

## Gehirnforschung und das Lernen Erwachsener

# LANGSAM, ABER SICHER

**Manfred Spitzer**

Was Hänschen nicht gelernt hat, lernt Hans nimmermehr, weiß der Volksmund. In der Tat nimmt die Geschwindigkeit von Lernprozessen bzw. von deren neuronalem Korrelat, der Neuroplastizität, mit zunehmendem Alter ab. Die Daten hierzu sind sogar beängstigender (um nicht zu sagen: für einen erwachsenen Menschen deprimierender), als man zunächst vermuten könnte: Wer meint, dass die Abnahme der Lerngeschwindigkeit ein Problem der Rentner sei, der irrt. Erstens ist es kein Problem allein der Rentner, und zweitens ist es nicht eigentlich ein Problem ...

Betrachten wir zur Verdeutlichung des Phänomens »abnehmende Lerngeschwindigkeit« zwei Studien, die im Hinblick auf die untersuchten Lernprozesse kaum unterschiedlicher, im Hinblick auf ihr Ergebnis jedoch kaum ähnlicher sein könnten.

Lundborg und Rosén (2001) untersuchten den Tastsinn von 54 Patienten, bei denen es zu einer Durchtrennung der sensiblen handversorgenden Nerven gekommen war. Man kann diese Nerven wieder zusammennähen, wonach allerdings keineswegs alles gleich wie vorher funktioniert. Nervenfasern können nicht zusammenwachsen, es kommt vielmehr zum Aus sprossen neuer Nervenfasern aus den alten Fasern vom Punkt der Durchtrennung aus in Richtung Hand und Fingerspitzen. Diese neuen Fasern wachsen entlang der alten Fasern mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Millimeter pro Tag, brauchen also für eine Strecke vom Unterarm bis in die Fingerspitzen gut ein Jahr. Wenn die nachgewachsenen Nervenfasern die Tastkörperchen an der Haut erreichen, ist der Tastsinn jedoch keineswegs repariert. Die Neuronen im sensorischen Tastkortex bekommen jetzt

zwar wieder Impulse, diese kommen jedoch nicht von den gewohnten Punkten der Körperoberfläche, sondern von irgendwo her, je nachdem, welche Faser gerade in welcher »alten Hülle« weitergewachsen ist. Interessanterweise kommt es aber dennoch zur Wiederherstellung des Tastsinns. Dies liegt daran, dass die Neuronen des Kortex anhand des neuen Input umlernen können, d.h., ein Neuron, das vielleicht früher für den Daumenballen zuständig war, wird nun vielleicht bei Berührung der Kuppe des kleinen Fingers aktiviert. Dieser Vorgang braucht Zeit, denn zuerst müssen die Fasern ausgewachsen sein, und dann muss der Tastinput verarbeitet werden – nur dadurch wird neu gelernt. Die Studie zeigte nun sehr deutlich, dass die Zeit, die der somatosensorische Kortex zur Reorganisation braucht, vom Alter des Patienten abhängt (vgl. Abb. 1 links). Man untersuchte den Tastsinn aller Patienten mit entsprechenden Aufgaben im zeitlichen Abstand von zwei Jahren nach der Nervennaht. Waren die Patienten im Alter von 10 Jahren operiert und im Alter von 12 Jahren untersucht worden, war der Tastsinn praktisch wieder vollständig

hergestellt. Waren Verletzung und Operation jedoch einige Jahre später erfolgt, zeigte die zwei Jahre danach durchgeführte Untersuchung noch deutliche Einbußen des Tastsinns. Dies schließt zwar keineswegs aus, dass im weiteren Verlauf noch eine Besserung eintritt, zeigt jedoch, dass das Umlernen des Kortex nicht mehr so rasch erfolgt wie in jüngeren Jahren. Wie man sieht, ist die durchschnittliche Besserung des Tastsinns bei über 40-Jährigen zwei Jahre nach der Operation noch recht bescheiden. Wer nun glaubt, dass diese in der sensorischen Gehirnrinde nachgewiesene rasche Abnahme der Lerngeschwindigkeit mit zunehmendem Alter eine Besonderheit dieses Gehirnareals sei, der irrt. Im Jahr 2000 wurde eine ganz ähnliche Kurve publiziert (vgl. Abb. 1 rechts), die auf völlig andere Weise zustande gekommen war. Man hatte insgesamt 46 New Yorker Immigranten aus China und Korea im Hinblick darauf untersucht, wie gut sie des Englischen mächtig waren in Abhängigkeit davon, in welchem Alter die Einwanderung erfolgt war. Man bediente sich hierzu eines Grammatiktests. Es zeigte sich, dass Personen, die vor dem 11. Lebensjahr ins Land gekommen waren, die Sprache praktisch fehlerfrei beherrschten. Mit zunehmendem Alter bei der Einwanderung jedoch nahmen die Sprachfertigkeiten ab, wobei die Form der Kurve der anderen sehr ähnelt. Beide Kurven können als Indiz dafür gewertet werden, dass die Lerngeschwindigkeit in ganz unterschiedlichen Bereichen der menschlichen Gehirnrinde im Laufe des Lebens in ganz ähnlicher Weise abnimmt.

