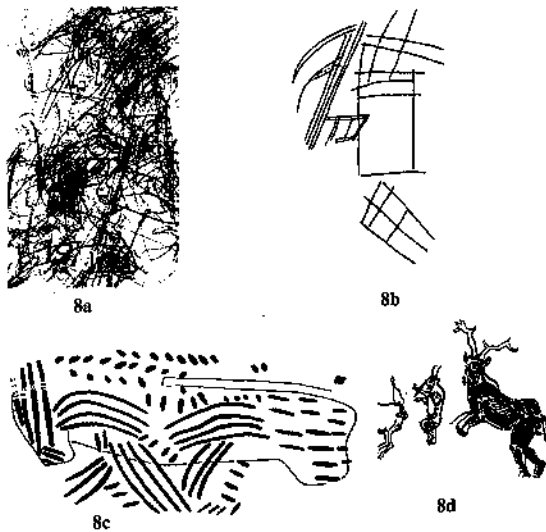


Abb. 8: Erläuterungen im Text.

Woher man das weiß? Man weiß es von den Nachfahren dieser Menschen. Vor 112 000 Jahren setzte eine Kaltzeit ein, von der Antarktis her. Das Land dörnte aus. Die Herden zogen ihrer flüchtigen, pflanzlichen Nahrung nach; die Menschen mußten ihnen folgen,

über Oberägypten nach Norden. 98 000–92 000 Jahre alt sind die ersten Neumenschenfunde in Israel und Jordanien (Skhul- und Quafzeh-Funde). Man siedelte in Höhlen Süd- und Südwesteuropas, in Ungarn, Süddeutschland, Südfrankreich, Spanien und Portugal. Es begann die Zeit der neolithischen Kulturen, deren Anfänge zuvor in Nord- und Mittelfrika entstanden waren.

Wir versuchen nun, mit kognitiven Mitteln einen Blick in die mentalen Dispositionen jener frühen Menschen zu tun (ausführlich dargestellt in Klix & Lanius, 1999¹¹).

5 Mentale Strukturen beim Neumenschen

Wir haben von Routenlernen und von linearen Aktionsprogrammen gesprochen, mit denen man Ziele erreichen konnte. Seien es Futterquellen durch behaltene Assoziationen von Wegemarken oder Werkzeuge verschiedener Art durch instrumentelles Bedingen. Nach den Zielen kann man Wege und Aktionen klassifizieren. Klassifizieren ist eine uralte Fähigkeit von Nervensystemen, schon der Wirbeltiere.¹² Wenn ein Silbermövenküken etwas länglich Gelbes mit einem roten Punkt darauf sieht, sperrt es den Schnabel auf. Denn so sieht der fütternde Schnabel des Muttertieres aus. Hat der eine Scharte, so wird der zum 'Mutterbilde' assoziiert. Damit wird das Merkmal für Mutter zu einer Art Unterbegriff gegenüber dem Artgenossen. Stirbt die Mutter und füttert ein anderes Tier weiter, verliert die Scharte ihre Funktion als Erkennungsmerkmal. Die Teilklasse Muttertier ist in die Oberklasse Artgenosse gewandelt; in gewissem Sinne also verallgemeinert. Der Philosoph H. Putnam konnte kein Buchen- von einem Ulmenblatt unterscheiden. Als er erfuhr, daß die Ulmenblätter unsymmetrisch am Stiel anwachsen, hatte er die Erkennungsunterscheidung für Ulme und Buche. Ganz elementare Mechanismen des Asoziiierens regeln klassifiziertes Erkennen, ganz wie die Aufspaltung zu Unter- und die Vereinigung zu Oberbegriffen.¹³

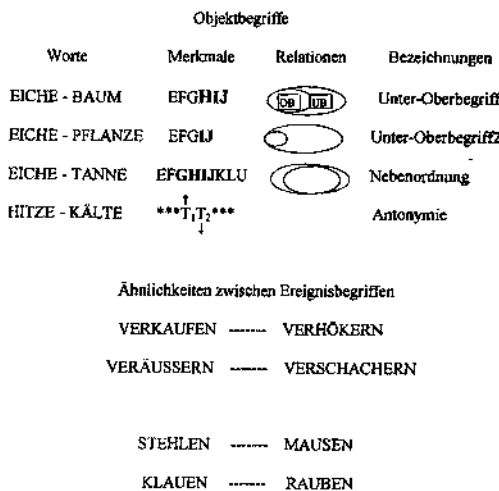


Abb. 9: Verschiedene Arten von Ähnlichkeiten zwischen merkmalsbestimmten Begriffspaaren (oben) und ereignisbestimmten Begriffen. Darüber hinaus wären auch Paare von Ereignisfolgebegriffen wie WERFEN-TREFFEN, ÜBERHOLEN-UNFALL vergleichbar (s. auch Abb. 15).

