
ENGRAMM

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Engramm>
Time: 12:23

Engramm (von griechisch en, „hinein“, und gramma, „Inschrift“) ist eine allgemeine Bezeichnung für eine physiologische Spur, die eine Reizeinwirkung als dauernde strukturelle Änderung im Gehirn hinterlässt. Die Gesamtheit aller Engramme – es sind Milliarden – ergibt das Gedächtnis.

Nach Richard Semon (1904) ist ein Engramm ein Erlebniseindruck, der eine Gedächtnisspur hinterlässt und somit Element des Gedächtnisses ist. Diese Auffassung setzt die Eigenschaft der organischen Substanz voraus, Gedächtnisspuren länger zu bewahren.

Karl Lashley unternahm umfangreiche, jedoch erfolglose Forschungen, um Engramme im Gehirn zu lokalisieren. Er suchte jedoch nur im Cortex des Gehirns. Richard F. Thompson suchte Engramme hingegen im Cerebellum (Kleinhirn).

Donald O. Hebb, der Begründer aller physiologischen Gedächtnistheorien, bestätigte 1949 die Beobachtungen seiner Vorgänger in seinen Untersuchungen zu Gedächtnisinhalten. Er sprach dabei von der Theorie der eingeschliffenen Bahnen. Ein Engramm kann man demnach mit Aristoteles durch das Bild veranschaulichen, das ein Siegelring in Wachs drückt.

Nach heutigem Verständnis sind Engramme in den Erregungsleitungen zu finden. Die Vorstellung, einzelne oder mehrere lokal eingrenzbar Neuronen speicherten jeweils ein Engramm, ist überholt (Stichwort: Großmutterneuron).

Synapsen (Kontaktstellen zweier Nervenzellen zur chemischen oder elektrischen Signalübertragung) werden durch häufige Verwendung, längeren Nichtgebrauch oder Koinzidenz verändert (verstärkt, neu gebildet oder gelöst). Dadurch ändern sich die

Erregungsleitungen und so auch die Engramme.

Letztlich realisieren Engramme Funktion. Bei jeder Handlung und jeder Situation greift das Gehirn auf Engramme zurück.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Engramm>
Time: 12:23

Literatur

Karl Lashley: In search of the engram. In: Symposia of the Society for Experimental Biology 4, 1950, S. 454–482.

GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:24

Unter Gedächtnis versteht man die Fähigkeit des Nervensystems von Lebewesen, aufgenommene Informationen zu behalten, zu ordnen und wieder abzurufen. Die gespeicherten Informationen sind das Ergebnis von bewussten oder unbewussten Lernprozessen, die Fähigkeit zur Gedächtnisbildung ist Ausdruck der Plastizität von neuronalen Systemen. Im übertragenen Sinne wird das Wort Gedächtnis auch allgemein für die Speicherung von Informationen in anderen biologischen und technischen Gebieten benutzt.

Auch primitive Nervensysteme sind zu einfachen Lernprozessen befähigt. Komplexität und Umfang der Gedächtnisleistung nehmen mit der Evolution und der Entwicklung des Zentralnervensystems zu.

Je nach Dauer der Speicherung der Information wird zwischen dem Sensorischen Gedächtnis (z. B. Ikonisches Gedächtnis), dem Kurzzeitgedächtnis und dem Langzeitgedächtnis unterschieden. Je nach Art der Gedächtnisinhalte unterscheidet man beim Langzeitgedächtnis ferner zwischen deklarativem und prozeduralem Gedächtnis. Das deklarative Gedächtnis speichert Fakten bzw. Ereignisse, die entweder zur eigenen Biographie gehören (episodisches Gedächtnis) oder das so genannte Weltwissen eines Menschen

Die Fähigkeit, in einem Gespräch etwas zuvor Gesagtes zu wiederholen, obwohl man es nicht mit Aufmerksamkeit belegt hat, ist ein Beispiel für das auditive sensorische Gedächtnis.

Im sensorischen Gedächtnis werden weitaus mehr Informationen aufgenommen als im Arbeitsgedächtnis. Allerdings zerfallen diese auch schon nach wenigen Zehntelsekunden. Eine Möglichkeit die den Zerfall der Informationen in diesem Gedächtnissystem zu untersuchen ist die sogenannte Teilbericht-Methode (engl. partial-report), die von George Sperling (1960)[1] entwickelt wurde. Bei dieser wird Versuchspersonen eine Anordnung von Buchstaben (Set) in verschiedenen Zeilen dargeboten, wovon beim Abruf immer nur einzelne Zeilen wiedergegeben werden sollen. Dies soll verhindern, dass man in der Zeit, in der man einzelne Items aus dem Set wiedergibt die anderen vergisst. Variiert man in einem Experiment die Zeit zwischen der Darbietung des Sets und dem Hinweis welche Zeile wiedergegeben werden soll und vergleicht die Gedächtnisleistung in diesen Bedingungen, erhält man einen Schätzwert für den Zerfall der Erinnerung. Mit dieser Methode konnte gezeigt werden, dass das visuelle sensorische Gedächtnis Informationen über etwa 15 Millisekunden, das auditorische sensorische Gedächtnis hingegen über etwa 2 Sekunden speichern kann (Darwin, 1972)[2].

Bei dieser Art der Erinnerung spielen zentrale, steuerbare Prozesse von Bewusstsein und Aufmerksamkeit keine Rolle. Diese sind jedoch bei der Übertragung der Informationen ins Arbeitsgedächtnis wichtig.

ausmachen, wie zum Beispiel berufliche Kenntnisse, Fakten aus Geschichte, Politik, Kochrezepte etc. (semantisches Gedächtnis). Das prozedurale Gedächtnis beinhaltet Fertigkeiten, die automatisch, ohne Nachdenken eingesetzt werden. Dazu gehören vor allem motorische Abläufe (Fahrradfahren, Schwimmen, Tanzen, Skifahren, etc.). Prozedurale Gedächtnisinhalte werden durch implizites Lernen, semantische durch explizites Lernen erworben.

