*Neues aus der Welt der Wissenschaft*[ORF ON Science](#) · [News](#) · [Medizin und Gesundheit](#) · [Leben](#)

## Mathematik beruht nicht auf Sprachvermögen

Nach gängiger Meinung basiert mathematisches Vermögen, wie auch andere Denkprozesse, auf den Regeln der Sprache. Britische Forscher widersprechen dem nun: Sie berichten von drei Patienten, deren sprachliche Grammatik gestört ist, die aber komplexe mathematische Aufgaben lösen können.

Der von der Neurowissenschaftlerin Rosemary Varley (Universität Sheffield) und Kollegen in den "Proceedings of the National Academy of Science" (PNAS) publizierte Schluss: Die Verarbeitung von Mathematik und Sprache verläuft im Gehirn auf unterschiedliche Weise.

Die Studie "Agrammatic but numerate" erscheint als Online-Vorabveröffentlichung zwischen dem 14. und 18. Februar 2005 in den PNAS (DOI: 10.1073/pnas.0407470102).

[Der Artikel \(sobald online\)](#)

### Schon lange ein Thema

Über das Verhältnis von Sprache, Denken und Bewusstsein denkt die Menschheit seit ihrem Anbeginn nach - und hat verschiedene Antworten in Religion oder Philosophie gefunden.

Bevor die Neurowissenschaftler mit ihren bildgebenden Verfahren das Deutungsmonopol in Sachen "Gehirnleistung" zu übernehmen begannen, haben Linguisten im 20. Jahrhundert ihren Beitrag zum Thema geliefert.

Bekannt sind etwa Noam Chomskys These einer "Universal-Grammatik", die jedem Menschen angeboren ist und es Kindern so leicht macht, eine Sprache zu erlernen.

### Sprache formt Denken - auch Mathematik

Oder die umstrittene Sapir-Whorf-Hypothese, die in den 1950er Jahren bekannt wurde: Ihrzufolge kann die linguistische Struktur einer Sprache die Art und Weise, in der ihre Sprecher denken, bestimmen oder sie zumindest beeinflussen.

Und das gilt nicht nur zwischen verschiedenen Sprachen, sondern auch für sprachferne kognitive Leistungen wie etwa Mathematik. Wenn die Sprachfähigkeit verloren wird, sollte auch die Rechenfähigkeit verschwinden, so lautet ein

Schluss.

Eine Reihe von Studien mit bildgebenden Verfahren zeigte dann auch, dass bei der Bewältigung mathematischer Aufgaben Gehirnregionen beteiligt sind, die primär für Sprachverarbeitung zuständig sind.

→ [Die Sapir-Whorf-Hypothese \(wikipedia\)](#)

\*\*\*

Beweis durch Amazonas-Bewohner

2004 kamen Forscher der Beantwortung der Frage "Determiniert die Sprache unser Denken?" wieder einen Schritt näher. Sie untersuchten die Sprache eines Eingeborenenstammes im Amazonas-Regenwald, die kein echtes numerisches System kennt. Es existieren lediglich Begriffe, die in etwa "eins", "zwei" und "viele" bedeuten. Der Schluss der Forscher: Für größere Mengen fehlt den Amazonas-Bewohnern offenbar das Bewusstsein.

→ [Mehr dazu in: Ein Leben ohne Zahlen \(20.8.04\)](#)

\*\*\*

Patienten mit Gehirnschädigungen

Die kognitive Neurowissenschaftlerin Rosemary Varley ihre Kollegen sind dem Verhältnis von Sprache und Mathematik nun anhand dreier Patienten nachgegangen, die unter Aphasie leiden - also Schäden in der linken, für die Sprachverarbeitung entscheidenden Gehirnhemisphäre aufweisen.