Wir haben ungezählte Experimente an intelligenten erwachsenen Versuchspersonen durchgeführt und geprüft, wie sie über Merkmale zu Begriffen kommen und wie Beziehungen zwischen Begriffen gebildet werden¹⁴. Wir fanden, daß es sehr wenige Merkmale sind, die ausreichen, um einen Begriff für eine Objektklasse zu bestimmen, sei es bildlich oder durch benennen der Merkmale: Stamm, Äste, Nadeln gibt schon Nadelbaum; Frucht, länglich-gebogen, gelb und schmackhaft bestimmen eine Banane. Und es sind Merkmalsverhältnisse, die die *Beziehungen zwischen solchen Objektbegriffen* ausmachen (s. Abb. 9) Nach ihnen regelt sich, ob ein Begriff Unterbegriff ist zu einem anderen, ob er ihm nebengeordnet oder auch gegensätzlich (antonym) bzw. gleichbedeutend ist (synonym). Wobei es in den Über-Unterordnungen wohlbestimmte Hierarchiestufen gibt. Nach einem unbenannten Gesetz muß eine Aussage in der gleichen Hierarchieebene bleiben: Der Jäger schießt einen Fuchs, ist eindeutig, aber nicht, einen Organismus; der Präsident begrüßt ein Lebewesen, ist nicht falsch aber nicht in Gebrauch. Merkmalsverhältnisse bestimmen die Hierarchieebene und mit ihr die Transitivität der Beziehungen: Der Hecht ist ein Fisch, der Fisch ist ein Tier und folglich der Hecht ein Tier. Auf diesen Merkmalsverhältnissen ist die syllogistische Logik und ein Gutteil der formalen Logik aufgebaut. Wesentlicher ist, daß der freie Wechsel der Unter-Oberbegriffsebenen die Anpassungsfähigkeit der Abstraktionsebene an das Denkziel ermöglicht. Vorbereitet wurde dieser Vorgang schon mit den Erkennungsanpassungen in der Art des Silbermövenküchens.

Wir haben derart merkmalsbestimmte Begriffsbeziehungen eingehend analysiert¹⁵ und auch gefunden, daß Derartiges nicht für alle Begriffe gilt. Nur zwei andere Begriffsklassen seien hier erwähnt, die Ereignis- und die Ereignisfolgebegriffe (s. Abb. 10, unten). Ereignisbegriffe klassifizieren Vorgänge (KAUFEN, LEHREN, PFLEGEN, KÄMPFEN). Sie haben einen semantischen Kern (wir nehmen TREFFEN) mit Kernrelationen, die zu Objektbegriffen weisen. Dies mit Rollen als Handlungsträger (Ht), semantischem Kern (Sk) und Rezipient (Rez) sowie Verzweigungen mit Bedeutungsbindungen zu anderen Begriffen (Objekt, Instrument, Location, Finalität). Die Unterschiede zu den Objektbegriffen sind wesentlich: 1. Objektbegriffe haben keine Zeitmarkierungen, Ereignisbegriffe stets. 2. Objektbegriffe in Ereignisklassen sind nicht transitiv: (Ein Sessellift ist ein Sessel, ein Sessel ist ein Möbelstück, ein Sessellift nicht; ein Skalpell ist ein

Messer, ein Messer ist ein Küchengerät, ein Skalpell nicht). Ereignisbegriffe erfordern eine andere Logik, die als Modallogik bekannt ist. 3. Ereignisbegriffe sind nicht propositional aufgebaut. Das hat D. Dörner¹⁶ überzeugend begründet. (Man sieht das auch schon an den (meßbaren) Relationen zwischen den Argumenten nach Abb. 10).

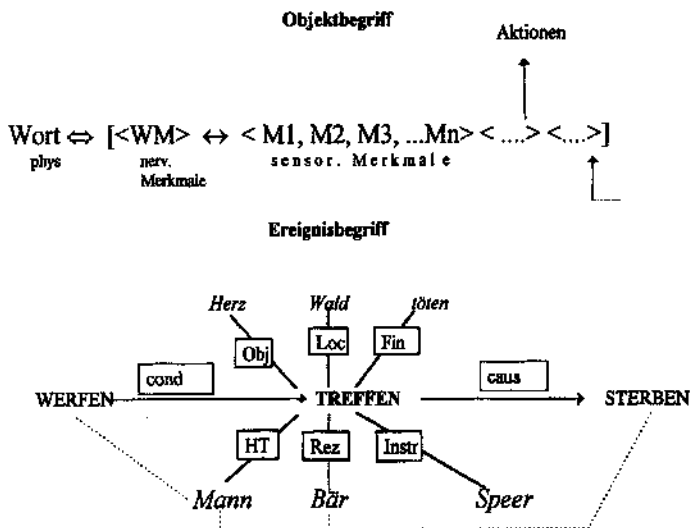


Abb. 10: Merkmalsbestimmte Objektbegriffe vs. Objekt- und relationenbestimmte Ereignisbegriffe. (Experimentell verifizierbare Modellbeschreibung.) Auf den ersteren beruht Syllogistik, auf den letzteren Modallogik, speziell Deontik.

Nach neueren Experimenten (Th. Bachmann¹⁷) über die Bevorzugung bestimmter Begriffe beim Aufbau von Mitteilungen, haben wir eine als semantische Wurzel Sw für Aussagen eine Dreiersequenz gefunden $Sw=(Ht, SK, Rez)$. Erst danach präzisieren Obj, Instr, Loc und Fin eine Mitteilung. Ht, Sk, Rez entsprechen im Satzaufbau dem grammatischen Akkord (Subjekt, Prädikat Objekt). Dieser Akkord (S-V-O) ist invariant in allen untersuchten Sprachen. Wir zitieren Pinker¹⁸ S. 122: „Eine der fesselndsten Entdeckungen der modernen Sprachwissenschaft ist die, daß offenbar sämtlichen Phrasen in allen Sprachen der Welt eine gemeinsame

Struktur zugrunde liegt“. Es ist dies die S-V-O Wurzel. (Wir schreiben V für Verb und nicht P für Prädikat, weil das doppeldeutig wäre: es gibt ein logisches und ein grammatisches Prädikat.) Die semantischen Relationen sind im sprachlichen Ausdruck Modifikatoren der Aussagen. Ihre begrifflichen Funktionen werden zur Quelleninformation für grammatisch flektierte Sätze. Das wird im Deutschen zumeist in Form von Präpositionen umgesetzt (mit dem Speer, in dem Wald, um zu töten). In der Schriftentwicklung sind sie wie bei der individuellen Sprachentwicklung die spätesten Errungenschaften (M. Pope, W. Stern).

