

1. Die ständige Veränderung unserer Erinnerungen und unseres Wissens beruht auf neuronaler Plastizität

Heute geht man davon aus, dass sämtliche Lern- und Gedächtnisleistungen auf Veränderung des neuronalen Netzes und der Synapsen im Gehirn beruhen. Die ständige Anpassung wird als **neuronale Plastizität** bezeichnet.

1.1 Empfohlenes Video zur ständigen Veränderung von Erinnerungen (ca. 5 min) [ov]

- Alternative 1: Moodle (werbefrei und downloadbar): „Erinnerung_Gedaechtnis_01“
<https://04101758301.migration.bw.schule/mod/resource/view.php?id=85611>
- Alternative 2: Videoportal: „Erinnerungen: Wie funktioniert unser Gedächtnis?“ Von 1:23 - 06:06 min.
https://youtu.be/cJrKwI7Mck4?si=AQ2KGFdKTCMdiN_S&t=83



Zusammenfassung und zentrale Botschaften:

Wichtig ist, dass Lern- und Gedächtnisleistungen nicht statisch sind, sondern sich ständig und immerzu verändern. Das unterscheidet die Informationsspeicherung im Gehirn von der Speicherung auf einem Datenträger. Das Abrufen von alten gespeicherten Informationen in einem neuen Kontext oder mit neuen Assoziationen und Wissen führt dazu, dass sich diese Erinnerung bereits wieder bleibend verändert. Dadurch können wir bereits Gelerntes mit Neuem verknüpfen und so unser Wissen verfeinern und vermehren. Allerdings führt dies auch dazu, dass sich falsche Erinnerungen und Assoziationen einschleichen und manifestieren können, insbesondere dann, wenn sie häufig reproduziert und eingeübt werden. Die Folgen können für das Individuum

und die Gesellschaft weitreichend sein: Sie reichen von hartnäckigen Denkfehlern, über versehentlich falsche Zeugenaussagen bis hin zur Möglichkeit manipulativer Gehirnwäsche. „Jemandem etwas *einreden*“.

Die verschiedenen Gedächtnisarten können nach der *Dauer der Speicherung* eingeteilt werden.

1. **Sensorisches Gedächtnis** (auch sensorisches Register): Es hält Informationen für Millisekunden bis Sekunden fest.
2. **Kurzzeitgedächtnis** und **Arbeitsgedächtnis**: Es speichert Informationen etwa 20–45 Sekunden.
3. **Langzeitgedächtnis**: Es speichert Informationen über Jahre.

Sensorisches Gedächtnis (Ultrakurzzeitgedächtnis)

Vor etwa drei Sekunden hat ein Mitschüler einen Stift auf den Tisch gelegt, deutlich hörbar. Sie haben das gerade zwar nicht bewusst wahrgenommen, ihr Ohr muss es aber auch gehört haben. In Ihrem Gehirn ist die Information nur für wenige Sekundenbruchteile bis maximal 2 Sekunden abrufbar gewesen, sie wurde dann durch neuere Reize verdrängt oder überschrieben. Dieser ultrakurz ausgelegte Speicherregister, speichert alle Informationen, die das Gehirn über die Sinnesorgane erreichen. Es wird deshalb das **sensorischen Gedächtnis** (Ultrakurzzeitgedächtnis) bezeichnet. Das sensorische Gedächtnis ist für jede Sinnesmodalität spezifisch, es wird auch als **ikonisches Gedächtnis** für die *visuelle Wahrnehmung* und **echoisches Gedächtnis** für die *auditive Wahrnehmung* bezeichnet. Das *echoische Gedächtnis* wird zum Beispiel

deutlich, wenn man ins Lesen vertieft ist und etwas gefragt wird. Man fragt deshalb selbst zurück: „*Was hast du gesagt?*“ Bevor der Satz beendet ist, erinnert man sich jedoch an die Frage und kann sie beantworten, ohne dass sie noch einmal gestellt worden ist.

Im *sensorischen Gedächtnis* wird eine riesige Fülle von Informationen aufgenommen. Allerdings zerfallen diese auch schon nach wenigen Zehntelsekunden.

Beim sensorischen Gedächtnis an sich, spielen zentral gesteuerte Prozesse wie Bewusstsein oder Aufmerksamkeit meist keine bedeutende Rolle, wie das obige Beispiel mit dem vertieften Lesen zeigt. Die Aufmerksamkeit hat jedoch bei der **Übertragung von Information ins Arbeitsgedächtnis einen großen Einfluss**.