ZEITLICHE KLASSIFIKATION VERSCHIEDENER GEDÄCHTNISYSTEME

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:27

Das Gedächtnis lässt sich nach der Dauer der Informationsspeicherung in verschiedene Subsysteme einteilen. So unterscheidet man üblicherweise drei Systeme (ein anderes Modell vertritt der Levels-of-processing-Ansatz):

1. Sensorisches Gedächtnis (auch sensorisches Register): Hält Informationen für Millisekunden bis Sekunden.
2. Arbeitsgedächtnis (auch Kurzzeitgedächtnis): Speichert Informationen über Minuten.
3. Langzeitgedächtnis: Speichert Informationen über Jahre.

SENSORISCHES GEDÄCHTNIS (ULTRAKURZZEITGEDÄCHTNIS)

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:27

Neue Informationen erreichen das Gehirn über die Sinnesorgane und werden in dem sensorischen Gedächtnis (auch sensorisches Register, früher auch Immediatgedächtnis, Ultrakurzzeitgedächtnis oder Ultrakurzzeitspeicher genannt) zwischengespeichert. Das sensorische Gedächtnis ist für jede Sinnesmodalität spezifisch, unter anderem spricht man auch vom ikonografischen Gedächtnis für das visuelle System und vom echoischen Gedächtnis für das auditive System.

KURZZEITGEDÄCHTNIS BZW. ARBEITSGEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:28

Im Zentrum der bewussten Informationsverarbeitung steht das Kurzzeitgedächtnis (in einigen Modellen auch Arbeitsgedächtnis). Das Kurzzeitgedächtnis ist ein Speicher, der eine kleine Menge von Informationen in einem aktiven jederzeit verfügbaren Stadium bereithält. Die Informationen können weiterverarbeitet werden, Ergebnisse müssen zur längerfristigen Speicherung in das Langzeitgedächtnis überführt werden.

Es verfügt über eine begrenzte Kapazität von 7 ± 2 (Miller, 1956)[3] Informationseinheiten, die auch „Chunks“ genannt werden. In Abgrenzung zum Langzeitgedächtnis, welches über eine nahezu unbegrenzte Kapazität verfügt.

Die beiden Begriffe „Kurzzeitgedächtnis“ und „Arbeitsgedächtnis“ werden oft austauschbar verwandt. Ersterer wird jedoch häufiger im Zusammenhang mit älteren Theorien, die von einem einheitlichen System zur kurzzeitigen Speicherung von Informationen ausgehen, verwandt. Moderne Theorien gehen davon aus, dass das KZG eine komplexe Ansammlung interagierender Subsysteme ist, die insgesamt als Arbeitsgedächtnis bezeichnet werden.

KURZZEITGEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:28

Ein einflussreiches Modell des Kurzzeitgedächtnisses wurde von Atkinson und Shiffrin (1968) [4] vorgestellt, das sog. „modal model“. Ein Aspekt, der im Rahmen der Kurzzeitgedächtnisforschung besondere Beachtung fand, ist das „schnelle Vergessen“. Dieses wurde zum ersten Mal von Peterson &

Peterson (1959) [5] untersucht. Indem sie ihren Probanden einzelne Wörter, Wort-Triaden und Konsonanten-Triaden zeigten, auf die eine Distraktor-Aufgabe (Rückwärts zählen) folgte, stellten sie einen manifesten Abfall der Behaltensleistung in Abhängigkeit von der Länge der Distraktor-Aufgabe fest. Zudem machte es einen Unterschied, ob die Wörter einzeln oder in „chunks“ dargeboten wurden. Einzelwörter zeigten eine deutlich geringere Vergessensrate als eine Gruppe von drei Konsonanten oder drei Wörtern. Letztere beiden unterschieden sich nicht voneinander. Murdock (1961) [6] replizierte die Ergebnisse von Peterson und Peterson und konnte zudem zeigen, dass die Darbietung mehrerer Items der gleichen semantischen Kategorie eine Proaktive Inhibition verursachten, d. h. den Probanden fiel es schwer, zwischen den Items zu unterscheiden, je mehr sie gesehen hatten (Listenlängeneffekt). Dies zeigte sich in einem signifikanten Abfall der Behaltensleistung.

Delos Wickens (1970) [7] konnte zeigen, dass sich die Proaktive Inhibition aufheben lässt, wenn man Probanden Wörter einer anderen semantischen Kategorie präsentiert. Nach einem Kategoriewechsel stieg die Behaltensleistung wieder signifikant an. Gunter et al. (1981) [8] führten drei Experimente durch, in denen sie die Proaktive Inhibition und ihre Aufhebung nachweisen konnten. Sie ließen ihren Probanden einzelne Fernsachrichten unterschiedlicher Themengebiete vorsprechen, wie zum Beispiel innen- und außenpolitische Themen. Einer Gruppe wurden vier ähnliche Themen präsentiert, der anderen drei ähnliche und ein Nachrichtenpunkt aus einem anderen Themengebiet. Bei der ersten Gruppe zeigte sich die Proaktive Inhibition im Sinne einer stetig abfallenden Gedächtnisleistung und bei der zweiten Gruppe zeigte sich die Aufhebung der Inhibition durch den Themenwechsel. Beide Effekte konnten auch bei einer verringerten Anzahl von Items und der Aufgabe, diese genau zu beschreiben, gefunden werden. Außerdem konnten sie einen Lerneffekt nachweisen, wenn bestimmte Items bereits in einem Vortest gezeigt worden waren, denn diese konnten in einem zweiten Test besser erinnert werden als solche, die

dann zum ersten Mal gehört wurden. Untersuchungen zum Ort des Effekts der Proaktiven Inhibition lokalisieren diesen am ehesten in der Abrufphase in der Informationsverarbeitung.

ARBEITSGEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:28

Das früher übliche Modell des Kurzzeitgedächtnisses wurde in den letzten 25 Jahren durch das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley abgelöst, das folgende drei Systeme beinhaltet:

- * Der räumlich-visuelle Notizblock zur kurzfristigen Speicherung visueller Eindrücke.
- * Die artikulatorische oder phonologische Schleife dient zur Speicherung von verbalen Informationen, welche durch ein inneres Wiederholen relativ lange verfügbar bleiben können.
- * Die zentrale Exekutive verwaltet die beiden Subsysteme und verknüpft Informationen aus diesen Systemen mit dem Langzeitgedächtnis.

Zuletzt ist das Modell um einen episodischen Puffer erweitert worden.

LANGZEITGEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:29

Das Langzeitgedächtnis schließlich ist das dauerhafte Speichersystem des Gehirns. Es handelt sich nicht um ein einheitliches Gebilde, sondern um mehrere Speicherleistungen für verschiedene Arten von Information. Über Begrenzungen der Kapazität und der Verweildauer des Inhalts ist nichts bekannt. Allerdings lassen Studien bei sog. Savants (franz.) oder Inselbegabten eine deutlich höhere Gedächtniskapazität vermuten, als die normal genutzte.[9] Vergessen scheint kein Kapazitätenproblem, sondern ein Schutz vor zu

viel Wissen zu sein. Vergessen findet anscheinend weniger durch Informationsverlust wie in den anderen, kurzzeitigen Gedächtnisformen statt, sondern durch Interferenz mit anderen, vorher oder später gelernten Inhalten.

Man kann also folgende vier Prozesse des Langzeitgedächtnisses unterscheiden:

- * Lernen/Enkodierung: Neues Einspeichern von Informationen
- * Konsolidierung/Behalten: Bewahren von wichtigen Informationen durch regelmäßigen Abruf
- * Erinnern/Abruf: Reproduktion oder Rekonstruktion von Gedächtnisinhalten
- * Vergessen: Zerfall von Gedächtnisspuren oder Interferenzen durch konkurrierende Informationen

Für die Überführung von neuen Gedächtnisinhalten in das Langzeitgedächtnis und das Bewahren von Informationen ist Üben unerlässlich, das bewusste Abrufen und Zirkulieren von Informationen im Arbeitsgedächtnis. Die Verankerung im Gedächtnis nimmt einerseits mit der Relevanz und der Anzahl der Assoziationen zu, andererseits auch mit der emotionalen Bedeutung.

Eine einzelne gespeicherte und abrufbare Information wird Engramm (Gedächtnisspur) genannt. Alle Engramme ergeben das Gedächtnis.

ARTEN DER INFORMATION IM LANGZEITGEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:30

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Formen des Langzeitgedächtnisses, die unterschiedliche Arten von Information speichern: Deklaratives und prozedurales Gedächtnis. Die unterschiedlichen Informationsformen sind unabhängig voneinander und werden in verschiedenen Gehirnarealen verarbeitet, so dass zum Beispiel Patienten mit einer Amnesie des deklarativen Gedächtnis ungestörte prozedurale Gedächtnisleistungen aufweisen können.

DEKLARATIVES GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:30

Das deklarative Gedächtnis, auch Wissensgedächtnis oder explizites Gedächtnis, speichert Tatsachen und Ereignisse, die bewusst wiedergegeben werden können. Man unterteilt das deklarative Gedächtnis in zwei Bereiche:

* 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“).

* 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).

Der Ort des deklarativen Gedächtnis ist der Neocortex.

PROZEDURALES GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:31

Das prozedurale Gedächtnis, auch Verhaltensgedächtnis, implizites Gedächtnis oder nichtdeklaratives Gedächtnis speichert Fertigkeiten, Erwartungen, Verhaltensweisen und die Ergebnisse von Konditionierungsvorgängen und Priming. Es ist vielfältig in Bezug auf die enthaltenen Informationsarten, die notwendigen Lernmechanismen und die entsprechenden anatomischen Regionen. Gemeinsam ist den Inhalten des prozeduralen Gedächtnisses, dass sie ohne Einschaltung des Bewusstseins das Verhalten beeinflussen können. Man denke an Gehen, Radfahren, Tanzen, Autofahren, Klavierspielen: Dabei müssen komplexe Bewegungen ausgeführt werden, deren Ablauf man gelernt und oft geübt hat, die nun aber ohne nachzudenken abgerufen werden können, ohne dass sich das Bewusstsein um Bewegungsimpulse an verschiedenste Muskeln und ihre Koordination kümmern müsste. Verschiedene subcorticale Regionen (nicht im Neocortex gelegen und damit nicht dem Bewusstsein zugänglich) erbringen die Leistung des prozeduralen Gedächtnis.

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DES GEDÄCHTNISSES

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:31

Im Gegensatz beispielsweise zur Sprache, zur Motorik, zum Sehen, zum Hören, gibt es kein umschriebenes Gedächtniszentrum im Gehirn. Vielmehr ist das Gedächtnis grundsätzlich eine zusätzliche Leistung weiter Teile des Gehirns. Trotzdem kann man zum einen verschiedene anatomische Strukturen unterscheiden, die für das Erinnerungsvermögen notwendig sind. Zum anderen stellt sich zunächst die Frage, was denn auf unterster Ebene, am einzelnen Neuron, das Korrelat des Lernens und des Gedächtnisinhaltes darstellt.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:31



NEURONALE LERNPROZESSE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:33

Der Gedächtnisinhalt ist in den Verbindungen der Nervenzellen, den Synapsen, niedergelegt, genauer in der synaptischen Effizienz neuronaler Netze.

Zwischen den ungefähr 100 Milliarden Nervenzellen bestehen schätzungsweise 100 bis 500 Billionen Synapsen. Entscheidend ist hierbei die synaptische Plastizität: Viele Synapsen sind nicht statisch, sondern können neu entstehen oder untergehen, und sie können die Effizienz der Übertragung auf das andere Neuron für sich und benachbarte Synapsen verändern. Donald O. Hebb postulierte als erster, dass Synapsen durch ihre eigene Aktivität ihre Übertragungsstärke ändern können. Die von ihm in der sogenannten Hebb'schen Lernregel aufgestellte Hypothese konnte experimentell bestätigt werden. Nach Hebb wird eine Synapse, die durch gleichzeitige Aktivität im prä- und postsynaptischen Teil stärker wird, als Hebb-Synapse bezeichnet. Ein solches Verhalten einer Synapse wird in der Neurophysiologie auch als homosynaptische Langzeitpotenzierung bezeichnet. Es gibt jedoch eine Vielzahl anderer Formen der synaptischen Plastizität. Sie unterscheiden sich vor allem in ihrer Richtung (Potenzierung versus Depression, d. h. Verstärkung versus Abschwächung), in ihrer Dauer (Kurzzeit- versus

Langzeitplastizität), in ihrer synaptischen Spezifität (homo- versus heterosynaptisch) sowie den molekularen Mechanismen ihrer Entstehung und Aufrechterhaltung.