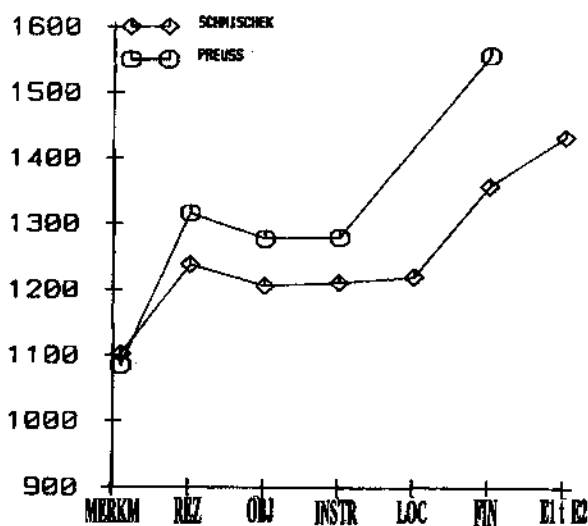


Abb. 11: Unterschiedliche Erkennungszeichen bei verschiedenen begrifflichen Komponenten: ATTR charakteristische Merkmale, REZ=Rezipient, INSTR=Instrument, LOC=Ortsrelation, FIN=Ziel oder Zweck (um...zu), EltE2= als wahr erkannte Relation zwischen Ereignisbegriffen.

Die Ereignisfolgebegriffe betreffen Wirkungen, die zwischen Ereignissen in der Zeit stattfinden: (Temp wie SUCHEN und FINDEN, Cond wie SÄEN und ERNTEN und Caus wie ZIELEN und TREFFEN¹⁹).

Wir haben Analysen der Erkennungszeiten mit diesen Begriffen durchgeführt. (Preuß und Schmiescheck). Dabei zeigt sich, daß es zwischen diesen drei Klassen signifikante Erkennungsunterschiede gibt. Merkmale wer-

den schneller erkannt als verzweigende Relationen und die wieder schneller als Finalität und Ereignisfolgen. Diesen Differenzen entspricht eine sympathicotonische Aktivierung im Erkennungsprozeß, gemessen an der Tendenzstufe zur Pupillenerweiterung (Preuß).

6 Nervale Hintergründe der Spracherkennung und Sprachproduktion

Nervenzellen haben einen Stoffwechsel. Sie brauchen Sauerstoff und Phosphor besonders dann, wenn sie erregt sind und Erkennungs- oder Steuerungsarbeit leisten. Solche Zellen kann man radioaktiv markieren und am Grad ihres Verbrauchs (z. B. an O^{15}) die Erregungsstärke der Nervenzellen sichtbar machen. Beim Sehen von Worten, beim Hören, Beantworten oder Nachsprechen werden verschiedene Areale in der Hirnrinde aktiv. In ihnen liegen Nervennetze, die bei sprachlichen Erkennungs- oder Steuerungsleistungen ansprechen. Das ist kein besonderer Fall in der Architektur der Großhirnrinde. Brodmann hat die Hirnrinde nach Zell- und Lageneigenschaften katalogisiert. Nach neueren Forschungen gibt es unterschiedliche Konnexionen zwischen den Arealen: lokale und weiträumigere. Für die Areale im Wahrnehmungssystem ist es so, daß sich in der Evolution Teilsysteme für verschiedene Erkennungen zu einer komplexeren Erkennungsleistung zusammengeschlossen haben. Zum Beispiele die Nervennetze für Formeigenschaften, für Bewegung, Tiefe und Farbe. Ursprünglich getrennt, bilden sie als symbiontisches System eine neue Funktionseigenschaft aus: die Gegenstandswahrnehmung der Säuger.

Bei der Sprache scheint das ähnlich gewesen zu sein. Man unterscheidet arealnahe Vernetzungen zwischen den Zellagen und arealferne. Die einen, so nimmt man an, sind Phonem- und Silbendetektoren bis zur Wortebene, die weiträumigeren Vernetzungen betreffen die Wortverbindungsebene der sogenannten Phrasen (Pulvermüller)²⁰. Evozierte Potentiale und bildgebende Verfahren zeigen an, daß auch tiefliegende Regionen mit emotionalen Einschlägen in diese Erkennungsvorgänge eingeschlossen sind.

Man versucht derzeit, sprachliche Leistungen mit evozierten Potentialen zu erfassen. Leider wird dabei zumeist nur von linguistischen Kategorien ausgegangen, nicht aber von den eigentlich bedeutungsstiftenden begriffli-

chen Einheiten. Unterscheidungen wie z. B. semantisch vs. syntaktisch sind zu grobkörnig, um psychologisch relevante Aussagen begründen zu können. Schon die begriffliche Analyse verschiedener Präpositionen zeigt, daß sie sehr verschiedene kognitive Anforderungen und folglich auch Leistungen implizieren, die man begründen und im psychologischen Experiment messen kann²¹. Dies und vieles andere, Wesentliche geht trotz steigender Meßgenauigkeit der psychophysiologischen Methodik verloren.