Menschen lernen im Laufe des Lebens immer langsamer. Man ist geneigt, diese Tatsache prinzipiell negativ zu bewerten. Dem ist jedoch nicht so. Vielmehr ist die Abnahme der Lerngeschwindigkeit nur eine Seite der Medaille; die andere Seite ist die Zunahme der Genauigkeit. Nur durch Lernen in kleinen Schritten wird si-

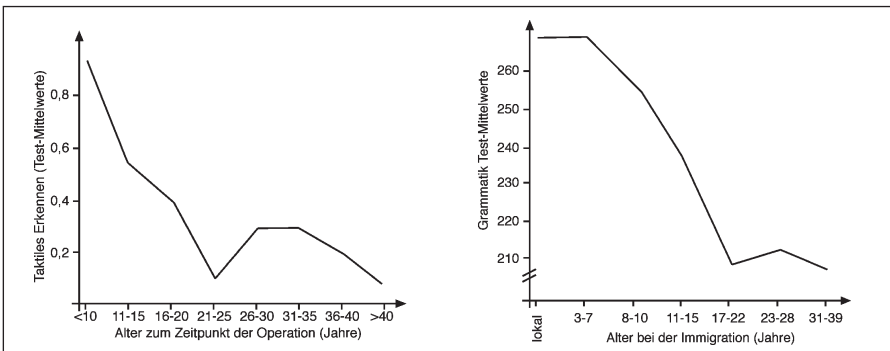


Abb. 1: Links: Durchschnittliche Besserung des Tastsinns bei 54 Patienten zwei Jahre nach Verletzung und operativer Wiederherstellung wesentlicher Nerven des Unterarms (nach Lundborg/Rosén 2001). Rechts: Abschneiden von Immigranten in einem Grammatiktest in Abhängigkeit vom Alter bei der Einwanderung (nach Barinaga 2000, S. 2119). Warum haben beide Kurven ein kleines zweites Maximum etwa zu Beginn des dritten Lebensjahrzehnts? Man kann vermuten, dass es keinen Nachteil darstellt, wenn zum Zeitpunkt des Auftretens von Nachkommen die Lernfähigkeit etwas zunimmt. Empirische Hinweise hierzu liegen vor, zumindest bez. auf Ratten (Kinsley u.a. 1999): Rattenmütter lernen besser als ihre Kolleginnen ohne Nachwuchs.

chergestellt, dass nicht beständig Neues ganz schnell gelernt und zugleich das Alte vergessen wird. Auch wird dadurch vermieden, dass beim Lernen über das Ziel hinausgeschossen wird. Schließlich sorgt das kleinschrittige Lernen auch dafür, dass sich jede einzelne Erfahrung nur gering niederschlägt, dafür aber die allgemeinen Strukturen dieser Erfahrungen durch häufige Wiederholung gelernt werden.

»Optimal: erst schnell und dann immer langsamer lernen«

Stellen Sie sich vor, Sie werden in einen Urwald hineingeboren. Dort gibt es rote Beeren, die Zucker enthalten und etwas Gift. Sie müssen daher die richtige Zahl der zu essenden Beeren lernen, damit Sie weder verhungern noch sich den Magen verrenken. Nehmen wir an, der wahre Wert dieser Zahl sei 17. Nun finden Sie Beeren, essen 12 und werden bald wieder hungrig. Beim nächsten Mal essen Sie 35 und es wird Ihnen schlecht. Dann essen Sie vielleicht 14, kriegen wieder Hunger, so dass Sie beim nächsten Mal 25 essen und es Ihnen wieder etwas schlecht wird. So tasten Sie sich langsam aber sicher an die