Es wurden verschiedene Signalkaskaden beschrieben, die ihren Ausgang in der Erregung einer Zelle durch eine bestimmte Synapse und ein daraufhin ausgelöstes Aktionspotenzial nehmen und zu kurz- wie auch langfristiger Veränderung der synaptischen Effizienz führen. Solche Mechanismen umfassen kurzfristig die Phosphorylierung von Rezeptormolekülen, die Ausschüttung von retrograden Botenstoffen zum präsynaptischen Axon, für die langfristige Wirkung insbesondere aber die Aktivierung von Transkriptionsfaktoren, die die Proteinbiosynthese regulieren und zur vermehrten Synthese von Rezeptormolekülen, Enzymen für Transmitteraufbau und -abbau und Strukturproteinen führen.

Durch die Aktivierung von synaptischen Verbindungen kann es also zu biochemisch fassbaren, langfristig andauernden strukturellen Veränderungen in den Verbindungen der Neuronen kommen.

GEDÄCHTNISRELEVANTE (NEURO-)ANATOMISCHE STRUKTUREN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:34

Bestimmte Gehirnregionen können heute den Formen des Gedächtnisses zugeordnet werden. Die Zuordnungen können oft durch Gedächtnisstörungen beim Ausfall der entsprechenden Regionen belegt werden.

Das Arbeitsgedächtnis wird heutzutage im präfrontalen Cortex lokalisiert.

Das Langzeitgedächtnis hingegen ist eine Leistung des Cortex und zahlreicher subcorticaler Bereiche. Es muss zwischen den verschiedenen Informationsqualitäten unterschieden werden.

DEKLARATIVES GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:34

Der Speicherort des deklarativen Gedächtnisses ist der gesamte Neocortex, für das episodische Gedächtnis insbesondere der rechte Frontal- und der Temporalcortex, für das semantische Gedächtnis speziell der Temporallappen.

Auch wenn der Ort der Speicherung dort liegt, sind für das Lernen, für die Überführung neuer Informationen in das deklarative Gedächtnis, Bestandteile des limbischen Systems, vor allem das mediale Temporallappensystem – der Hippocampus und angrenzende Gebiete – unerlässlich. Oft zitiert wird der Fall des Patienten H.M., dem zur Therapie schwerer Epilepsie beide Hippocampi entfernt wurden. Zwar war die Epilepsie geheilt, der Patient entwickelte aber eine schwere anterograde Amnesie – er konnte sich nichts Neues mehr merken. Der Zugriff auf vor der Operation erworbene Gedächtnisinhalte war unbeeinträchtigt, aber neue Informationen waren nicht mehr abzuspeichern.

Der Hippocampus unterhält starke wechselseitige Verbindungen mit dem entorhinalen Cortex (im angrenzenden Gyrus parahippocampalis), der wiederum Afferenzen aus dem ganzen Neocortex erhält, aus den Assoziationscortices, aus dem präfrontalen Cortex, aus dem Temporalcortex und auch aus dem Gyrus cinguli. So erreichen den Hippocampus modulierte Informationen von allen Sinnesmodalitäten. Vom Hippocampus ausgehend bestehen auch wieder Verbindungen zu den genannten Cortexgebieten. Auch der Papez-Kreis spielt eine Rolle, wobei hier Verbindungen bogenförmig durch den Fornix in die Corpora mamillaria verlaufen, von dort in die vorderen Kerne des Thalamus, und von dort in den Gyrus cinguli und den Gyrus parahippocampalis, womit sich der Kreis schließt.

Die Aufgabe des medialen Temporallappensystems besteht offenbar darin, zeitliche und örtliche Verbindungen der gesamten

präsen Informationen zu bilden, um sie so zu einem Kontext zu verbinden. Es entstehen assoziative Verkettungen, so dass das Aufrufen nur eines Teils des Kontextes ausreicht, um die Gesamtsituation wiederherzustellen.

PROZEDURALES GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:34

Am Lernen von Fertigkeiten sind beim Menschen zwar auch Cortexareale beteiligt, die motorischen Gebiete und präfrontale Gebiete, hauptsächlich ist das prozedurale Lernen aber im Kleinhirn und in den Basalganglien lokalisiert.

Für die Speicherung emotional angefärbter Gedächtnisinhalte, auch bei der Konditionierung von Angstreaktionen, spielt die Amygdala eine herausragende Rolle.

Für Formen des Lernens wie klassische Konditionierung, die auch bei primitiveren Tieren vorhanden sind, sind dementsprechend auch evolutionär ältere Gehirnbereiche verantwortlich. Generell liegt der Ort des Lernens dort, wo die beiden miteinander zu verknüpfenden Reize konvergieren. Insbesondere das Kleinhirn spielt dabei eine Rolle.

GEDÄCHTNISBILDUNG

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:35

Bei der Wahrnehmung der Realität wird ein Gedächtnis (Wirklichkeit, mehrere Begriffssysteme) gebildet, bestehend aus einer Menge von Begriffen (bedeutungsvollen Vorstellungen von Objekten der realen Welt) einschließlich der Menge der Gedankenverknüpfungen (Beziehungen, Relationen, Assoziationen) zwischen diesen Begriffen und speziellen „Verwaltungsprogrammen“ (Erinnerungsfunktionen), die dem Menschen einen Zugriff auf die Begriffe (Fähigkeit, sich zu

AUGENZEUGENBERICHTE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:36

Bei Gerichtsverfahren sind Zeugenaussagen von großer Bedeutung. Sie sind oft der einzige Beweis von Straftaten. Deshalb ist es wichtig zu wissen, wie verlässlich Erinnerungen von Zeugen sind. Situationen in denen Menschen eine Straftat bezeugen, sind Situationen, die nicht erwartet werden, oft nur von sehr kurzer Dauer und meist sehr emotionsbeladen sind. Aufgrund der Charakteristik dieser Situationen ist es besonders leicht, die Erinnerungen an sie durch verbale Informationen, zum Beispiel bei Befragungen, zu verfälschen. Loftus et al. (1978) zeigten Probanden eine Bildersequenz, in der ein Auto einen Fußgänger anfährt, nachdem es ein Stopp- oder Vorfahrt-gewähren-Schild passiert hat. In einem nachfolgenden Fragebogen wurde entweder ein Stopp- oder ein Vorfahrt-gewähren-Schild erwähnt. Durch diese zusätzliche Manipulation konnten sie erreichen, dass die Gruppe von Probanden, die eine widersprüchliche Frage erhielt, sich bei einem Wiedererkennungstest tendenziell für das im nachfolgenden Fragebogen erwähnte Schild entschied.