Es gibt Erkrankungen, bei denen die Arbeit einzelner Regionen gestört ist. In zwei Fällen zeigen sich deutliche Korrelationen mit unseren Begriffen und ihren Eigenschaften.

Das Worterkennungszentrum (s. Abb. 12) ist ein nach Wernicke benanntes Areal. Bei der einschlägigen Störung ist die Verbindung zwischen der Merkmalscharakteristik eines Begriffs und den zugehörigen Worten gestört. Die Patienten sehen ein Glas Bier, sollen es benennen und sagen: ZUM TRINKEN; sie suchen ein Wort für Palme und sagen EIN SCHMUCKPFLANZE IN ZIMMER; ein Wort für IM KÜHLSCHRANK und sagen IM OFEN. Es wird nach unseren Vorstellungen ein Stück Oberbegriffskodierung angeregt. Die Benennung für einen Teil des gesuchten Begriffs ist verfügbar. Andere Beispiele beziehen sich auf die Nebenordnung. Sie suchen ein Wort für HECHT und sagen KARPFFEN, ein Wort für DACKEL und sagen SETTER. Wieder sind die Merkmale für die Oberbegriffe (FISCH, HUND) verfügbar, das also, was HECHT und KARPFFEN, DACKEL und SETTER in einer merkmalsreduzierten Oberbegriffsregion gemeinsam haben. Jeweils die spezifizierenden Merkmale fehlen. Die Umkehr von HEIß und KALT betrifft die gleiche Merkmalsdimension. Hier ist die Ausprägungsrichtung vertauscht. Bei erfolgloser Suche kommen Neukonstruktionen vor. Für Kerze sagt ein Patient: Tropfen, die kaputtgehen.

Eine andere aphasische Erkrankung ist nach Broca benannt. Dort bilden die Patienten (nach Kainz und Kleist) „ganz einfache Sätze“. Ein Patient beschreibt ein Bild mit einem bettelnden Mann so: DER ... MANN ... BETTLER; ein Bild mit zwei streitenden Männern so: DER MANN ... UND... DER MANN ... SCHREIT AN. Ein anderes Bild so: ZWEI MÄNNER QUATSCHEN ... QUATSCHEN ... HABEN GANZ LAUT SPRECHEN. Es sind bevorzugt S-V-O-Sätze, also Komplexe aus unseren semantischen Wurzeln. Es besteht Unsicherheit, die modifizierenden semantischen Rela-

tionen im Sprachlichen auszudrücken. Wir sagten schon: diese semantischen Relationen sind die wesentliche begriffliche Basis für Flexionen in Wortverbindungen, seien sie syntaktischer oder morphologischer Art. Es werden nicht-lineare Kombinationen von Wortgruppen erzeugt, die durch präpositionale Terme gebunden werden. Dabei ist gleichgültig, ob es für die Relationen spezifische Wortgruppen gibt (wie im Deutschen), oder ob sie mit den Wortstämmen verschmelzen (wie u. a. in uralischen Sprachen, etwa im Estnischen). So zeigt sich im ganzen: „...die Broca-Aphasie ist geprägt durch die Störung der syntaktischen Verarbeitung bei erhaltenem Lexikon, die Wernicke Aphasie durch erhaltene Syntax bei gestörtem Lexikon“²² (Höhle²², S. 12; man vergleiche dazu auch die phänomenologisch muster-gültigen Beschreibungen von Kleist, S. 118–199²³). In unserer Sicht: Die Wernicke-Aphasie betrifft die Interaktionen zwischen den Merkmalssätzen der Objektbegriffe und den zugehörigen Wortmarken mit den merkmalsbestimmten Begriffsbeziehungen, die Broca-Aphasie betrifft die gestörte Umsetzbarkeit der semantischen Relationen von Ereignisbegriffen in die zugehörigen, sogenannten Funktionsworte. Sie bestimmen in starkem Maße die grammatischen Konnexionen in einem Satzaufbau. Beide, Wernicke- und Broca-Areal, sind durch den Fasciculus arcuatus (s. Abb. 12) verbunden, eine angeborene Konnexion, die evolutionsgeschichtlich vermutlich durch Endosymbiose zur Grammatikalität der flektierenden Hochsprachen geführt hat und die im Affenhirn noch nicht aktiv ist. Wohl aber findet man, daß das Planum temporale beim Schimpansen angelegt ist. Das weist auf die freie Assoziabilität von Lautbedeutungen mit Bildeindrücken in einer vormenschlichen Evolutionsperiode hin.

Bleiben die Zeitrelationen für die Motivation (FIN) und für die Konsequenzen (COND oder CAUS). Dazu gibt es neue Daten aus der Neurologie. V. Cramon²⁴ hat Befunde zusammengestellt, nach denen Zeitrelationen in Strukturen des Frontalhirns registriert werden. (Es sind sogenannte präfrontale Pausenneurone am Sulcus principalis gefunden worden.) Es würde

* Wir behandeln hier die zentralen Grundphänomene der beiden Syndromgruppen. Da die Areale keine geschlossenen Hirngebiete sind, ist der Variantenreichtum der Phänomene besonders groß. Davon zeugen schon die zahlreichen Teilklassen der Aphasien wie amnestische, globale, Leitungs- und transkortikale Aphasien, Dysphasien u. a., die unter sich wiederum nicht scharf abtrennbar sind. Auch bedarf eine kognitive Analyse der Störungen wesentlich feinerer Unterscheidungen als wir hier vorlegen können.

danach nicht verwundern, wenn die re-aktivierbaren Spuren für Zeit und Zeitbeziehungen auch im Frontalbereich lägen. Die signifikanten Zeitverzögerungen bei Finalitätsrelationen könnten das anzeigen (vgl. Abb. 11). Übrigens spielt dieser Bereich bei motivationalen Vorgängen und bei ICH-zentrierten Entscheidungen eine Rolle, u. a. auch bei schizophrenen Erkrankungen.

