

MORGEN WAR EINMAL

Warum wir Erinnerungen an die Vergangenheit brauchen,
um uns die Zukunft vorzustellen

VON THOMAS GRÜTER

Körperlich lebt der Mensch im Hier und Jetzt, doch in Gedanken ist er meist schon beim Morgen. Ob wir im Geist unseren Tagesablauf durchgehen, die Termine des Monats im Kalender notieren oder den Jahresurlaub planen: Stets machen wir uns sehr konkrete Vorstellungen über künftige Ereignisse. Wie meistert unser Gehirn diese Aufgabe? So paradox das klingt: Es erinnert sich! Denn laut Hirnforschern nutzen wir beim Vorausblicken in die Zukunft vor allem – unser Gedächtnis!

Bereits in den 1980er Jahren vermuteten Psychologen, dass Gedächtnisprozesse am Planen und Ausmalen künftiger Ereignisse beteiligt sind. So vertrat Endel Tulving von der University of Toronto (Kanada) in seinem Buch »Elements of Episodic Memory« 1983 die Ansicht, dass uns das Erinnerungsvermögen dazu befähigt, mentale Zeitreisen zu unternehmen. Demnach kombinieren wir einzelne Gedächtnisfetzen (so genannte Engramme) beim Erinnern stets neu und speichern das Resultat wieder ab. Ganz ähnlich funktioniert das, wenn wir uns morgige



MEHR ZUM THEMA

> **Der Mann ohne Zukunft**
Das Korsakow-Syndrom
und seine fatalen Folgen
fürs Gedächtnis (S. 60)

ILLUSTRATION: GEHIRN&GEIST / MORITZ VAHRMEYER; FOTOS LINKS: JOHANN FRANK / FOTOLIA; FOTO RECHTS: RGBSPACE / FOTOLIA



WEISST DU NOCH, DAMALS?
Der tolle Ausflug im tiefen
Schnee, das Dreirad oder die
große Liebe – sie setzen
Maßstäbe für die Zukunft.

Gedächtnis hoch drei: die Formen der Erinnerung

Das **menschliche Gedächtnis** bildet ein komplexes Geflecht von ineinandergreifenden Systemen. Alle Wahrnehmungen oder Einfälle werden zunächst nur für kurze Zeit aufbewahrt und danach entweder vergessen oder ins Langzeitgedächtnis überführt. Dessen Aufbau und Funktion wird seit Langem intensiv erforscht. Dabei lassen sich drei verschiedene Komponenten unterscheiden:

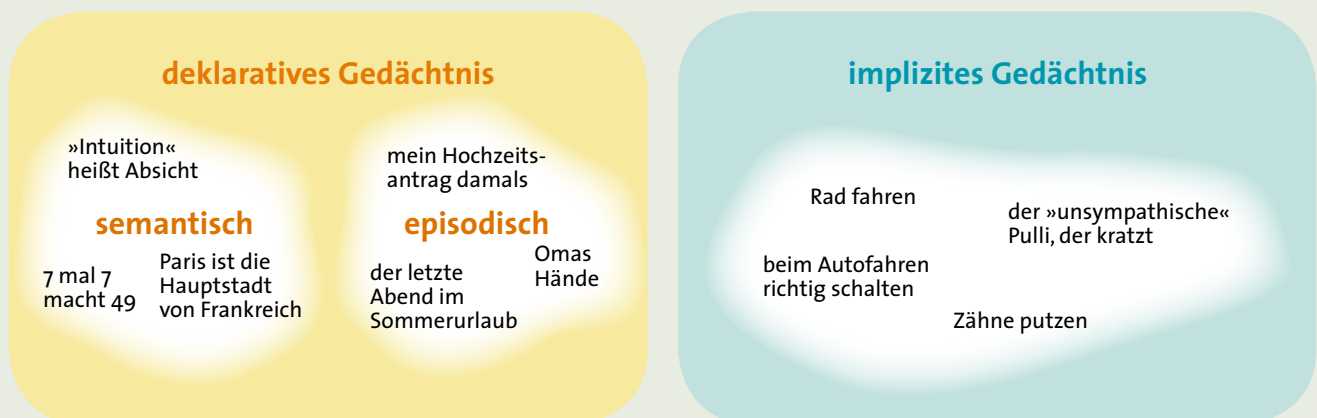
Das **semantische Gedächtnis** enthält Fakten und Zahlen. Wie heißt die Hauptstadt von Frankreich? Welcher Berg ist der höchste der Erde? Wann wurde ich geboren? Persönliche Erlebnisse kommen darin allerdings kaum vor. Begebenheiten aus dem eigenen Leben landen vielmehr im **episodischen Gedächtnis**. An dessen Inhalte erinnern wir uns oft ohne die exakten Rahmendaten – etwa, wann und wo wir etwas gelernt haben.