Probleme mit der Sprach-Grammatik, keine mit Mathematik

Sie wurden einer Reihe von mathematischen bzw. sprachlichen Tests unterzogen, die auf gleiche grammatikalische Strukturen verweisen. So ist die Grammatik des Satzes "Der Löwe tötete den Mann" jener der Rechenaufgabe "59 weniger 13" parallel.

Bei der konkreten Behandlung dieser Aufgaben zeigten sich bei den Patienten erstaunliche Unterschiede. Während sie keine Schwierigkeiten hatten, den Unterschied von "59 weniger 13" und "13 weniger 59" zu erkennen und die richtige Lösung zu berechnen, konnten sie zwischen den Sätzen "Der Löwe tötete den Mann" und "Der Mann tötete den Löwen" nicht unterscheiden.

Ähnliche Strukturen, unterschiedliche Verarbeitung

Schwierigere Relativsätze ("Dies ist der Hund, der die Katze beunruhigte, die eine Ratte fraß ...") blieben ihnen im Gegensatz zu strukturell vergleichbaren mathematischen Aufgaben (etwa:  $90 - (3+17) \times 3$ ) - ebenfalls unverständlich.

Der Schluss der Forscher: Sprache und Mathematik mögen ähnliche Strukturen haben und Regeln folgen, offensichtlich werden sie aber vom Gehirn unterschiedlich verarbeitet.

Mit ihren Resultaten stellen sie sich u.a. gegen den "Godfather der Grammatik" Noam Chomsky, der etwa 2002 in einem "Science"-Artikel davon ausgegangen war, dass mathematische Ausdrücke auf syntaktischen Mechanismen der Sprache beruhen.

\*\*\*

Die entsprechende Studie "The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve?" von Marc Hauser, Noam Chomsky und Tecumseh Fitch ist in "Science" (Bd. 298, S. 1569, Ausgabe vom 22.11.02 ) erschienen.

→ [Die Studie in Science \(kostenpflichtig\)](#)

## Zwei alternative Erklärungsmodelle

Varley und ihr Team schlagen zwei Alternativen vor: Entweder haben Sprache und Mathematik ein gemeinsame syntaktische Grundlage, auf die beide unabhängig voneinander zugreifen können, und mathematische Ausdrücke müssen nicht in sprachliche umgewandelt werden - das würde erklären, warum die Patienten richtig rechnen, aber nicht mehr sprechen können.

Oder aber es gibt tatsächlich eine auch anatomische Autonomie von syntaktischen Mechanismen für Mathematik und für Sprache: nicht schon in der Entwicklung des Gehirns, aber beim fertigen kognitiven Apparat - den Erwachsenen.

Lukas Wieselberg, [science.ORF.at](http://science.ORF.at), 15.2.05

→ [Rosemary Varley, Universität Sheffield](#)

Mehr zu dem Thema in [science.ORF.at](http://science.ORF.at):


→ [Schon Kleinkinder können addieren und subtrahieren \(13.9.04\)](#)

→ [Zahlen bis vier sind dem Menschen angeboren \(1.8.03\)](#)

→ [Gehirn: Schon Babys haben einseitige Sprachverarbeitung \(9.9.03\)](#)

→ [Links im Hirn: Der Sitz von Chomskys "Universal-Grammatik" \(23.6.03\)](#)

[ [ORF ON Science - News - Medizin und Gesundheit](#) ]

IHR KOMMENTAR ZU  
DIESEM THEMA 

[zlozale](#) | 16.02, 13:30

@3141

nein, hab zu dem thema nicht publiziert, arbeite aber grad an einer diplomarbeit ueber (frontale) sprachgebrauchsstoerungen. an literatur kannst du dir im prinzip saemtliche PET und fMRT-Studien zum thema sprache anschauen, solltest aber davor erstens etwas ueber die aufgaben und funktionsweisen von broca- und wernickeareal wissen. und dann solltest du die studien auch mit dem wissen interpretieren, dass unterschiedliche ergebnisse bei der selben aufgabenstellung auch auf unterschiedliche strategien der probanden zurueckgefuehrt werden koennten, bzw auf die methodik der untersuchung (subtraktionsmethode, center of gravity-berechnungen etc)