7 Die Hauptphasen der Sprachevolution

Chomsky hat sich zu dieser Frage kaum dezidiert geäußert. Er schreibt²⁵: „Was Systeme wie die Sprache betrifft, ... ist es schon schwierig, sich überhaupt einen Selektionsverlauf vorzustellen, der zu ihrer Entstehung geführt haben könnte.“ Das wird verständlich, wenn J. Bayer²⁶ recht hat, der schreibt: „Chomsky meint Grammatik, wenn er Sprache sagt.“ In der Tat, eine isolierte Selektion grammatischer Strukturen ist, soweit ich sehe, nicht

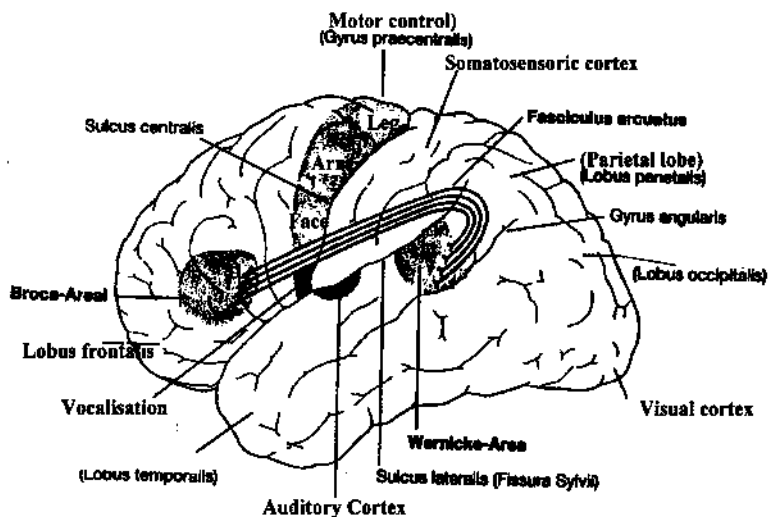


Abb. 12: Die linke Hemisphäre nach Kandel. Man beachte die beiden Sprachareale und Fasciculus arcuatus als Verbindung.

begründbar. Zudem, so ein Makroschritt zur Hochsprache ist aus einer einfachen Mutation schlechtweg nicht ableitbar. Unser Ansatz ist darum ein Versuch zu erklären, wie aus vormenschlichen nervalen Teilsystemen, ausgebildet für unterschiedliche Funktionen, durch deren selektiv erzwungenes Zusammenwirken ein neuer Phänomenkomplex, eben die Sprachstruktur mit ihren Inhalten entstehen konnte. Und das nicht mit einem Schläge. Dabei kann ich hier nur auf die großen Einschnitte in diesem verzweigten Prozeßgeschehen eingehen.

Paläoanthropologen gehen nach den verfügbaren Endokranialausgüssen davon aus, daß erlernte lautliche Verständigung mit den Habilinen eingesetzt hat. Es ist ein wesentlicher Unterschied, ob ein erkennendes Nervenetz mit seinen Funktionen vererbt ist und bei bestimmten Lauten Beute oder Gefahr signalisiert, oder ob die Nervenzellgruppen durch Lernen vernetzt wurden und neu verschaltet werden können. Dies erst macht die Lautbildung adaptiv. Sicher scheint, daß die Vernetzung zwischen Bildern oder Vorstellungen und der Steuerung des Benennens, über den zur Affenzeit noch inaktiven Fasciculus arcuatus erfolgt ist. Das wäre wieder ein Beispiel für Endosymbiose zwischen Nervenzellensembles. Bereits die früheste assoziative Lautbindung an klassifizierte Objektmengen führt zu einem Wortschatz in Begriffen. (Man braucht keinen großen Umfang anzunehmen. Ein australischer Stamm, die Damin, verfügt über 200 Worte und bestreitet damit alle Anforderungen an eine konventionalisierte Umgangssprache.) Die assoziative Anbindung differenzierender, benannter Merkmale an die Wortstämme führt wie durch Affixe zu ihren Unterbegriffen, die Inhibition zu Oberbegriffen. So beginnen mentale Operationen im begrifflichen Wissensbesitz zu arbeiten und mit ihnen das Wechselspiel von Sprechen, Sprache und Denken. Ich werde sogleich begründen, warum wir annehmen müssen, daß die Homo-erectus-Sprache fast grammatikfrei, d.h. eine nicht flektierende, agglutinierende S-V-O-Sprache im Sinne von Pincker und Bickerton und im Sinne der Protosprache von Herrmann und Grabowski²⁷ war. Die frühesten Grammatikelemente dürften mit den Wortstämmen verschmolzen sein und Information über Numerus, Genus und markante Attribute (die späteren Adjektive) enthalten haben. Die vermutlich älteste lebende, eine Pygmäensprache, hat solche Bildungen. Das Altkoptische und das frühe Sumerische haben diese Modifikatoren im Schriftsprachlichen.