Obwohl man denken könnte, dass die Erinnerung an Gesichter verlässlicher sein sollte, besonders wenn diese im Zentrum des Geschehens liegen, konnten Loftus et al. (1980) zeigen, dass auch diese leicht zu verfälschen ist. Hierzu zeigten sie in mehreren Experimenten Probanden Gesichter von Menschen und setzten sie in Form von nachfolgenden Fragen oder Berichten falschen Informationen aus. Bei einem dieser Experimente zeigten sie ihnen einen Mann ohne Bart und gaben einem Teil der Probanden später die falsche Information, dass die Zielperson einen Bart habe.

erinnern) ermöglichen.

Vom Beginn unseres individuellen Lebens wird im Gedächtnis ein objektbezogenes Begriffssystem erstellt, in dem jedes Objekt durch einen eindeutigen Begriff repräsentiert ist. Wir machen uns ein eigenes Abbild (eine persönliche Vorstellung) von einem Objekt mit seinen Eigenschaften und Methoden einschließlich Relationen zwischen den Objekten. Somit wird im Gehirn ein individuelles „objektorientiertes Modell“ der realen Welt gebildet.

Parallel zum objektbezogenen Begriffssystem wird im Gedächtnis ein codebezogenes Begriffssystem aufgebaut. Üblicherweise eignen wir uns durch das Lernen mindestens eine natürliche Sprache an. Bei diesem Lernprozess wird ein Abbild des Wortschatzes, ein Vorrat der Wörterbedeutungen (wörtervertretendes Begriffssystem, codebezogenes Begriffssystem) gebildet. Erst dieses System erlaubt uns auf unsere Gedanken (Begriffe, Informationsinhalte, Wörterinhalte) zuzugreifen, um mit Hilfe der materiellen Träger (Lautfolgen, Codes, Wörter) die immateriellen Begriffe zu übermitteln.

Das codebezogene Begriffssystem steht in einer n-zu-eins-Relation zum objektbezogenen Begriffssystem. Das heißt ein objektvertretender Begriff kann durch eine oder mehrere Wortbedeutungen repräsentiert werden. Ein Beispiel dafür ist eine zwei-zu-eins-Beziehung der Synonyme Krankheit und Erkrankung zu Objekt Krankheit/Erkrankung. Anders ausgedrückt: Ein geistiger Stellvertreter des Wortes Krankheit sowie ein geistiger Stellvertreter des Wortes Erkrankung sind einem geistigen Stellvertreter des Objektes Krankheit/Erkrankung zugeordnet.

Im Gedächtnis gibt es keine Redundanz. Jeder Begriff aus unserem Gedankenvorrat repräsentiert eindeutig in einer eins-zu-eins-Relation einen einzelnen Code (z. B. Wort) oder ein einzelnes Objekt (z. B. Gegenstand).

ANWENDUNGSFELDER DER GEDÄCHTNISFORSCHUNG

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:36

Die Gruppe von Probanden mit der falschen Information tendierte viel eher dazu sich bei einem Wiedererkennungstest für eine Person mit Bart zu entscheiden, als die Gruppe mit dem richtigen Bericht ($p < 0,01$). Insgesamt konnten Loftus et al. zeigen, dass auch die Erinnerung von Gesichtern unbewusst und nachhaltig verändert werden kann.

Zusammen zeigen diese Ergebnisse, dass Erinnerungen nicht verlässlich und leicht zu verfälschen sind. Deshalb ist es wichtig, dass bei Polizeipraktiken, wie Gegenüberstellungen und Befragungen und Gerichtsverfahren mit großer Vorsicht vorgegangen wird.

AUTOBIOGRAFISCHE WERBUNG

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:37

Bei autobiografischer Werbung handelt es sich um Werbung, die weniger aus rationalen Produktinformationen besteht und mehr auf persönliche (autobiografische) Gefühle setzt. Diese persönlichen Empfindungen werden im autobiografischen Gedächtnis gespeichert. Als das autobiografische Gedächtnis wird das Gedächtnis von vergangenen, persönlichen Erfahrungen bezeichnet. Bei diesem Gedächtnis spielen Emotionen eine große Rolle, d. h. die Emotionen, mit denen ein Erlebnis verbunden wird, entscheiden häufig darüber, wie und ob eine Erfahrung gespeichert wird. Über das Abspeichern der Informationen entscheidet außerdem die Häufigkeit, mit der ein Erlebnis (z. B. gedanklich) wiederholt wird. Die Struktur dieses Gedächtnisses entspricht einer „reconstructive nature“, es wird also immer wieder angepasst an das aktuelle Wissen und den sozialen Kontext, in dem sich das Individuum befindet.

Um den Einfluss von autobiografischer Werbung auf das autobiografische Gedächtnis zu untersuchen, konstruierten Braun, Ellis und

Loftus (2002) zwei Experimente, mit denen sie zeigen konnten, dass autobiografische Werbung einen Einfluss auf das autobiografische Gedächtnis zu haben scheint.

VERGESSEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:37

Könnte das Gehirn nicht, relativ automatisch, etwas vergessen, müsste jede Wahrnehmung verarbeitet werden (hyperthymestisches Syndrom wie im Fall der Amerikanerin Jill Price). Diese Arbeit wird gespart und damit Gehirnleistungskapazität für unbewusste und bewusste Denkprozesse bereitgestellt.

Aus den der oben vorgestellten drei Speicherarten (sensorisches Gedächtnis, Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis) – einem wichtigen Modell der Neurowissenschaft – gibt es stets auch einen Ausweg für „überflüssige“ Informationen in den Papierkorb des Vergessens.