Das episodische und das semantische Gedächtnis werden oft auch als **deklaratives Gedächtnis** zusammengefasst. Es beinhaltet im Prinzip alles Gelernte, das man mit Worten ausdrücken kann. Ihm gegenüber steht das **implizite Gedächtnis** für automatisierte Handlungsabläufe: Um uns die Schuhe zu binden oder auf der Computertastatur einen Brief zu schreiben, müssen wir nicht über die Koordination der Finger nachdenken – das wäre sogar eher hinderlich. Ebenso schlecht können wir in Worten beschreiben, was wir da genau tun. Die entsprechenden motorischen Programme hat das Gehirn implizit verinnerlicht.

Lassen sich diese verschiedenen Gedächtnisse auch im Gehirn nachweisen? Speichert es Fakten wie »Paris ist die Hauptstadt von Frankreich« anders oder an einem anderen Ort als die Erinnerung an den letzten Sonnenuntergang im Sommerurlaub?

Es gibt tatsächlich **Formen von Gedächtnisverlust**, die nur eine Komponente betreffen, während die anderen weitgehend intakt bleiben. 1997 berichteten Faraneh Vargha-Khadem und ihre Mitarbeiter vom University College in London über drei Kinder, die nach Hirnschädigungen unter so genannter anterograde Amnesie litten: Ihr implizites und auch das semantische Gedächtnis waren zwar intakt, die Kinder konnten jedoch keinerlei neue Inhalte episodischer Art behalten. So lernten sie den Lehrstoff in der Schule nach wie vor zufrieden stellend, aber schon am Abend hatten sie vergessen, dass sie überhaupt dort gewesen waren. Auch wussten sie nach kurzer Zeit nicht mehr, wo sie einen bestimmten Gegenstand abgelegt hatten. Ihre Welt bestand aus einem schmalen Streifen Gegenwart – die Vergangenheit versank binnen Kurzem im Nebel des Vergessens.

Umgekehrt kann etwa auch das semantische Gedächtnis geschädigt sein, während gleichzeitig Erinnerungen an persönlich Erlebtes größtenteils erhalten bleiben. Die verschiedenen Gedächtnisse des Menschen sind also auch in neuronaler Hinsicht weitgehend getrennt (siehe auch Hirngrafik auf S. 63).



Ereignisse vorstellen – jedenfalls solche, an denen wir selbst beteiligt sind.

Persönliches speichert das Gehirn im episodischen Gedächtnis (siehe Kasten oben): Es memorisiert kurze Clips von Gerüchen, Bildern, Tönen oder Gefühlen, die miteinander verknüpft sind. Beim Erinnern aktiviert das Gehirn diese Elemente und fügt sie neu zusammen. So frischt es die Engramme und Verweise immer wieder auf und rekombiniert sie. Das Gedächtnis arbeitet also konstruktiv, es erzeugt Erinnerungsmuster. Und das keineswegs immer richtig, wie das folgende Beispiel zeigt.

Er: »Was für ein Horrorurlaub! Schon bei der Anreise sind wir mit dem Auto liegen geblieben. Und beim Wandern in den Bergen hat uns dann auch noch ein Gewitter überrascht, und wir mussten notgedrungen in einer Schutzhütte übernachten.«

Sie: »Das war aber in zwei verschiedenen Urlauben! Du verwechselst das.«

Er: »Meinst du wirklich?«

Sie: »Ja, wir kamen doch gar nicht bis in die Berge, weil wir das Auto zur Reparatur in die Werkstatt bringen mussten.«

Er: »Ach stimmt, du hast Recht.«

Wie dieser fiktive »Er« vermischen wir häufig Urlaubserinnerungen aus verschiedenen Jahren. Einmal in geselliger Runde von den gesammelten Urlaubskatastrophen berichtet, schon können Gedächtnisspuren unbewusst neu verknüpft worden sein. Dies belegt: Das episodische Gedächtnis zeichnet Erlebtes nicht eins zu eins auf; es sammelt vielmehr Vergangenheitsplitter, die durch bestimmte Schlüsselreize abgerufen werden.