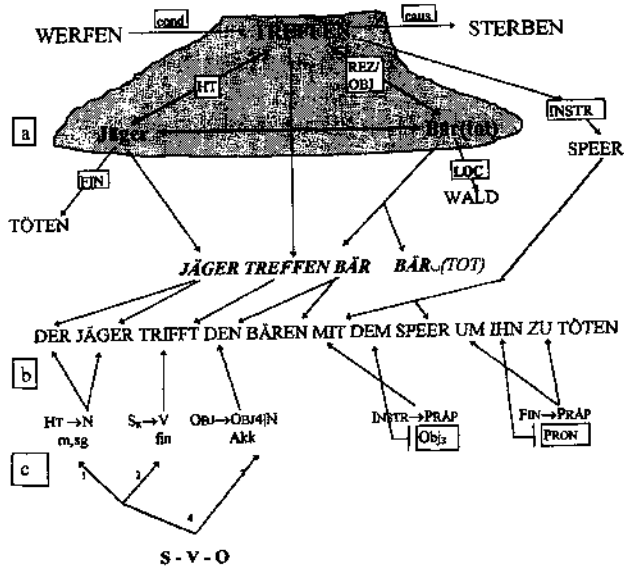


Abb. 13 Versuch einer Erklärung für bestehende Wechselwirkungen zwischen Begriffen, zugehörigen Worten und grammatischen Regeln bei der Erzeugung eines einfachen Satzes. Es ist angenommen, daß mentales Lexikon und grammatische Transformationen unterschiedlichen neuronalen Kompartiments entstammen. Die „semantische Wurzel“ der Aussage (a) = S-V-O wird noch ganz ohne grammatische Transformationen verbal kodiert (b). Die werden erst von den modifizierenden semantischen Relationen aus für eine differenziertere Situationsbeschreibung aktiviert. Ebene b: Begriffliche Repräsentation zweier (fast) bedeutungsgleicher Sätze (die Wortbedeutungen sind wahrscheinlich weit gestreut im ZNS). Ebene b, oben: flektionsfreie Umsetzung von HT, S_u, REZ/OBJ in eine S-V-O-Form. c und b: Eingreifen grammatischer Transformationen zur Präzisierung der Situationsbeschreibung. (Die caus-Relation des semantischen Kerns (TOT) ist im Satz als Merkmal des Begriffs BÄR (=Attribut) angegeben.) Die Hereinnahme der Finalität ist kein semantischer Verstoß. d: Eine mögliche Erzeugungsstruktur, die genauso auch für das Werkzeug Abb. 7d angesetzt werden kann.

Eine flektierende Hochsprache wurde während der Eem-Warmzeit von

den Neumenschen des Cro-Magnontyps ausgebildet. Die Quellen ihrer Grammatik waren die semantischen Relationen der Ereignisbegriffe. Deren Assoziation mit Lautbildungen eröffnet die Möglichkeit, über lange Vergangenes, über das Unmögliche, über das Übermorgen, über Motive, über das absichtlich vs. unabsichtlich Verursachte mitzuteilen. Konstruktives Denkhandeln am Gerät beinhaltet Wissen um das Vorher und Nachher, um das Wenn-Dann und das Warum, – und darüber, was ICH kann. (Dieses ICH wäre ein Kapitel für sich.)

Wie kann man diese Aussagen begründen?

Wenigstens dreifach, und zwar wie folgt:

1. Sämtliche bekannten Sprachen haben die Ausdrucksfähigkeit einer S-V-O-Kombination (Wer tut Was womit oder mit Wem). Es ist dies eine sprachliche Einkleidung der semantisch kombinierbaren Wurzeln der Ereignisbegriffe. Sie sind auch die Universalien in der unsere Menschheit

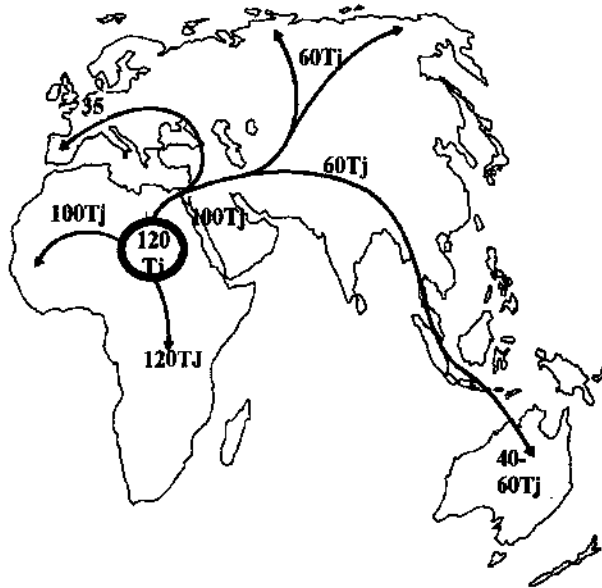


Abb. 14: Zeiträume der Wanderungsbewegungen von Neumenschengruppen. Mit ihnen trennt sich die gemeinsame genetische Ausstattung. (Mitochondrienanalysen). Parallel dazu trennen sich die Phonemgestalten der Wörter.

umgebenden Welt. Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Wanderungsbewegungen von Frühmenschengruppen und ihrer genetischen Ausstattung.

Spontane Mutationen in der DNS der Mitochondrien gestatten zu ermitteln, in welchen zeitlichen Perioden sich Populationen getrennt haben²⁸. Mit diesen Trennungen gingen Gemeinsamkeiten der genetischen Ausstattung verloren, – und auch die Ähnlichkeiten in den lautlichen Benennungen für äquivalente Begriffe in den verschiedenen Sprachen. Die Unterschiede wurden um so größer, je länger die zeitliche Distanz der Trennung wurde. Nach gut übereinstimmenden, genetischen und phonologischen Analysen hat diese Trennung im Zeitraum vor 150 000–120 000 stattgefunden, d. h. während der Eem-Warmzeit, der Zeit der frühen Neumenschen (s. Abb. 14).

