

Nach dem Lernen braucht unser Gehirn eine Denkpause



Foto: Fotolia.de

Peter rast aus der nahe gelegenen Schule nach Hause. Er macht sofort seine Hausaufgaben, »lernt« noch schnell die zwanzig wichtigsten Vokabeln für den Englisch-Test. Fertig. Computer an und »Sim City« gespielt. Am nächsten Tag versteht er die Welt nicht mehr: Alle Vokabeln vergessen. Leere im Hirn. Peter ist verzweifelt: Er hatte sie doch gelernt! Und auch das Gebot der Eltern »erst die Arbeit, dann das Spiel« hatte er befolgt. Was ist bloß los? SPEKTRUM HÖREN bat die Psychologin Zrinka Sosic zu erklären, was unser Gedächtnis stärkt und wie man am besten mit der Zeit nach dem Lernen umgeht. »Konsolidierung« des Lernens nennen das die Experten.

Der Begriff Lernen wird häufig mit Schule oder Ausbildung assoziiert. Mit Abschluss der Ausbildung – so eine weit verbreitete Annahme – endet jener Lebensabschnitt, der mit Lernen in Verbindung gebracht wird. Aus neurowissenschaftlicher Sicht ist diese Annahme aber falsch. Wir lernen ständig, auch wenn wir eigentlich nicht lernen (Spitzer, M; 2007: Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. München: Elsevier/Spektrum).

Umso erstaunlicher erscheint es, dass unter Lernen oftmals nur das

Aufnehmen und Verstehen von neuen Informationen verstanden wird. In der Lernpsychologie wird dieser Prozess als »Enkodieren« bezeichnet. Aber gerade die Zeit nach dem Lernen, also nach dem Enkodieren, ist mindestens genauso wichtig für den längerfristigen Lernerfolg wie die Zeit der Informationsaufnahme selbst. Denn während wir uns nach der eigentlichen Lernzeit vielleicht bereits mit völlig anderen Dingen auseinandersetzen, versucht unser Gehirn die neu erlernten Informationen zu verfestigen (man sagt auch: konsolidieren), damit sie nachhaltig

abgespeichert und abrufbar gemacht werden.

Die Konsolidierung (Verfestigung) ist ein wichtiger Gedächtnisprozess, der automatisch nach dem Lernen einsetzt und ohne weiteres Hinzulernen erfolgt. Hierbei werden fortlaufend neu gebildete Gedächtnisstrukturen stabilisiert, ja gar verbessert! Lernen wir also etwas, so weisen die neuen Gedächtnisinhalte zunächst eine recht labile Existenz auf. So können eine Reihe von Einflussfaktoren, wie im extremen Fall z. B. ein epileptischer Anfall nach

dem Lernen, aber auch nur die bloße Beschäftigung mit etwas anderem, dazu führen, dass das Gelernte nicht »hängen bleibt«.

Bereits vor mehr als hundert Jahren wurde dieser Prozess von den Psychologen Georg Müller und Alfons Pilzecker (1900) erstmals systematisch untersucht, beschrieben und benannt. In einer Versuchsreihe ließen sie ihre Versuchspersonen sinnlose Silben lernen und später abrufen. Dabei wurde in manchen Durchgängen zwischen dem Erlernen und dem späteren Abruf einer ersten Liste eine weitere Liste dargeboten. Es zeigte sich, dass das Hinzulernen einer weiteren Liste zu schlechteren Leistungen im späteren Gedächtnistest führte als das ausschließliche Lernen einer Liste (siehe auch Abb. 1).

Offensichtlich hat das Lernen einer weiteren Liste das Wissen um die erste Liste »retroaktiv« (rückwirkend) gehemmt. Dies brachte die Forscher zu der Annahme, es müsse einen entscheidenden physiologischen und mentalen Vorgang geben, der nach dem eigentlichen Lernen einsetzt und der für die Verfestigung des neu Gelernten zuständig ist. Heute, über hundert Jahre später, weiß man be-

reits mehr über die Natur dieser Gedächtniskonsolidierung.

Allerdings stammen zahlreiche Erkenntnisse aus invasiven pharmakologischen und elektrophysiologischen Interferenzstudien an Tieren, also in speziellen Laborsituationen untersuchten Tieren, oder aus neuropsychologischen Studien mit hirnvletzten Patienten. Eine systematische Untersuchung am Menschen, insbesondere in realen Lernsituationen wie Schule, fehlt bislang weitgehend.