EMOTION UND GEDÄCHTNIS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:37

Der Prozess, in dem das menschliche Gehirn durch Lernprozesse die Art und Weise beeinflusst, in der bestimmte Reize eine Emotion hervorrufen, wird als „emotionales Gedächtnis“ bezeichnet. Um nachzuvollziehen, welche Hirnareale und neuronalen Mechanismen an der Verarbeitung und Abspeicherung solcher emotionaler Gedächtnisinhalte beteiligt sind, wurde die klassische Furchtkonditionierung in Zusammenhang mit Läsionsstudien angewandt. Bei der Furchtkonditionierung (die meist an Ratten durchgeführt wird) wird ein neutraler Stimulus (z. B. ein Ton) mit einem aversiven Stimulus (z. B. einem Elektroschock) gepaart, was dazu führt, dass die Ratten anschließend eine Furchtreaktion auf den neutralen Stimulus zeigen. Dies kann bereits nach einer einzigen Paarung der Stimuli der Fall sein. Durch selektive Läsionen an

Ratten konnte ferner festgestellt werden, welche Gehirnareale für die Ausbildung solcher Furchtreaktionen notwendig sind (s. u.).

NEURONALE GRUNDLAGEN DER FURCHKONDITIONIERUNG

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:38

Es besteht die Annahme, dass der Schock die Art beeinflusst, wie Neurone in spezifischen Regionen des Gehirns auf den vorher neutralen Stimulus reagieren. Aus Ergebnissen verschiedener Läsionsstudien an Ratten konnten LeDoux et al. ableiten, dass sensorische Signale nicht vom Cortex verarbeitet werden müssen, damit eine Konditionierung möglich ist. Es wurde vielmehr festgestellt, dass die relevante Struktur die Amygdala ist, die sowohl direkte Verbindungen zum Thalamus wie zum Hirnstamm aufweist. Das bedeutet, dass sie auf dem Weg zwischen den sensorischen Eingängen (Thalamus) und dem System, von dem aus unter anderem Augenbewegung, Atmung, Herzschlag und Muskelkontraktionen geregelt werden (Hirnstamm), liegt. Durch diese zentrale Position kann die Amygdala eine wichtige Rolle bei der Ausbildung von emotionalen Reaktionen spielen. Wichtige Regionen innerhalb der Amygdala sind der zentrale Nucleus, der sowohl mit dem Hirnstamm als auch mit dem Hippokampus verbunden ist. Der Hippokampus ist eine wichtige Struktur für die Gedächtniskonsolidierung und die Verarbeitung komplexer Stimuli. Die Annahme ist nun, dass durch diese Verbindung Gedächtnisinhalte und der Kontext eines Stimulus emotionale Valenz bekommen. Zwischen dem Thalamus und dem zentralen Nucleus liegt weiterhin der laterale Nucleus, der so eine Schnittstelle bei der Furchtkonditionierung darstellt.

Es bestehen auch Verbindungen vom Cortex zur Amygdala. So wird angenommen, dass emotionales Lernen zum einen auf dem subcortikalen Weg (vom Thalamus direkt zur Amygdala) und zum anderen auf dem cortikalen

Weg (vom Thalamus über den Cortex zur Amygdala) stattfinden kann. Der subcortikale Weg geht schneller, beinhaltet jedoch keine weitere Verarbeitung des Stimulus (da bewegt sich etwas – ich fürchte mich). Der cortikale Weg verarbeitet den Stimulus besser (was sich da bewegt ist eine Schlange – die kann mich beißen – ich entferne mich besser), erfordert allerdings längere Beschäftigung mit ihm, was in einigen Situationen lebensbedrohend wäre.

MOLEKULARE MECHANISMEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:38

Der Fund von Glutamat (einem Neurotransmitter, der an NMDA-Rezeptoren koppelt) in Thalamus und lateralem Nucleus lässt darauf schließen, dass Furchtkonditionierung durch Langzeitpotenzierung ermöglicht wird.

ENTSTEHUNG VON PATHOLOGISCHER ANGST

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:38

Pathologische Angstreaktionen können durch abnorme Aktivitäten in limbischen Strukturen, vor allem in Amygdala und Hippokampus ausgelöst werden. Nach neurophysiologischem Verständnis Folge einer Fehleinschätzung an sich „neutraler Nachrichten“ aus dem Körperinnern bzw. an sich harmloser äußerer Bedrohungssituationen.

ENTSTEHUNG VON PATHOLOGISCHER ANGST – STÖRUNGSKONZEPTIONEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Ged%C3%A4chtnis>
Time: 12:39

- * Schemata (beeinflussen Informationsverarbeitung, formen Interpretationsmuster und das Verhalten)
- * Fehleinschätzungen (spezifische Stimuli werden für gefährlicher gehalten, als sie sind)
- * Teufelskreise (unrealistisches Aufschaukeln der Angst)
- * Sicherheitsverhalten (Vermeidungsstrategien)
- * Traumatisierung (geringe Konflikttoleranz)

Unterschieden wird zwischen individuellen und kollektiven Traumata, jedoch sind allen Gefühle von intensiver Angst, Schrecken oder Hilflosigkeit gemeinsam. Faktoren, die Traumata begünstigen können, sind weibliches Geschlecht, jüngeres Alter, unterdurchschnittliche Intelligenz, aber auch Missbrauch in der Kindheit und psychische Störungen in eigener Biografie und Familienanamnese.

Beispiel: Posttraumatische Belastungsstörung

Merkmale der PTSD (Post-traumatic Stress Disorder):

- * Flashbacks
- * Symptome des Wiedererlebens
- * Angstträume
- * Stumpfheit, Teilnahmslosigkeit
- * aktive Vermeidung von Situationen, die an Trauma erinnern könnten
- * Hyperarousal, Zustand vegetativer Übererregung: Schlafstörungen, Reizbarkeit, Konzentrationsschwierigkeiten

Die PTSD ist mit hohem psychiatrischem Co-Morbiditätsrisiko verbunden. So ist das Risiko an somatoformen Störungen zu erkranken oder Substanzen wie Alkohol, Opiate oder Barbiturate zu missbrauchen, bei Patienten mit posttraumatischer Belastungsstörung sehr stark ausgeprägt.