2. Die Konstruktionspläne für das Werkzeug der Cro-Magnon-Leute, das sind hierarchische, durch Teilziele gegliederte Kombinationen aus Teilprogrammen des Handelns. Das ist ähnlich den Kombinationen aus den „on-line“ Klammern in einem hierarchisch gegliederten Satzaufbau (s. Abb. 13d). Eine komplizierte Handlungsstruktur wird, so Bühler und Kainz, in aller Regel sprachlich begleitet. Das hat wohl auch mit der Nähe zwischen Broca-Zentrum und der Mund- und

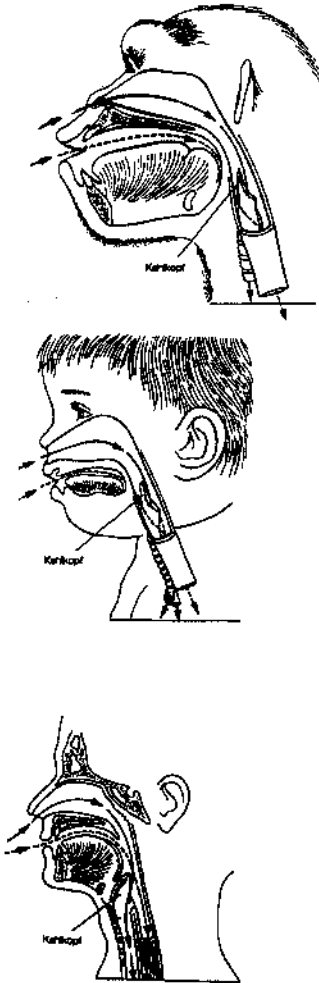


Abb. 15: Zwischen 18. Lebensmonat und 14/15 Lebensjahr senkt sich der Kehlkopf beim Kind, Vokale können feingestuft gebildet werden. Das individuelle Timbre der Lautsprache wird in den sprechmotorischen Steuerungszentren des Kortex fixiert.

Kehlkopfmuskulatur zu tun. Kombinierendes Konstruieren im Denkhandeln verbindet begriffliches Wissen über Ereignisse und Ereignisfolgen, die in den semantischen Relationen der 'behandelten' Begriffe wurzeln. Sie werden zumeist in Form von Präpositionen ausgedrückt, und sie bilden nicht selten den 'Kopf' einer Phrase, die eine semantische Konfiguration bindet. Das ist auch die späteste Errungenschaft in der kindlichen Sprachentwicklung, wie zuerst W. Stern erkannte. Zwischen dem 13. und 15. Lebensjahr ist diese Entwicklung abgeschlossen.

3. Die Ausbildung vokalisch modulierender Sprechweise beginnt im 18. Lebensmonat. Um diese Zeit beginnt der aktive Begriffserwerb und mit ihm die Erkennung der 'Nennfunktion' der Sprache (Bühler). Um diese Zeit beginnt die Senkung des Kehlkopfes beim Kinde (s. Abb. 15). Und mit ihr die variierende Gestaltbarkeit der Vokale. Diese Senkung ist am Ende der Pubertät abgeschlossen. Mit ihr liegt das charakteristische Timbre der individuellen Lautmodellierung beim Sprechen fest. Das Melos der Muttersprache ist für den Rest des Lebens nicht mehr zu verleugnen. In der gleichen Zeit liegt die Schlußphase der Zahnbildung. Mit ihr wird die Gebißform des *Homo sapiens sapiens* erreicht. Die frühesten Funde dieser Gebisse wurden bei Neumenschen vom Cro-Magnon-Typ gefunden.

So kommen wir zu dem Schluß, daß die Evolution der menschlichen Sprache mit den Lautbildungen für die semantischen Wurzeln beobachtbarer Ereignisse begonnen hat und daß dies eine universelle S-V-O- oder (in unserem Sinne) eine HT, Sk, Obj (bzw. Instr)-Sprache war. Die Erectus-Leute bis hin zum Neandertaler sprachen danach ähnlich wie Broca-Aphatiker, wenn die Störung einigermaßen „rein“ und nicht stark von Nebenphänomenen beeinflusst war. Die kognitive Grundlegung der flektierenden Hochsprache war mit den konstruierenden Denkhandlungen der Neumenschen vom Cro-Magnon-Typ verbunden.

Es gibt Evolutionsstränge für den Aufbau kognitiver Strategien für Problemlösen in verschiedenen Kontexten, für mathematische, musikalische und – sehr wahrscheinlich auch – für die Sprachgestaltung in vererbaren Evolutionsperioden. Die Anfänge liegen in den assoziativen Vernetzungen zwischen Wahrnehmungsdingen großer Ähnlichkeit und benennenden Lautbildungen. Die Kombination von Lautbildungen und ihre freie Verkettung zu Worten ermöglicht die Genese eines frühen Lexikons für Objektbegriffe. Verkettungen von Ereignisbegriffen mit ihren semanti-

schen Relationen führen zu Teilabschnitten (sogenannte Phrasen) der Wortbindungen im Satzaufbau. Semantische Relationen werden oft durch spezifische Partikel, oft sogenannte Funktionsworte kodiert. Sie sind wesentliche Modifikatoren der Bedeutungsbildung in Sätzen.