Im Wesentlichen wird zwischen der Konsolidierung auf »synaptischer« Ebene und der Konsolidierung auf der »Systemebene« unterschieden. Die synaptische Konsolidierung setzt unmittelbar nach Informationsaufnahme ein und dauert nur Minuten bis Stunden. Sie beinhaltet eine Reihe biochemischer Prozesse, wie die Proteinsynthese, die zu einer langfristigen Änderung der Stärke von Synapsen (Kontaktstellen zwischen Nervenzellen) führt, was wiederum eine Grundvoraussetzung auf physiologischer Ebene für nachhaltiges Lernen darstellt.

Verabreicht man Goldfischen Hemmstoffe der Proteinsynthese,

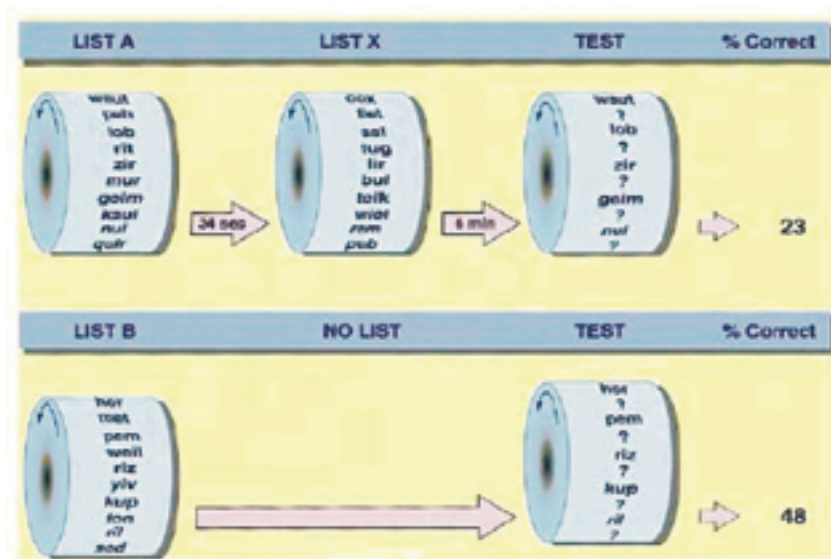
beispielsweise Anisomycin, lokal in den Hippocampus, wird die Konsolidierung neu gelernter Gedächtnisinhalte verhindert (Agranoff, B.W. & Klinger, P.D.; 1964: Puromycin effect on memory fixation in the goldfish. Science, 146: 952-953).

Die Konsolidierung auf systemischer Ebene ist hingegen ein längerer Prozess und kann Tage bis Jahre dauern. Hier kommt es zu einer Modifikation (Veränderung) der gesamten neuronalen Systeme und des Verhaltens.

Das Erinnern ist ein dynamischer Prozess

Kürzlich fand ein weiterer Vorgang Einzug in die gängige Konsolidierungstheorie, der als Rekonsolidierung bezeichnet wird. Darunter wird verstanden, dass die Reaktivierung eines bereits verfestigten, also konsolidierten Gedächtnisinhaltes zu seiner erneuten Labilisierung (Schwächung) führt. Man kann also schlussfolgern, dass das Erinnern ein dynamischer Prozess ist, in dem alle neu aufgenommenen, neu gelernten Informationen mit den bereits abgespeicherten Repräsentationen zusammenfließen und sie auf diesem Wege modifizieren.

Abb. 1: Versuchspersonen lernen eine Liste A mit sinnlosen Silben, unmittelbar danach (34 Sekunden später) wird eine weitere Liste X zum Lernen dargeboten. Nach 6 Minuten erfolgt der Test zur Liste A. In einem weiteren Durchgang wird nach dem Lernen der Liste B keine weitere Liste dargeboten. Der Abruf der Liste A, die interferiert (überlagert) wurde durch Liste X, ist schlechter als der Abruf der Liste B (keine Interferenz). (Aus: Lechner, H.A.; Squire, L.R. & Byrne, J.H. (1999). 100 Years of Consolidation – Remembering Müller and Pilzecker. Learning & Memory, 6: 77-87)



Fotos & Grafiken: Zrinka Sosic

Mit der Entwicklung neuer medizinisch-technischer Verfahren (siehe Abb. 2), wie der Methode der funktionellen Bildgebung, ließen sich auch die wichtigsten, an der Konsolidierung beteiligten Hirnstrukturen identifizieren. Sie alle spielen eine wesentliche Rolle beim deklarativen Gedächtnis, also dem Wissen um Fakten und Konzepte (im Gegensatz zum non-deklarativen Gedächtnis, also dem Wissen um Fertigkeiten). Hierzu gehört der Hippocampus mit seinen benachbarten Strukturen im Inneren des Schläfenlappens, der laterale temporale Kortex sowie Regionen des präfrontalen Kortex.