KOLLEKTIVES GEDÄCHTNIS

URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Kollektives_Ged%C3%A4chtnis
Time: 12:40

Der Begriff kollektives Gedächtnis bezeichnet eine gemeinsame (= kollektive) Gedächtnisleistung einer Gruppe von Menschen. So wie jedes Individuum situativ zu einem individuellen Gedächtnis fähig ist, wird einer Gruppe von Menschen (Volk oder Menschheit) eine gemeinsame Gedächtnisleistung unterstellt. Das kollektive Gedächtnis wird als Rahmen einer solchen Gruppe verstanden: Es bildet die Basis für gruppenspezifisches Verhalten zwischen ihren Angehörigen, da es dem Einzelnen ermöglicht, Gemeinsamkeiten vorzustellen. Das Kollektive Gedächtnis nimmt Bezug auf die gegenwärtigen sozialen Verhältnisse und wirkt individuell auf eine Gruppe von Menschen, je nach Situation jener.

Das Konzept des kollektiven Gedächtnisses stammt von dem französischen Philosophen und Soziologen Maurice Halbwachs († 1945); es wird in jüngerer Zeit in mehreren Disziplinen, darunter auch in der Geschichtswissenschaft, als Analyse-kategorie verwendet.

Beim kollektiven Gedächtnis wird zwischen dem kommunikativen Gedächtnis und dem kulturellen Gedächtnis unterschieden. Das kommunikative Gedächtnis liefert mündlich weitergegebene Erfahrungen/Traditionen; das aber nur in einem Zeitraum von ca. drei Generationen nach dem Zeitpunkt des Geschehens. Diese Form des Gedächtnis ist somit an Menschen gebunden, weil es von der Weitererzählung lebt. Im Gegensatz dazu steht das kulturelle Gedächtnis, welches nicht an Personen gebunden ist. Hierbei werden Erinnerungen vielmehr niedergeschrieben und somit für die Nachwelt konserviert, auch über die dritte Generation nach dem Ereignis hinaus. Zum Beispiel zählen vergangene Ereignisse, die in Schriften für Bibliotheken verfasst wurden, zum kulturellen Gedächtnis.

Das Institutionelle Gedächtnis ist ebenfalls ein nicht an einzelne Personen gebundenes Gedächtnis.

INSTITUTIONELLES GEDÄCHTNIS

URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Institutionelles_Ged%C3%A4chtnis
Time: 12:40

Der Begriff Institutionelles Gedächtnis bezeichnet das gesammelte Wissen und gemeinsame Gedächtnis einer organisierten Gruppe von Menschen, insbesondere einer Institution wie z. B. einer Behörde, Regierung, Kirche, Firma usw.

Es dient dem Zweck, das spezifische Wissen der Institution über einen langen Zeitraum zu erhalten, auch wenn die Menschen ausgetauscht werden. Das Wissen in diesem Gedächtnis setzt sich zusammen aus Fakten, Kenntnissen, Methoden, Erfahrungen, Verhaltensweisen usw. Mittel zu ihrer Erhaltung sind mündliche Mitteilungen, Erfahrungsaustausch, schriftliche Aufzeichnungen, Archive, Datenbanken und dergleichen. Eine Institution mit einem sehr weit zurück reichenden institutionellen Gedächtnis ist z. B. die Katholische Kirche.

KULTURELLES GEDÄCHTNIS

URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Kulturelles_Ged%C3%A4chtnis
Time: 12:40

Der von Jan Assmann und Aleida Assmann geprägte Begriff kulturelles Gedächtnis bedeutet „die Tradition in uns, die über Generationen, in jahrhunderte-, ja teilweise jahrtausendelanger Wiederholung gehärteten Texte, Bilder und Riten, die unser Zeit- und Geschichtsbewußtsein, unser Selbst- und Weltbild prägen.“[1]

Kommunikatives Gedächtnis und kulturelles Gedächtnis bilden das kollektive Gedächtnis. Das kommunikative Gedächtnis ist auf die mündliche Überlieferung der vorangegangenen drei Generationen begrenzt, nach Assmann auf ca. 80

Jahre. Es ist alltagsnah und gruppengebunden. Das kulturelle Gedächtnis hingegen umfasst den archäologischen und schriftlichen Nachlass der Menschheit. Es bezieht sich auf eine mythische Urzeit. Weitergegeben wird es mündlich, schriftlich, normativ und narrativ. Gegenüber dem kommunikativen Gedächtnis zeichnet es sich durch ein gesteigertes Maß an Formalität und Geformtheit aus. Zentrale Begriffe des kulturellen Gedächtnisses sind Tradition und Wiederholung. In oralen Gesellschaften wird das kulturelle Gedächtnis von Gedächtnisexperten weitergegeben, es manifestiert sich in Gedenktagen und religiösen Festen. Assmann weist auf die wichtige Rolle der Medien als Träger des kulturellen Gedächtnis hin: "Mit dem wandelnden Entwicklungsstand der Medien wird auch die Verfaßtheit des Gedächtnisses mitverändert."

Individuell wird das kulturelle Gedächtnis als Bildungsbesitz erworben. Seine Bedeutung und Funktion liegen im Bewusstsein um die uranfänglich vertikale Verankerung geistigen Lebens. Es ermöglicht sinnstiftend einen Lebensentwurf nach historischen, religiösen, mythischen oder philosophischen Vorbildern. Auch ein unreflektiert gelebtes Schicksal lässt sich aus der Perspektive des kulturellen Gedächtnisses als Kulturprodukt und Wiederholung erklären.

Auf einer weiteren Bedeutungsebene erweist sich das kulturelle Gedächtnis als Fundus kunsttauglicher Themen und Motive. Im Kunstwerk werden diese tradierten Inhalte jeweils neu gestaltet.