Gedächtnisschäden trüben den Blick nach vorn

Zukunftsvisionen scheinen auf den ersten Blick deutlich mehr Kreativität zu erfordern: Wir müssen plausible Fakten und Details erfinden, einen glaubwürdigen Rahmen für Zeit und Ort suchen. Tatsächlich aber scheint sich dieser Prozess vom Erinnern gar nicht so sehr zu unterscheiden. Bittet man beispielsweise Patienten mit geschädigtem episodischem Gedächtnis, sich zukünftige Ereignisse vorzustellen, die sie selbst betreffen, so sind sie damit meist überfordert. Die eigene Zukunft bleibt ihnen mehr oder weniger verschlossen.

Auch bei Gesunden konnten eine Reihe von Forschergruppen inzwischen diesen Zusammenhang belegen. Im Jahr 2004 baten Arnaud d'Argembeau und Martial Van der Linden von der Universität in Lüttich (Belgien) ihre Versuchspersonen, sich anhand vorgegebener

Stichwörter entweder an ein früheres Erlebnis zu erinnern oder ein Zukunftsszenario vorzustellen. Die Studenten sollten ihren Einfall sofort notieren und bekamen danach eine Minute Zeit, sich den Inhalt möglichst genau vorzustellen.

Dabei zeigte sich, dass die Erinnerungen zwar insgesamt mehr Details und genauere Informationen zeitlicher und räumlicher Art enthielten als die Zukunftsszenarien. Es gab jedoch auch einen gemeinsamen Nenner: Je weiter die Probanden jeweils in die Vergangenheit oder Zukunft vordrangen, desto weniger Einzelheiten brachten sie zu Papier.

Auch Karl Szpunar, Jason Wilson und Kathleen McDermott von der Washington University in St. Louis (US-Bundesstaat Ohio) baten Probanden, sich eine vergangene oder künftige Szene vorzustellen. Und zwar eine, in der entweder sie selbst eine Hauptrolle spielten – oder aber Bill Clinton. Den ehemaligen US-Präsidenten fanden die Forscher für diese Aufgabe besonders geeignet, weil »die meisten Leute wissen, wie er aussieht, und man ihn sich leicht bildlich vorstellen kann«. Während der geistigen Übung wurde die Hirnaktivität der Versuchsteilnehmer aufgezeichnet.

GROSSE GEFÜHLE

graben sich tief ins Gedächtnis ein und schaffen Erwartungen: Denn so, wie man die eigene Hochzeit erlebte, stellt man sich gerne auch künftige von Bekannten und Freunden vor.



UND WIE GEHT ES WEITER?

Sich lebhaft auszumalen, was einmal sein wird, ist weniger eine Frage der Fantasie – als der Erinnerung.

Der Tagtraum-Modus: Was das Gehirn tut, wenn wir nichts tun

Forscher um Malia Mason vom Dartmouth College in Hannover (USA) beschrieben einen Tagtraum-Modus (»Default Mode«), in den das Gehirn verfällt, sobald es keine Aufgabe zu lösen gibt. Die dabei zu beobachtenden Erregungsmuster entsprechen weitgehend denen bei der Zukunftsplanung oder persönlichen Erinnerung. Gemeinsamer Nenner ist vermutlich eine Verschiebung der Aufmerksamkeit von der äußeren Welt auf die innere, imaginäre.

Mason, M. et al.: Wandering Mind: The Default Network and Stimulus-Independent Thought. In: Science 315, 2007, S. 393–395.

Das Resultat dieser 2007 veröffentlichten Studie: Persönliche Erinnerungen aktivieren weithin die gleichen Hirnregionen wie Zukunftsbilder, nämlich vor allem im präfrontalen, parietalen und temporalen Cortex (siehe Hirngrafik auf S. 63). Lediglich Areale der Bewegungsplanung waren stärker an der Imagination von Zukünftigem beteiligt – vielleicht weil sich die Teilnehmer im Geist durch ihre vorgestellte Szenerie bewegten. Ging es bei den vergewärtigten Szenen jedoch um Bill Clinton, stützten sich diese stärker auf das semantische Gedächtnis, das vor allem an die Aktivität des Hippocampus geknüpft ist.