Einschub: Experiment zum sensorischen Gedächtnis (nach GEORGE SPERLING, 1960)

youtube-Film zum selber Durchführen: <https://www.youtube.com/watch?v=ACddnsfgJ7I> [ov]



Auszug aus der englischen Wikipedia (leicht verändert). Stand: 2024-02-07. Stichwort: GEORGE SPERLING.

In 1960, SPERLING performed an experiment using a matrix with three rows of three letters. Participants of the study were asked to look at the letters, for 1/20 of a second, and then recall all of them immediately afterwards (**whole report**). It showed, that participants were able to, on average, recall 4–5 letters of the 9 they were given. This however, was already generally accepted in the psychological community, because it was understandable that people simply could not retain all the letters in their mind in such a brief period of time. SPERLING, on the other hand, felt that they had encoded all of the letters in their mind, but had simply forgotten them while trying to recall this information on what they had seen. **He believed that all nine letters were stored in the viewer's memory for a short period of time, but the memory failed, leading to only 4 or 5 being recalled.** This was exemplified through a variation of the recall test, the **partial report task**. If individuals were prompted to recall a particular row immediately after the grid was shown, opposed to being asked to recall the entire grid, participants experienced higher accuracy in this row. This procedure demonstrated that although iconic memory can store the whole grid, information tends to fade away too rapidly for a person to recall all of the information.

Ergebnisse in Ihrer Klasse:

whole report:

partial report:

Typische Ergebnisse in einer Klasse:

whole report: 4,22

partial report: 1,22

Deutung:

2. Die Komponenten des Kurzzeitgedächtnisses bilden ein Arbeitsgedächtnis

Grundlage bewusster Informationsverarbeitung ist das **Arbeitsgedächtnis (= Kurzzeitgedächtnis)**. Es handelt sich um einen Speicher **der eine eng begrenzte Menge von Information in einem unmittelbar verfügbaren Zustand bereithält, für ca. 20 - 45 Sekunden**.

Durch Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass es möglich ist, mehrere verschiedenartige Gedächtnisaufgaben unterschiedlichen Typs ohne große Erinnerungs-Einbußen gleichzeitig bewerkstelligen. So kann man Zwischenergebnisse beim Aufsummieren von Zahlen abrufen und sich zeitgleich auch Wortreihen merken. Es ist hingegen nur schlecht oder gar nicht möglich, Gedächtnisaufgaben des gleichen Typs, beispielsweise mehrere mathematische Zwischenergebnisse, gleichzeitig zu merken, zu verwalten oder abzurufen. Daraus lässt sich folgern, dass das Arbeitsgedächtnis kein einheitliches Speicherregister ist, sondern mehrere Komponenten besitzt.

Eine neue Bekanntschaft zeigt Ihnen auf einem Blatt die Telefonnummer. Sie wollen Sie bei „Kontakten“ auf Ihrem Smartphone archivieren. Damit Sie bis zum Aufruf der

Kontakte-App die Telefonnummer nicht vergessen, sagen sie sich die Nummer ständig vor: „null-eins-sieben-fünf-zwo-....“: **Die Informationen im Arbeitsgedächtnis gehen nach spätestens ca. 45 Sekunden verloren, wenn sie nicht aktiv aufrechterhalten wird.** Hierbei spielt Sprache eine besondere Rolle. Auch Sie haben die eigentlich numerische Information, die Telefonnummer, beim Merken mit ihrem Arbeitsgedächtnis verbalisiert. Die Sprach-Areale der Großhirnrinde sind dabei besonders aktiv. Das Merken geht besonders gut, wenn man sich die Information nicht nur sprachlich denkt, sondern sie auch tatsächlich ausspricht.

Insgesamt ist die Kapazität des Arbeitsgedächtnis stark begrenzt, je nach Informationsart, z.B. Zahlen, Buchstaben, Worte oder Bilder, sind es nur etwas mehr als eine handvoll Informationshappen, die im Register abgelegt werden können. Die Information wird dann durch neuere Information überschrieben. So schafft man es beispielsweise, nach und nach, viele Zahlen zu summieren und mit der neuen Zwischensumme jeweils weiter zu arbeiten.

2.1 Welche lernförderlichen Maßnahmen gibt es, die primär das Arbeitsgedächtnis betreffen. Nennen Sie konkrete Beispiele.