Die Analogie zum Turmbau zu Babel, mit dem die universelle Sprachwurzel aufgelöst wurde, beginnt in der Eem-Warmzeit, vor 150 000–120 000 Jahren. Sie entsteht mit dem konstruktiven Werkzeugdenken der sapienten Gerätebauer wie mit den Planungsvorhaben der Großwildjäger oder mit den Plänen für die großangelegten Zeichnungen des Jungsteinzeitmenschen. Die Denkstrukturen beim Gerätebau, bei manchen grafischen Gestaltungen wie bei der Konstruktion von Sätzen sind einander zu ähnlich, als daß diese Zusammenhänge zufällig sein könnten.

Wir behandeln hier die zentralen Grundphänomene der beiden Syndromgruppen. Da die Areale keine geschlossenen Hirngebiete sind, ist der Variantenreichtum der Phänomene besonders groß. Davon zeugen schon die zahlreichen Teilklassen der Aphasien wie amnestische, globale, Leitungs- und transkortikale Aphasien, Dysphasien u. a., die unter sich wiederum nicht scharf abtrennbar sind. Auch bedarf eine kognitive Analyse der Störungen wesentlich feinerer Unterscheidungen als wir sie hier vorlegen können.

Literatur

- 1 Greenland Ice-core Project member, *nature* 364 (1993), S. 203
- 2 de Menocal, P. B. *Science* 270 (1995), S. 53
- 3 Gannon, J. P. et. al. Asymmetry of Chimpanzee Planum Temporale. *Science*, Vol. 279, Jan. 1988, pp. 220–221
- 4 Calvin, W. H. *Der Schritt aus der Kälte*. München 1997
- 5 Humphrey, N. *Consciousness Regained*. Oxford, New York 1984
- 6 Cosmides, L. The Logic of Social Exchange: Has Natural Selection Shaped how Humans Reason? *Cognition* 31, 1989, pp. 187–276
- 7 Herrmann, Th. *Blickpunkte und Blickpunktsequenzen*. *Sprache und Kognition* 1996, 15, S. 159–177; vgl. dazu auch Wender, K. F. *Kontexteffekte und Routenwissen*. *Kognitions-wissenschaft*, 1998, H. 2, S. 68–74
- 8 Piaget, J. *Psychologie der Intelligenz*. München 1976
- 9 Goede, K. *Analyse des Lösungsprozesses der Scheibenaufgabe*, Diplomarbeit, dargestellt in Klux, F. (1971): *Information und Verhalten*. Berlin 1966
- 10 Gundlach, W. & Schulz, G. *Kognitive und kommunikative Komponenten des problemlö-*

- severhaltens in kleinen Gruppen. Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena 1990
- 11 Klix, F. & Lanius, K. Wege und Irrwege der Menschenartigen. Stuttgart 1999
 - 12 Klix, F. Erwachendes Denken. Heidelberg 1992
 - 13 Foppa, K. Language Acquisition – a Human Ethotological Problem? In: Social Science Information SAGE, London 1978, pp. 93–105
 - 14 Hoffmann, J. Die Welt der Begriffe. Berlin 1986. Klix, F. Gedächtnis und Wissen. In: mandl, H. und Spada, H. (Hrsg.) Wissenspsychologie. München 1988. Schmieschek, M. Die Strukturbeschreibung von ereignisbestimmten Wissensbesitz. Dissertation Humboldt-Universität, Berlin 1989. Van der Meer, E. Über den anforderungsabhängigen Einsatz von begrifflichen und inferentiellen Wissen. Zeitschr. f. Psychologie, 1985, 193, S. 87–117
 - 15 Klix, F. Die Natur des Verstandes, Göttingen 1992. Van der Meer, E. Wissensdynamik. In: Ber. 37. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie. Göttingen 1990, S. 350–359
 - 16 Dörner, D. Über die Gefahren und die Überflüssigkeit der Annahme eines „propositionalen“ Gedächtnisses. In: Lüer, G. und Laß, U. (Hrsg.): Erinnern und Behalten. Göttingen 1997
 - 17 Bachmann, Th. Die Ähnlichkeit von Ereignisbegriffen bei der Analogiebildung. Münster 1998 etc
 - 18 Pinker, St. Der Sprachinstinkt. München 1996
 - 19 Beyer, R., van der Meer, E., Hagendorf, H. Nutzung der zeitlichen Organisation von Wissen beim Verstehen von Sätzen und Texten. Ztschr. f. Psychologie 1998, 206, S. 105–206
 - 20 Pulvermüller, F. et.al. Neurobiological Mechanisms of Language Acquisition. Language Learning, 1994, 44, 4 S. 681–734
 - 21 Ahnert, L. Entwicklungspsychologie Analysen des Verstehens von Präpositionen (Arbeitstitel) 1983
 - 22 Höhle, B. Aphasie und Sprachproduktion. Opladen 1995
 - 23 Kleist, K. Über Leitungsaphasie und grammatische Störungen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie 1916, 40, S. 118–199
 - 24 Cramon, Y. von, Die Bedeutung der präfrontalen Hirnrinde für das Arbeitsgedächtnis von Primaten. Nova Acta Leopoldina, Bd. 76, No. 303, Heidelberg 1997, S. 265–284
 - 25 Chomsky, N. Language and Problems of Knowlegde. Cambridge 1988
 - 26 Bayer, J. Form und Funktion von Kasus bei Agrammatismus. In: Linguistische Berichte; Grammatik und Kognition. Opladen 1987, S. 81–118
 - 27 Herrmann, Th. & Grabowski, J. Spektrum, Heidelberg 1994
 - 28 Cavalli Sforza, L. L. Genes, Peoples and Laguage. In: Scietific American 1991, 11, S. 72–79