Die hohe Kunst der mentalen Zeitreisen

Donna Addis, Alana Wong und Daniel Schacter von der Harvard University verglichen die Hirnaktivität von Probanden beim Erinnern und beim Tagträumen. Zu einem jeweils vorgegebenen Stichwort sollte entweder eine Szene erinnert oder in die Zukunft projiziert werden (erste Phase). Anschließend galt es, diese weiter auszugestalten (zweite Phase). In der ersten Phase aktivierten Vorstellungen über die Zukunft nahezu die gleichen Gebiete wie Erinnerungen. In der zweiten Phase waren die Unterschiede sogar noch geringer. Das Erzeugen und

Ausmalen von Zukunftsbildern scheint somit ein wichtiger Teilaspekt des episodischen Gedächtnisses zu sein.

Unsere Zukunftsfantasien bleiben ihrerseits im Gedächtnis haften. Was ich mir einmal ausgemalt habe, kann ich später wieder hervorholen und nach Belieben umgestalten. Dabei dürfen sich die Verknüpfungen jener Engramme, die auf realen Erlebnissen beruhen, allerdings nicht dramatisch verändern – sonst drohte die Zukunftsplanung meine Erinnerungen durcheinanderzuwerfen. Mentale Zeitreisen wären dann ein riskantes Unternehmen.

Tatsächlich kommen solche Fehler bei Gesunden aber nur selten vor – auch wenn ich gerade vor wenigen Wochen eine E-Mail von einem Kollegen bekam, in der er mich fragte, ob er mir eine bestimmte Datei schon geschickt oder es nur geträumt habe. Unser Gedächtnis leistet sich eher andere Ungenauigkeiten, die zu Fehlern bei der Zukunftsplanung führen können.

In einem Experiment unter der Leitung von Kathleen McDermott wurden die Teilnehmer aufgefordert, eine Liste von inhaltlich zusammenhängenden Wörtern auswendig zu lernen –

etwa müde, Nacht, Kopfkissen, gähnen, schnarchen und so weiter. Einige Zeit später erhielten sie eine weitere Liste mit Wörtern und sollten angeben, welche davon sie sich bereits eingeprägt hatten. Wenn ein neues, aber inhaltlich verwandtes Wort wie Schlaf darunter war, ließen sich viele Probanden täuschen: Sie wähten es bereits in der ersten Liste. Offenbar prägt sich das Gehirn das ganze Wortfeld ein, statt mühsam alle Details einzeln zu lernen.

Normalerweise ist das ein guter Kompromiss zwischen Aufwand und Ertrag. Allerdings werden Erinnerungen dadurch von Beginn an geglättet und verkürzt. Schon beim Abspeichern bewertet, selektiert und verdichtet das Gehirn die einlaufenden Eindrücke. Das Gedächtnis bildet so lediglich die Essenz eines Ereignisses ab; nur diese können wir ein Leben lang konservieren. Alte Erinnerungen verblasen und verlieren an Detailreichtum, der größere Rahmen jedoch bleibt.

Vertrauen ist gut, Plausibilität ist besser

Damit es nicht zu ständiger Verwirrung kommt, unterliegt die Rekonstruktion von Gedächtnisinhalten einer Plausibilitätskontrolle. Das zeigen etwa Untersuchungen an Patienten, bei denen diese Funktion gestört ist. Dauerhafter Alkoholmissbrauch oder ein Schlaganfall können zum Ausfall der inneren Prüfinstanz führen. Betroffene wie zum Beispiel Korsakow-Patienten können schlecht zwischen echten und falschen Erinnerungen unterscheiden. Sie leiden oft unter Gedächtnislücken, die sie mit fiktiven Inhalten überbrücken – sie konfabulieren (siehe Artikel auf S. 60).

Warum ist es überhaupt vorteilhaft, immer neue Erinnerungsmuster zu knüpfen? Die Harvard-Psychologen Randy Buckner und David Carroll halten diese Fähigkeit für eine universelle »Selbst-Projektion«, die Reisen zu fernen Orten und Zeiten, aber auch in die Köpfe anderer Menschen erlaube. Emotionen spielen dabei eine Schlüsselrolle: Die Vorstellung einer Szene löst fast immer Gefühle in uns aus. Wir stellen uns die Zukunft oft überhaupt nur deshalb vor, um zu prüfen, was wir dabei empfinden würden. Wir sehen also nicht nur voraus, sondern *fühlen* auch voraus.