Zahl 17. Wenn Sie diesen wahren Wert der Umgebungsvariable gelernt haben, ist es wichtig, sie nicht bei ungünstigen Erfahrungen sofort wieder zu verlernen! Auch ist leicht zu sehen, dass Sie sich nur bei abnehmender Weite der Lernschritte tatsächlich dem wahren Wert nähern und nicht nur permanent um ihn herumspringen. Aus diesen Gründen ist eine abnehmende Lerngeschwindigkeit mit zunehmendem Alter nichts Pathologisches, sondern das Ergebnis eines Optimierungsprozesses, der zwei gegenläufige Prinzipien vereint: rasches Lernen einerseits und nachhaltiges, genaues Lernen andererseits. Beides kann nur erreicht werden, wenn anfangs schnell und dann immer langsamer gelernt wird (vgl. Spitzer 2000; 2002a). Auf den Alltag übertragen heißt dies, dass ältere Menschen eine stabile Umwelt besser kennen als jüngere. Man spricht vom alten Meister mit seiner subtilen Erfahrung – und davon, dass Kinder sich rasch an unterschiedlichste Bedingungen anpassen können.

Zurück zum langsamen Lernen. Wer Geige spielt, weiß, wovon die

Rede ist: Es kommt auf Zehntel Millimeter an, und man braucht Jahre bzw. Tausende von Stunden, um das Instrument richtig zu beherrschen. Wer Zigarren von Hand produziert, muss 2 Millionen gefertigt haben, bevor er es nicht mehr besser kann (Spitzer 2002b). Lernen geschieht langsam und inkrementell. Hierfür ein weiteres Beispiel: Walker u. Mitarb. (2002) untersuchten den Jagderfolg bei Männern des Stammes der Ache in Ostparaguay in Abhängigkeit vom Alter. Die Ache verlassen ihre Siedlungen für Tage, um in den Wäldern zu jagen. Dabei verwenden sie nur ihre Hände, Macheten sowie Pfeil und Bogen, d.h., sie jagen wie in der Steinzeit. Durch genaue Beobachtungen fand man heraus, dass die Männer des Stammes mit etwa 24 Jahren körperlich am stärksten sind, jedoch erst im Alter von ungefähr 40 den größten Jagderfolg aufweisen (vgl. Abb. 2). Die Autoren führten zudem Wettbewerbe im Bogenschießen durch, bei denen die Mitglieder des Stammes ein relativ kleines Ziel in großer Entfernung treffen mussten. Die Analyse der Daten von mehr als 2.000 Bogenschüssen ergab, dass keiner der jugendlichen Teilnehmer das Ziel auch nur einmal getroffen hatte, während die Trefferrate bei den Männern 4,2 Prozent betrug. Zusätzlich fand sich eine Altersabhängigkeit mit einem Anstieg der Treffer bis zu etwa dem 40. Lebensjahr und dann ein Gleichbleiben für die nächsten zwanzig Jahrgänge. Man versuchte sogar, den Mitglie-

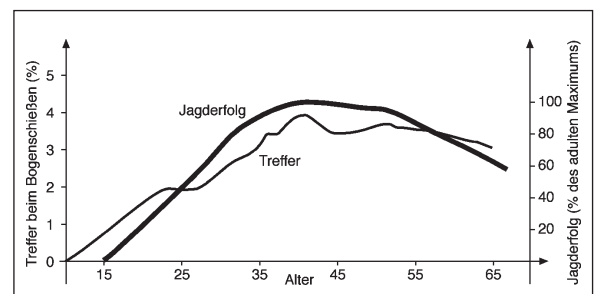


Abb. 2: Anzahl der Treffer beim Bogenschießen (dünne Linie) und Jagderfolg (Gewicht der Beute in Prozent des Maximums) in Abhängigkeit vom Alter der Jäger (aus Spitzer 2003).

dem des Stammes, die nicht mehr mit der Jagd beschäftigt waren, das Bogenschießen in einer Art sechswöchigem Crashkurs beizubringen, jedoch ohne auch nur den geringsten Erfolg. Insgesamt wurde also deutlich, dass es sich schon in der Steinzeit mit dem Jagen in der Tat ähnlich verhielt wie heute mit dem Fußball, Geige- oder Schachspielen: Man kann es am besten, wenn man etwa zwei Jahrzehnte lang geübt hat.