3. Langzeitgedächtnis

Das Langzeitgedächtnis ist das dauerhafte Speichersystem des Gehirns. Wie bei den anderen beiden Gedächtnisarten handelt es sich nicht um ein einheitliches Gebilde, sondern um mehrere Speicherleistungen für verschiedene Arten von Information. Sie kann im Langzeitgedächtnis von Minuten über Jahren oder sogar ein Leben lang gespeichert werden. Studien bei *Inselbegabten*, die insgesamt schwache kognitive Leistungen zeigten, aber eine herausragende Langzeit-Merkfähigkeit besitzen, legen nahe, dass die eigentliche Langzeitgedächtnis-Kapazität kaum beschränkt und viel größer ist, als normalerweise genutzt wird. Vergessen findet weniger durch Informationsverlust wie in den anderen, kurzzeitigen Gedächtnisformen statt, sondern durch löschenden oder verfälschenden Einfluss von anderen, vorher oder nachher gebildeten Inhalten.

Zu unterscheiden sind verschiedene Prozesse mit Beteiligung des Langzeitgedächtnisses:

- *Lernen/Enkodierung*: Neues Einspeichern von Information
- *Erinnern/Abrufen*: Bewusstwerden von Gedächtnisinhalten
- *Konsolidieren/Behalten*: Festigung von Information durch wiederholten Abruf

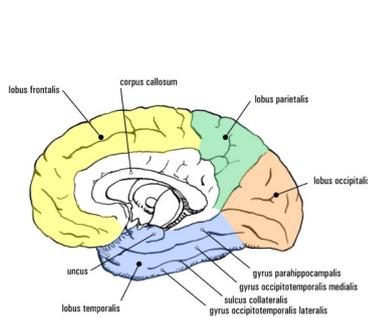
- Verknüpfen von neuen und alten Informationen
- Vergessen: Zerfall von Gedächtnisinhalten oder Abänderung durch konkurrierende Information.

Deklaratives Gedächtnis: Das *deklarative Gedächtnis* (z.B. engl. *declare*: bekannt geben) speichert Tatsachen und Ereignisse, die bewusst wiedergegeben werden können. Es kann in zwei Bereiche weiter unterteilt werden:

1. Das **semantische Gedächtnis** enthält das Weltwissen, von der Person unabhängige, allgemeine Fakten („Paris ist die Hauptstadt von Frankreich“, „Man hat eine Mutter und einen Vater“).
2. Im **episodischen Gedächtnis** finden sich Episoden, Ereignisse und Tatsachen aus dem eigenen Leben (Erinnerung an Erlebnisse bei einem Besuch in Paris, das Gesicht und der Name des eigenen Vaters).

Zentrale Bedeutung des Hippocampus

Die Bedeutung von Gehirnarealen, die für das Langzeitgedächtnis wichtig sind, zeigen sich besonders deutlich in *Läsionsstudien*. CLIVE WEARING (*1937) galt als ein angesehener Experte für Alte Musik, bevor er 1985 an einer schweren Enzephalitis erkrankte. Dabei wurde seine **Hippocampi** dauerhaft geschädigt. Beim *Hippocampus* (lat. für „Seepferdchen“, wegen der geborgenen Form) handelt sich dabei um einen in beiden Gehirnhälften zu findenden Bereich des jeweiligen Temporallappens und ist Teil des limbischen Systems.



[Klick zur Animierung!](#)

Q: Life Sciene Databases via wikicommons. CC-BY-SA-2.1-jp

Q: wikicommons.. A: Opossum58

Abb. 3.1: Lage der Hippocampi im Temporallappen.

Die beiden Hippocampi sind maßgeblich für die Verarbeitung von Sinneseindrücken zur dauerhaften Speicherung verantwortlich.

Da bei CLIVE WEARING der Teil des Gehirns geschädigt wurde, der zur Übertragung von Erinnerungen vom Kurz- in das Langzeitgedächtnis verantwortlich ist, ist er nicht in

der Lage, neue Erinnerungen dauerhaft zu speichern. Sobald seine kurze Gedächtnisspanne nach 7- 30 Sekunden abgelaufen ist, beginnt seine Wahrnehmung von Neuem. Er erinnert sich nicht mehr, was wenige Minuten zuvor geschehen ist.

Er hat darüber hinaus nur wenige bewusste Erinnerungen aus der Zeit vor seiner Erkrankung. So weiß er beispielsweise, dass er Kinder aus früherer Ehe hat, kann sich aber an deren Namen nicht erinnern. Die Liebe zu seiner zweiten Frau Deborah, die er 1984 geheiratet hatte, ist ungebrochen. Er begrüßt sie überschwänglich, jedes Mal, wenn sie sich treffen – glaubend, dass er sie über Jahre nicht gesehen habe, auch wenn sie nur kurz den Raum verlassen hat, um ein Glas Wasser zu holen.