Nützlich ist dies etwa dann, wenn wir uns vor einer Entscheidung probenhalber in die jeweilige Situation versetzen – sagen wir, einen Abend im Theater. Wir sehen uns in gepflegtem Ambiente das Schauspiel genießen, vielleicht

treffen wir Freunde, mit denen wir ein Glas Wein trinken. Schon greifen wir zum Telefon und bestellen zwei Karten. Was wir nicht bedacht haben: Die Vorstellung beginnt um halb acht – wenn man rechtzeitig das Haus verlassen will, bleibt fürs Abendessen keine Zeit. Es könnte auch in Strömen regnen und in Theaternähe kein Parkplatz zu finden sein. Mit nassen Füßen sitzt es sich ungemütlich, sei die Aufführung auch noch so gelungen.

Die Psychologen Daniel Gilbert und Timothy Wilson aus Harvard und Charlottesville (US-Bundesstaat Virginia) haben die Fallen, in die wir bei der Zukunftsplanung tappen, systematisch untersucht. Sie unterscheiden vier Hauptfehlerquellen:

- 1. Konzentration auf Einzelaspekte:** beim Theaterabend etwa das Schauspiel. Daraus leiten wir eine positive Erwartung ab – und werden leicht enttäuscht, denn die Rahmenbedingungen entscheiden ebenso über einen genussvollen Abend wie das eigentliche Ereignis.
- 2. Bewertung anhand jüngster Erfahrungen:** Wenn der letzte Zahnarztbesuch mit Schmerzen verbunden war, stellen wir uns auch den nächsten unangenehm vor, selbst wenn frühere Besuche völlig harmlos waren.
- 3. Verkürzte Perspektive:** Wer von seiner Beförderung träumt, denkt vielleicht an die Anerkennung im Kollegenkreis oder die neue Rolle, in die man schlüpft. Daran messen wir das zu erwartende Glücksgefühl. Dass danach sehr schnell wieder der Alltag einkehrt, vernachlässigen wir.
- 4. Fehlender Kontext:** Wenn wir uns vorstellen, wie sich ein künftiges Ereignis anfühlt, können wir die aktuellen Umstände dabei nicht völlig ausblenden. Träume ich zum Beispiel an einem heißen Sommertag davon, ein kühles Bier zu trinken, werde ich den späteren Genuss eher überschätzen.

Trotz aller Fallstricke – unser Vermögen, im Geist den eigenen Körper, Raum und Zeit zu überwinden, ist hoch entwickelt. Im Lauf der Evolution hat sich diese Fähigkeit offenbar als sehr nützlich erwiesen. Schon die Herstellung eines zweckmäßigen Steinwerkzeugs ist ohne eine Ahnung des künftigen Gebrauchs kaum denkbar. Das System mag nicht perfekt sein, doch es hat uns einen großen Überlebensvorteil verschafft. Und aus evolutionärer Sicht ist das alles, was zählt. ~

Thomas Grüter ist Mediziner und lebt als freier Autor in Münster.

LITERATURTIPPS

- D'Argembeau, A., v. d. Linden, M.:** Phenomenal Characteristics Associated with Projecting Oneself Back into the Past and Forward into the Future. In: *Consciousness and Cognition* 13, 2004, S. 844–858.
- Buckner, R.L., Carroll, D.C.:** Self-Projection and the Brain. In: *Trends in Cognitive Sciences* 11, 2007, S. 49–57.
- Gilbert, D.T., Wilson, T.D.:** Propection – Experiencing the Future. In: *Science* 317, 2007, S. 1351–1354.
- Hassabis, D., Maguire, E.:** Deconstructing Episodic Memory with Construction. In: *Trends in Cognitive Sciences* 11, 2007, S. 299–306.
- Schacter, D.L., Addis, D.R.:** The Cognitive Neuroscience of Constructive Memory. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 362, 2007, S. 773–786.
- Schacter, D.L., Addis, D.R.:** The Ghosts of Past and Future. In: *Nature* 445, 2007, S. 27.
- Schacter, D.L. et al.:** Remembering the Past to Imagine the Future: the Prospective Brain. In: *Nature Reviews Neuroscience* 8, 2007, S. 657–661.
- Szpunar, K.K. et al.:** Neural Substrates of Envisioning the Future. In: *Proceedings of the National Academy of Science* 104, 2007, S. 642–647.