»Je älter, desto besser  
werden Freund und Feind  
unterschieden.«

Elefanten haben eine ähnliche Lebensspanne wie Menschen sowie ein äußerst soziales Gemeinschaftsleben. Sie leben in stabilen Gemeinschaften weiblicher Tiere zusammen, die von dem ältesten weiblichen Tier der Gruppe (Matriarch) angeführt werden. McComb u. Mitarb. (2001) untersuchten solche Gruppen afrikanischer Elefanten, die im Laufe eines Jahres im Durchschnitt auf 25 andere Elefantengruppen treffen. Die Oberhäupter einer Gruppe unterscheiden dann jeweils, ob die andere Gruppe mit ihr befreundet oder eher nicht befreundet ist. Dies tun sie anhand der von den Tieren ausgestoßenen Rufe, den sogenannten *contact calls*. Man wusste schon länger, dass erwachsene weibliche Elefanten bis zu 100 unterschiedliche Identifizierungsrufe anderer weiblicher Elefanten unterscheiden können. Interessanterweise sah man jedoch zusätzlich, dass dies mit dem Alter des jeweils ältesten Tiers der Gruppe in Zusammenhang stand: Je älter das weibliche Oberhaupt der Familie, um so besser wurde zwischen Freund und Feind unterschieden. Gruppen mit alten Matriarchen (55 Jahre) reagierten bei Rufen von unbekanntem Gruppen signifikant häufiger abwehrend als gegenüber den Rufen bekannter Gruppen. Demgegenüber unterschieden sich die Wahrchein-

lichkeiten von Abwehrverhalten gegenüber bekannten und unbekanntem Gruppen in Familien mit jungen Matriarchen (35 Jahre) nur geringfügig (vgl. McComb u.a. 2001, S. 492). Diese überlegene Fähigkeit der älteren Tiere hat Vorteile für alle Mitglieder der Gruppe. Je älter das weibliche Leittier, desto mehr Nachkommen hatten die jungen weiblichen Tiere der Gruppe pro Jahr. Durch die genaue Analyse des Sozialverhaltens einer Spezies, die eine ganze Reihe von Merkmalen mit der Spezies Mensch gemeinsam hat, wurde damit der Wert der über eine ganze Lebensspanne erworbenen differenzierten sozialen Erfahrung direkt nachgewiesen.

Fazit – oder: »Die Weisheit des Alters«: Ältere Menschen (und Elefanten) lernen immer langsamer, können jedoch genau deswegen die zu lernenden wahren Werte immer präziser in sich abbilden. Langsames Lernen ist damit nur die andere Seite des immer präziseren Lernens. Es sei angemerkt, dass sich damit das Problem älterer Menschen in unserer heutigen Gesellschaft sehr klar beschreiben lässt: Die Voraussetzung der stabilen Umwelt ist in vielen Bereichen nicht mehr gegeben. Daher können Ältere in die Situation kommen, dass im Laufe ihres Lebens aus ihrer Umgebung herausgefilterte Werte nicht mehr gelten und Fähigkeiten nicht mehr gebraucht werden, die gelernt wurden. Aber: Ältere Menschen lernen zwar langsamer als junge, dafür haben sie jedoch bereits sehr viel gelernt und können dieses Wissen dazu einsetzen, neues Wissen besser zu integrieren. Je mehr man schon weiß, desto besser kann man neue Inhalte mit bereits vorhandenem Wissen in Verbindung bringen. Da Lernen zu einem nicht geringen Teil im Schaffen solcher internen Verbindungen besteht, haben ältere Menschen beim Lernen sogar einen Vorteil! Wissen kann helfen, neues Wissen zu strukturieren, einzuordnen und zu verankern. Es kommt darauf an, die Lernbedingungen so zu gestalten,

dass die Vorteile des Alters genutzt und die Nachteile im Hinblick auf die Geschwindigkeit ausgeglichen werden.

#### Literatur

- Barinaga, M. (2000): A critical issue for the brain. In: *Science* 288, S. 2116-2119
- Kinsley, Ch u.a. (1999): Motherhood improves learning and memory. In: *Nature* 402, S. 137f
- Lundborg, G./Rosén, B. (2001): Tactile gnosis after nerve repair. In: *The Lancet* 258, S. 809
- McComb, K. u.a. (2001): Matriarchs as repositories of social knowledge in african elephants. In: *Science* 292, S. 491-494
- Spitzer, M. (2000): *Geist im Netz*. Heidelberg
- ders. (2002a): *Lernen*. Heidelberg
- ders. (2002b): *Musik im Kopf*. Stuttgart
- ders. (2003): *Verdacht auf Psyche*. Stuttgart
- Walker, R. u.a. (2002): Age-dependency in hunting ability among the Ache of Eastern Paraguay. In: *Journal of Human Evolution* 42, S. 639-657

#### Abstract

*Research on humans and animals gives evidence for the fact that older beings learn more slowly than younger ones, yet for this very reason they are able to build up internal representations of the true values to be learned in an increasingly more precise manner. Through frequent repetition general structures of experiences are learned. Thus, a decreasing rate of learning that comes with old age is just one side of the coin.*



Prof. Dr. Manfred Spitzer leitet die Psychiatrische Universitätsklinik in Ulm

Kontakt: manfred.spitzer@medizin.uni-ulm.de