[zlozale](#) | 16.02, 13:41

stell dir das gehirn einfach als netzwerk vor, mit vielen, einander ueberlappenden unternetzwerken, die alle fuer eine leistung stehen, zb auditives wortverstaendnis etc etc. jeder knoten (=vereinfachend areal) in diesen netzwerken ist mit vielen andren verbunden, hat anteil an mehreren bis vielen solcher unternetzwerke. wenn nun einer

dieser Knoten ausfällt, entfällt mit größter Wahrscheinlichkeit nicht nur eine komplexe Leistung des Gehirns, sondern es sind alle jene Leistungen (teils mehr, teils weniger) gestört, an denen dieses Areal Anteil hat.

Ich hab Sprachwissenschaft studiert und geh jetzt in Richtung Logopaedie - was mir immer wieder sauer aufstoesst, ist das Gleichsetzen von in der Linguistik (zurecht!) benannten Mind-Functions wie Syntax oder, noch notorischer, Lexikon, mit irgend welchen vielleicht sogar erst zu findenden Hirnarealen: da kommt dann jede Studie zu anderen Ergebnissen, weil man im Vorfeld sehr oft nicht richtig analysiert hat, welche Einzelfertigkeiten der Proband zum Lösen der Aufgabe benötigt. Wenn man all die bisher "gefundenen" Syntax- bzw Semantik-Areale auf ein Gehirn projiziert, bleibt kaum ein Millimeter frei!

[bergbauerin](#) | 16.02, 12:28

Mit Sicherheit gibt es ein Denken ohne Sprache. Einstein wusste, dass es ein Denken VOR der Sprache gibt. Für ihn war Sprache nur nötig, um das Gedachte mitteilbar zu machen. Einstein war Linkshänder. Linkshänder neigen dazu, auch beim Denken die rechte Gehirnhälfte dominant zu gebrauchen. Dort ist der Sitz des Raumvorstellungsvermögens, auf welchem Höhere Mathematik aufbaut. Das Staunen über ein Denken ohne Sprache könnte daher rühren, dass unsere Welt von Rechtshändern dominiert wird, welche eher die linke - sprachliche Gehirnhälfte dominant benutzen, d.h. sie brauchen ZUERST Sprache, damit sie denken können



[zlozale](#) | 16.02, 13:22

tja, problem ist nur, dass sich deine Aussagen in keiner Weise mit Ergebnissen der Hirnforschung deckt: wie sonst könnten dann zB Patienten mit einem linksseitigen, Parieto-occipitalen Insult gerade dieses (angeblich rechts liegende) Raumvorstellungsvermögen einbüßen?

[starburst1](#) | 15.02, 22:04

Denken

Man denkt zwar sehr oft sprachlich, aber man kann auch genauso gut in Bildern oder Räumen und Bewegungen denken. Überlegen wir doch mal, wie wir eine Navigationsaufgabe (ohne GPS ;-)) erledigen, z.B. wenn uns jemand nach dem Weg zu einer für uns bekannten Straße fragt:

Wir überlegen einerseits, wo sich die Straße befindet (entweder nach dem eigenen räumlichen Vorstellungsvermögen oder nach einem Plan, den wir früher mal gesehen und jetzt noch im Kopf haben) und andererseits stellen wir unsere eigene Position dazu in Verbindung.

Daraus ergeben sich im Kopf ein oder mehrere Wege (räumlich oder laut Plandarstellung), aus denen der am leichtesten zu beschreibende bzw. zu befahrende ausgewählt und mit Worten beschrieben wird.

Sprache spielt hier zwar eine große Rolle, um die Aufgabenstellung zu verstehen und um das Ergebnis auch an andere weitergeben zu können, aber für die Navigation (Planung und Durchführung) an sich ist Sprache nicht

notwendig. 