Um seine Situation nachzuvollziehen, zu überwinden und zum Fortschritt fähig zu sein, begann WEARING, auf Minutenbasis ein Tagebuch zu führen. Zahllose Seiten sind mit Einträgen über seine Tagesabläufe gefüllt.

8:31 Uhr: Nun bin ich wach.

9:06 Uhr: Nun bin ich völlig wach.

9:34 Uhr: Jetzt bin ich tatsächlich wach.

Frühere Einträge sind üblicherweise durch ihn selbst ausgestrichen – WEARING vergisst binnen Minuten, dass er einen Eintrag gemacht hat, und ist überzeugt, dass die früheren Eintragungen nicht richtig sind. Die Art seiner Eintragungen hat sich über zwei Jahrzehnte nicht wesentlich verändert.

Sehenswerte Dokumentation über CLIVE WEARING (45 min):

https://youtu.be/k_P7Y0-wgos?si=QrGJhO4ewmKFYiDH

3.1 Empfohlenes Video (ca. 5 min)

- Alternative 1: Moodle (werbefrei und downloadbar): „Erinnerung_Gedaechtnis_02“ [ov] <https://04101758301.migration.bw.schule/mod/resource/view.php?id=85611>

- Alternative 2: Videoportal: „Langzeitgedächtnis – Gedächtnis 2“ <https://youtu.be/zzmky7GxfA?si=U2QM820i7HomOZW0>



3.2 Weiteres empfohlenes Video(ca. 3,5 min)

- Alternative 1: -
- Alternative 2: Videoportal: „Engrammierung“ <https://youtu.be/ti7tzonuDoI?si=cUPyY52YhiG5Okuy>



Zusammenfassung und zentrale Botschaften:

Das **nicht-deklarative Gedächtnis** speichert Inhalte, die uns nicht bewusst sind und sprachlich nicht ausgedrückt werden können

1. Eine Form des *nicht-deklarativen Gedächtnis* ist das **prozedurale Gedächtnis** (Verhaltensgedächtnis). Es speichert automatisierte Handlungsabläufe bzw. Fertigkeiten. Beispiele dafür sind Gehen, Radfahren, Tanzen, Autofahren, Klavierspielen. Dies sind komplexe Bewegungen, deren Ablauf gelernt und geübt wurde und die dann, ohne nachzudenken, abgerufen und ausgeführt werden.

2. **Emotionales Gedächtnis.** Unangenehme Begegnungen können dazu führen, dass eine **Furchtreaktion** erlernt wird. Wurden beispielsweise schlechte Erfahrungen mit Hunden gemacht, so kann schon das Hundebellen eine Furchtreaktion auslösen. Hierfür ist das emotionale Gedächtnis verantwortlich. Dabei handelt es sich um eine Komponente *des nicht-deklarativen Gedächtnisses*, in dem Informationen über Ereignisse und damit verbundene angenehme oder unangenehme Gefühle gespeichert werden. Das emotionale Gedächtnis wird vor allem von der Amygdala gesteuert, einem weiteren Teil des limbischen Systems..

4. Die Rolle des Schlafens

Wissenschaftler haben mehrere Zusammenhänge zwischen Schlaf und Gedächtnis entdeckt.

In einem Experiment erlaubten Forscher 18 Frauen und 22 Männern, während vier Tagen nur 26 Minuten pro Nacht zu schlafen. Während der Testphase wurden dauernd Kognitions- und Gedächtnistests mit den Probanden durchgeführt. Beim letzten Test war der Umfang des Arbeitsgedächtnisses um 38 Prozent geringer als bei einer Vergleichsgruppe, die normal geschlafen hatte. So konnte gezeigt werden, dass die Leistung des Arbeitsgedächtnisses unter Schlafmangel leidet. Das Arbeitsgedächtnis ist wichtig, weil es Informationen kurzfristig für die weitere Nutzung in einer aktuellen Situation bereithält und damit einen wichtigen Beitrag zur Entscheidungsfindung leistet.

Das Gedächtnis scheint während der verschiedenen Schlafphasen unterschiedlich beeinflusst zu werden. In einer Studie, bei der mehrere Gruppen von Menschen zu verschiedenen Zeiten geweckt wurden, konnte aufgezeigt werden, dass das *deklarative Gedächtnis* vorwiegend von Tiefschlaf, das *prozedurale Gedächtnis* aber vorwiegend von einer langen REM-Schlafphase gefördert wird.