Eine der wichtigsten Bedeutungen kommt der Konsolidierungsforschung sicherlich im Hinblick auf die Schul- und Berufsausbildung zu. Wissen wir nun, dass der Konsolidierungsprozess für den Lernerfolg entscheidend ist, stellt sich die Frage, welche Faktoren im Konkreten diesen Prozess begünstigen oder gar beeinträchtigen. Obgleich noch ein hoher Forschungsbedarf besteht, lassen sich erste Faktoren benennen:

(a) Die einfache Zeitspanne zwischen dem Lernen und der Darbietung einer neuen Aufgabe

Nur wenig Forschung wurde bislang zum Zeitverlauf der frühen Konsolidierung deklarativer Lerninhalte getrieben. Die bereits verfügbare, wenn auch geringe Evidenz spricht aber dafür, dass die Verfestigung von Fakten etwa sechs bis zehn Minuten in Anspruch nimmt (Müller & Pilzeker, 1900).

(b) Die Interferenzfähigkeit einer neu dargebotenen Aufgabe auf soeben Gelerntes

Auch die Frage nach der Interferenzwirkung (Überlagerungswirkung) einer neuen Aufgabe wurde bislang vornehmlich bei der Konsoli-



Abb. 2: Methoden der Neurowissenschaften – eine Versuchsperson liegt im Magnetresonanztomographen

dierung von Fertigkeiten untersucht. Aus der empirischen Datenlage lässt sich ableiten, dass das gleichzeitige Lernen von mehreren Fertigkeiten eher in kleinen Schritten als in großen Blöcken geübt werden sollte, denn über dieses verteilte Lernen (im Vergleich zum massierten Lernen) wird die Gefahr der Interferenz durch die zu übende Aufgabe verringert (Robertson, E.M.; Pascual-Leone, A.; Miall, R.C.; 2004: Current concepts in procedural consolidation. Nature Reviews Neuroscience, 5: 576-582)

Dabei kommt es aber nicht nur auf die Menge des zu Lernenden an, sondern auch auf die Reihenfolge, sprich die Stoffverteilung. So sollte man Kin-

dern das Buchstabenschreiben (B), Silbenlesen (S) und Rhythmikübungen (R) lieber als jeweils kurze Aufgabe in einer variablen Reihenfolge (Abb. 3 b) anbieten als in einer sich lang und massiert dargebotenen Aufgabe (Abb. 3a).

(c) Schlaf

Der bislang am besten erforschte Faktor ist der Schlaf. Obwohl Schlaf im Tierbereich ein überall verbreitetes Phänomen darstellt, sind seine spezifischen Funktionen bis heute noch nicht ausreichend geklärt. Weitgehend anerkannt und durch zahlreiche empirische Studien belegt ist jedoch, dass dem Schlaf eine wesent-

Massiertes und verteiltes Lernen



Abb. 3: Beim massierten Lernen (Abb. 3a, links) wird nur eine Aufgabe gelernt. Beispielsweise geht die erlernte Fertigkeit Buchstabenschreiben [B] durch das Üben der Fertigkeit Silbenlesen [S] verloren. Beim verteilten Lernen (Abb. 3b, rechts) werden alle drei Aufgaben gelernt.

liche Rolle in der Gedächtnisbildung zukommt (Walker, M.P.; 2005: A refined model of sleep and the time course of memory formation. Behavioral and Brain Sciences, 28: 51-64).

In Studien zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Konsolidierung und Schlaf zeigen Versuchspersonen, die zwischen Erwerb und Abruf eines bestimmten Lernmaterials geschlafen haben, typischerweise eine bessere Behaltensleistung für die gelernten Inhalte als Versuchspersonen, die wach blieben.