[starburst1](#) | 15.02, 22:21

Karten

Interessant ist, dass eine Straßenkarte zwar das Mittel der Wahl ist, um die Straßen einer Stadt darzustellen, aber die eigene räumliche Erfahrung der Stadt ist eine völlig andere "Darstellung". Man kann zwar aus der eigenen räumlichen Erfahrung eine (mehr oder weniger exakte) Karte erstellen, aber dazu ist ein Übersetzungsprozess notwendig.

Genauso ist das Lesen der Karte und die Entscheidung, ob man an der dritten Kreuzung (Richtung Süden, damit's nicht so einfach ist ;-)) rechts oder links abbiegen muss, das Ergebnis eines Übersetzungsprozesses.

[sensortimecom](#) | 17.02, 10:18

@starburst: Gut gedacht!

Aus einem ganz einfach erklärbaren Grund braucht man nicht notwendigerweise syntaktische Grundlagen für die Lösung mathematischer Aufgaben:

Weil das Gehirn seine Informationen, die es synaptisch via Mustervergleich verarbeitet, AUSSCHLIESSLICH aus der ZEITDOMÄNE erwirbt (s. [www.sensortime.com/brain-de.html](http://www.sensortime.com/brain-de.html)) wobei die rezeptorische Aquisition aus BELIEBIGER Art bestehen kann.


Als dann: Ich könnte theoretisch die Grundlagen zur Lösung mathematischer Aufgaben sogar über die NASE (also via chem. Rezeptoren) aufnehmen, falls alle übrigen Rezeptoren (optische, akustische, taktile) ausfallen...

Beispiel: Du kannst einerseits aus der Lokalisierung bestimmter Düfte auf spatial/temporale Strukturen schließen; das Gehirn setzt aber auch die Zahlengrundlagen 1, 2, 3, 4..(ohne mathematische Kenntnisse) sobald isomorphe Düfte spatial/temporal getrennt erkannt werden...

Erich B.

[burnside](#) | 15.02, 19:17

Zu wenig unterschieden...

Es wäre sinnvoll, zwischen "Rechnen" und "Mathematik" deutlicher zu unterscheiden. Mathematik ist eher eine Sprache, bzw. bedient sich einer Symbolsprache. Rechnen ist eher eine Fähigkeit des Umgangs, etwas Prozedurales. Es kommt öfters vor, dass exzellente Mathematiker schlechte Rechner sind. 

[zlozale](#) | 15.02, 19:28

rechnen also das, was der taschen\*rechner\* (schneller und besser) macht, vs mathematik als der denkprozess, die faehigkeit zur problemanalyse und -loesung? interessante begriffsklaerung! so gesehen war ich in mathe sogar ganz gut, konnte bei jedem bsp die gleichungen ansetzen, nur ausderrechnet haett ichs ums verrecken nicht ohne meinen banknachbarn, den fred, der auch noch TOP

gerechnet und eine gut leserliche handschrift gehabt hat. ohne ihn haett ich die matura niemals derblasen!


[bergbauerin](#) | 16.02, 12:31

Unter mathematisch Hochbegabten gibt es doppelt so viele Linkshänder wie Rechtshänder!

[bergbauerin](#) | 16.02, 12:34

Das ewige Verrechnen trotz exzellenter mathematischer Begabung ist ein Leitsymptom bei Umschulung von Linkshändern auf die rechte Schreibhand!

[zlozale](#) | 15.02, 17:34

1. sollte man eine aphasie genauer lokalisieren, als nur in der linken hemisphaere, naemlich zumindest als entweder broca-dominiert oder wernicke-dominiert. 2. sollte man von diesen aphasien, also sprachstoerungen, die aphemien (sprachgebrauchsstoerungen)klar scheiden: das sind stoerungen in den broca und wernicke umgebenden arealen, von frontal, ueber parietal, occipital bis temporal. dann wird man 3. draufkommen, dass verlorene syntaxfaehigkeit in der ueberwiegenden zahl der faelle eine sprachgebrauchsstoerung ist (bei einer broca-stoerung streitet man noch, ob da der syntaxverlust secundaer ist, oder ursaechlich im brocaareal - wobei brocapatienten durchwegs besser rechnen als reden)). 