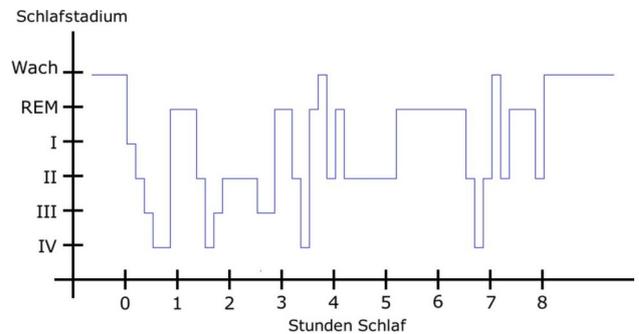


Abb. 4.1: Typisches Hypnogramm (komplette Nacht): I → IV: zunehmender Tiefschlaf. Q: wikicommons. A: Thomas Mueller

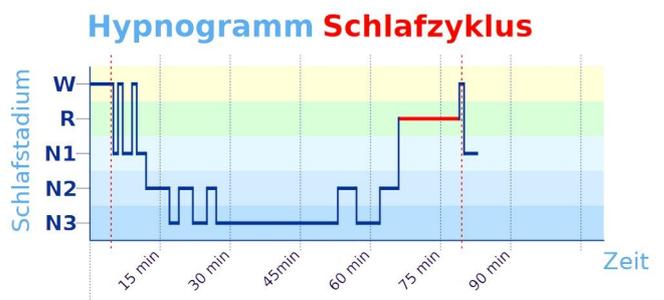


Abb. 4.2: Hypnogramm eines einzelnen Schlafzyklus. Q: wikicommons. A: Schlafgut

biology simple club zu Schlafphasen (4:24 min). [Mit Lehrer anschauen] (ov)

<https://youtu.be/o1Vsn7bd2gg?si=Aeiyb5N-S40LKTRu>

REM-Schlaf [mit Lehrer ausfüllen]:

Eine weitere Untersuchung unterstützte diese Thesen indirekt. Die Probanden waren 22 männliche Ratten. In einem Käfig konnte sich eine einzelne Ratte frei von einem zum anderen Ende bewegen. Der Boden der Kiste bestand aus einem Stahlgeflecht. Ein Lichtstrahl erhellte die Box, gleichzeitig ertönte ein lautes Signal. Fünf Sekunden danach bekamen die Ratten Elektroschocks. Begab sich eine Ratte zum anderen Ende der Kiste, hörten die Schocks auf. War sie gar schnell genug, konnte sie diese sogar vollständig vermeiden. Der Test wurde mit der Hälfte der Ratten 30-mal durchgeführt, während die restlichen Ratten (als Kontrollgruppe) unabhängig von ihrer Reaktion mit Elektroschocks behandelt wurden.

Nach jeder Testphase wurden die Ratten für sechs Stunden in einen Detektor gelegt, der Gehirnströme, Schlafstadien und weitere Daten über die Tiere sammelte. Der Test wurde insgesamt dreimal wiederholt. Die Studie kam zu dem Schluss, dass während des Schlafes nach den Tests diejenigen Ratten, die gelernt hatten, etwa 25 Prozent längeren REM-Schlaf aufwiesen als die Kontrollgruppe, die nichts gelernt hatte. Diese Untersuchung stützt die zuvor genannten Resultate und zeigt eine Korrelation zwischen REM-Schlaf und *prozeduralem Gedächtnis* auf.

Inzwischen konnte die Verstärkung von Nervenverbindungen, die speziellen Gedächtnisinhalten dienen, während des Schlafs mit dem Mittel der Optogenetik direkt beobachtet werden. Ferner, wurde der Schlaf durch Störung unterbrochen, wurde auch die Verstärkung der Nervenverbindungen unterbrochen

2015 gelang es erstmals, bei Mäusen eine künstliche (falsche) Erinnerung im Schlaf zu erzeugen, die die Tiere dann nach dem Aufwachen durch ihr Verhalten unmittelbar bestätigten. Eine Ortszelle in der Hirnregion für das räumliche Gedächtnis (*Hippocampus*) wurde während des Schlafs durch elektrische Reize mit einer für angenehme Gefühle zentralen Hirnregion (*Nucleus accumbens*) verknüpft. Nach dem Aufwachen besuchten die Tiere den entsprechenden Ort ihrer Behausung auffällig häufig, und zwar genauso wie andere Tiere, die in ihrer Wachzeit eine echte Ortserinnerung erlernt hatten.