Offensichtlich »schläft« unser Gehirn nachts nicht, sondern reaktiviert die tagsüber aufgenommenen, neu gelernten Informationen und versucht diese zu kategorisieren, zu systematisieren und zu verfestigen. Dieser Sachverhalt gilt insbesondere für die Konsolidierung von Fertigkeiten, wie z. B. dem Erlernen von Fahrradfahren.

Für das deklarative Gedächtnis ist die empirische Befundlage bislang noch nicht umfassend genug.

(d) Medienkonsum

Obgleich die zum Teil erheblich negativen Auswirkungen des Medienkonsums auf die körperliche und geistige Entwicklung von Kindern gut untersucht und diskutiert sind (Spitzer, M.; 2005: Vorsicht Bildschirm! Stuttgart: Ernst-Klett-Verlag), gibt es nur wenige Studien, die deren Einfluss auf die Konsolidierung untersucht haben. Dennoch besteht die Annahme, dass Medienkonsum unmittelbar nach dem Lernen die Konsolidierung beeinträchtigen kann. Diese Annahme gründet in der Beobachtung, dass in der Zeit unmittelbar nach dem Lernen unser Gehirn eine Art »Denkpause« benötigt, um die neu gelernten Informationen zu festigen. Gehen wir in dieser Zeit aber gerade jenen Aktivitäten nach, die uns geistig und emotional stark beanspruchen, so wirken wir ver-

mutlich dem Konsolidierungsprozess entgegen.

Nun geht aber gerade Medienkonsum mit einem hohen Maß an geistiger und emotionaler Beteiligung einher – zahlreiche Sinneseindrücke werden gleichzeitig aufgenommen und verarbeitet, verschiedene Gefühle in Gang gesetzt. Gottselig und seine Mitarbeiter (Gottselig, J.M. et al.; 2004: Sleep and Rest Facilitate Auditory Learning. Neuroscience, 127: 557-561) konnten in einem Experiment zur Konsolidierung auditiver Reize den Nachweis erbringen, dass TV-Konsum unmittelbar nach dem Lernen mit signifikant schlechteren Konsolidierungsleistungen einhergeht im Vergleich zu Entspannung unmittelbar nach dem Lernen.

Die bisherigen Ausführungen skizzieren, wie wichtig es ist, was man nach dem Lernen tut. Es reicht offensichtlich nicht, günstige Bedingungen ausschließlich für die Zeit während des Lernens zu schaffen. Die bisherige Konsolidierungsforschung gibt bereits jetzt Hinweise darauf, dass Lernsituationen sinnvoller rhythmisiert werden sollten.

Künftig sollten Aspekte wie kürzere und sinnvoller verteilte Lern-

blöcke, aber auch längere Lernpausen stärker Beachtung finden. Es scheint, als sei im schulischen Sektor ein Umdenken weg vom konventionellen 45-Minuten-Takt erforderlich. Aber auch Aspekte wie die Art der Lernpausengestaltung sollten stärker berücksichtigt werden.

Dies gilt auch für Lernsituationen daheim. Aus Sicht der Konsolidierungsforschung spricht einiges dafür, Computerspiele oder TV unmittelbar nach den Hausaufgaben durch sinnvolle Entspannungsübungen zu ersetzen.

Dennoch lässt sich über das Lernen noch einiges lernen. In den heutigen Neurowissenschaften hat man erst kürzlich richtig begonnen, Konsolidierungsprozesse am Menschen systematisch zu untersuchen. Der Bedarf an weiterer Forschung gewinnt insbesondere für den Anwendungsbereich der Schul- und Erwachsenenbildung an großer Bedeutung. Vielleicht lassen sich künftig die bisherigen Erkenntnisse ergänzen und zu einem Katalog von jenen Faktoren zusammenstellen, die man nach dem Lernen besser tun oder lassen sollte, damit das Gelernte sicher abgespeichert und verfestigt werden kann.

Zrinka Susic ist Diplom-Psychologin und Psychologische Psychotherapeutin. Neben ihrer Promotion an der Psychiatrischen Universitätsklinik Ulm zu neurobiologischen Korrelaten der Fehlerverarbeitung arbeitet sie seit 2005 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen (Leitung: Prof. Dr. Dr. Manfred Spitzer). Dort untersucht sie neurowissenschaftliche Grundlagen von Lernprozessen. Ihr Forschungsschwerpunkt ist die Gedächtniskonsolidierung.