[zlozale](#) | 15.02, 17:34

sehr eindrucksvoll sieht man so einen syntaxverlust zb bei einer raeumlichen stoerung: der patient weiss zb nicht, wie er tun muss, um einem objekt auszuweichen, oder wie er eine bildkarte von a nach b bringt, oder wie er die bilder einer bildgeschichte in die richtige reihenfolge bringt, obwohl er deren inhalt erfasst hat; udn sprachlich weiss so ein patient nicht, wie er woerter/satzglieder, die er alle einzeln praesent hat, in eine richtige reihenfolge bringt, weshalb er abbricht und oft zu einwortaeusserungen verknappt - oberflaechlich sieht das dann aus wie ein syntaxverlust.... und dann ist da noch das weite feld der assoziativen und antriebsstoerungen bei denen man bestenfalls syntaxfreie einwortaeusserungen kriegt - rechnen koennen diese patienten aber sehr oft schon. das problem der linguisten ist, dass sie neben wernicke und broca ein quasi syntaxzentrum postulieren, das noch niemand bisher nachweisen konnte, weil syntax eben eine funktion des sprachgebrauches ist - und man die areale, die einen sprachgebrauch ermoeeglichen, auch fuer viele andre, nichtsprachliche aufgaben braucht (mit bauchweh zaehle ich dazu auch rechnen - siehe unten) - und da ist es durchasus moeglich und sogar wahrscheinlich, dass es areale gibt, die man zwar fuer sprache, nicht aber fuers rechnen braucht, sodass, wenn diese gestoert sind, der patient zwar seine grammatik, nichta ber seine rechenfaehigkeit verliert. (und nun zu dem "bauchweh" beim rechnen: wernickepatienten koennen sprachlaute nicht differenzieren, ihre anderen sprachfunktionen wie syntax oder prosodie sind aber ungestoert - trotzdem koennen sie nicht rechnen, sobald es ueber automatisierte operationen (wie einmaleins) hinausgeht, weil schon zum verstehen der aufgabe

eine sprachlautdifferenzierung noetig ist, und denken (wie auch rechnen) offensichtlich versprachlicht erfolgt.

[3141](#) | 15.02, 21:35

Wirklich sehr interessanter Kommentar, Dank dafuer! Selbst auf dem Gebiet veroeffentlicht?

(Quellen waeren vleicht noch gut, aber wahrschlich fuer mich Laien eh nicht so nachverfolgbar.)

[bergbäuerin](#) | 16.02, 12:39

Prosodie wird auch über die rechte Gehirnhälfte realisiert! Sie liegt also Höherer Mathematik näher als Syntax!

Die ORF.at-Foren sind allgemein zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussionsatmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge sowie Beiträge, die dem Ansehen des Mediums schaden, zu löschen und nötigenfalls User aus der Debatte auszuschließen.

Sie als Verfasser haften für sämtliche von Ihnen veröffentlichte Beiträge selbst und können dafür auch gerichtlich zur Verantwortung gezogen werden. Beachten Sie daher bitte, dass auch die freie Meinungsäußerung im Internet den Schranken des geltenden Rechts, insbesondere des Strafgesetzbuches (Üble Nachrede, Ehrenbeleidigung etc.) und des Verbotsgesetzes, unterliegt. Die Redaktion behält sich vor, strafrechtlich relevante Tatbestände gegebenenfalls den zuständigen Behörden zur Kenntnis zu bringen.

Die Registrierungsbedingungen sind zu akzeptieren und einzuhalten, ebenso Chatiquette und Netiquette!

[Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)