BEWUSSTSEIN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:41

Bewusstsein (lat. conscientia „Mitwissen“ und agr. συνείδησις syneidesis „Miterscheinung“, „Mitbild“, „Mitwissen“, συναίσθησις Mitwahrnehmung und φρόνησις von φρονεῖν bei Sinnen sein, denken) ist der Besitz und die Empfindung mentaler Zustände wie Wahrnehmungen, Erinnerungen und anderer Vorstellungen, Gedanken aller Art und Formen wie Überlegungen, Beurteilungen, Einschätzungen und Bewertungen, Planungen oder Konzeptbildungen einschließlich der dazu nötigen Aufmerksamkeit oder Achtsamkeit.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:41



BEDEUTUNG

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:42

Das Wort „Bewusstsein“ wurde von Christian Wolff als Lehnübersetzung des lateinischen conscientia geprägt. Das lateinische Wort hatte ursprünglich eher Gewissen bedeutet und war zuerst von René Descartes in einem allgemeineren Sinn gebraucht worden. Der Begriff „Bewusstsein“ hat im Sprachgebrauch eine sehr vielfältige Bedeutung, die sich teilweise mit den Bedeutungen von „Geist“ und „Seele“ überschneidet. Im Gegensatz zu diesen Begriffen ist „Bewusstsein“ jedoch weniger von theologischen und dualistisch-metaphysischen Gedanken bestimmt, weswegen er eher auch in den Naturwissenschaften verwendet wird.

Man unterscheidet heute in der Philosophie und Naturwissenschaft verschiedene Aspekte und Entwicklungsstufen:

1. Bewusstsein als „belebt-sein“ oder als „beseelt-sein“ in verschiedenen Religionen oder als die unbegrenzte Wirklichkeit in mystischen Strömungen.
2. Bei Bewusstsein sein: Hier ist der wachbewusste Zustand von Lebewesen gemeint, der sich unter anderem vom Schlafzustand oder von der Bewusstlosigkeit abgrenzt. In diesem Sinn lässt sich Bewusstsein empirisch und objektiv beschreiben und teilweise eingrenzen. Viele wissenschaftliche Forschungen setzten hier an; insbesondere mit der Fragestellung, inwieweit das Gehirn und das Bewusstsein zusammenhängen.
3. Bewusstsein als phänomenales Bewusstsein: Ein Lebewesen, das phänomenales Bewusstsein besitzt, nimmt nicht nur Reize auf, sondern erlebt sie auch. In diesem Sinne hat man phänomenales Bewusstsein, wenn man etwa Schmerzen hat, sich freut, Farben wahrnimmt oder friert. Im Allgemeinen wird angenommen, dass Tiere mit hinreichend komplexer Gehirnstruktur ein solches Bewusstsein haben. Phänomenales Bewusstsein ist als so genanntes Qualiaproblem eine Herausforderung für die naturwissenschaftliche

Erklärung.

4. Bewusstsein als gedankliches Bewusstsein: Ein Lebewesen, das gedankliches Bewusstsein besitzt, hat Gedanken. Wer also etwa denkt, sich erinnert, plant und erwartet, dass etwas der Fall ist, hat ein solches Bewusstsein. Es ist als Intentionalitätsproblem eine Herausforderung für die naturwissenschaftliche Erklärung.

5. Bewusstsein des Selbst und seiner mentalen Zustände: Selbstbewusstsein in diesem Sinne haben Lebewesen, die nicht nur phänomenales und gedankliches Bewusstsein haben, sondern sich auch darüber im Klaren sind, dass sie ein solches Bewusstsein haben. Dieses Selbstbewusstsein ermöglicht somit ein Bewusstsein von sich selbst als Individuum. Man trifft es bei Menschen und rudimentär bei einigen anderen Säugetieren an.

6. Individualitätsbewusstsein besitzt, wer sich seiner selbst und darüber hinaus sich seiner Einzigartigkeit als Lebewesen bewusst ist und die Andersartigkeit anderer Lebewesen wahrnimmt.

Die Verwendung des Begriffes Bewusstsein ist letztlich immer auf eine dieser Bedeutungen und damit auf eine Eingrenzung angewiesen. Auch drücken sich in den verschiedenen Verwendungsweisen oft unterschiedliche Weltanschauungen aus. Eine allgemeine Definition des Begriffes ist aufgrund seiner sehr unterschiedlichen Bedeutungen schwer möglich.

BEWUSSTSEIN ALS RÄTSEL

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:42

Der Philosoph Thomas Metzinger erklärt:[1]

„Das Problem des Bewusstseins bildet heute - vielleicht zusammen mit der Frage nach der Entstehung unseres Universums - die äußerste Grenze des menschlichen Strebens nach Erkenntnis.“

In einem materialistischen Weltbild entsteht das Rätsel des Bewusstseins anhand der Frage, wie es prinzipiell möglich sein kann, dass aus einer

bestimmten Anordnung und Dynamik von Materie Bewusstsein entsteht. Die Vertreter der These, dass das Bewusstsein rätselhaft sei, argumentieren, dass selbst eine lückenlose Aufklärung sämtlicher physiologischer Gehirnprozesse diese Frage nicht beantworten könne. Es schein unklar, warum ein Mensch nicht einfach funktionieren könne, ohne dass er es bewusst erlebt. Die Vorstellbarkeit dieser Situation lege offen, dass das Phänomen des Bewusstseins aus naturwissenschaftlicher Sicht noch nicht verstanden sei. Und schließlich scheint es anders als bei anderen Problemen ungeklärt, anhand welcher Kriterien eine Lösung des Problems überhaupt als solche erkennbar sein könnte.

Bereits Gottfried Wilhelm Leibniz hat das Problem in aller Schärfe formuliert. In der Monadologie (§17) stellt er sich eine riesige, begehbbare Nachbildung des Gehirns vor und erklärt:

„[...] So wird man bei ihrer Besichtigung nichts als gewisse Stücke, deren eines an das andere stößt, niemals aber etwas antreffen, woraus man eine Perception oder Empfindung erklären könnte.“

BEWUSSTSEIN IN DER PHILOSOPHIE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:43

In der Philosophie war das Rätsel des Bewusstseins schon lange bekannt. Es geriet aber in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts unter dem Einfluss des Behaviorismus und der Kritik von Edmund Husserl am Psychologismus weitgehend in Vergessenheit. Dies änderte sich nicht zuletzt durch Thomas Nagels 1974 veröffentlichten Aufsatz *What is it like to be a bat?* Nagel argumentierte, dass wir nie erfahren würden, wie es sich anfühlt, eine Fledermaus zu sein. Diese subjektiven Fakten seien aus der Außenperspektive der Naturwissenschaften nicht erforschbar. Heute teilen viele Philosophen die Rätselthese – etwa David Chalmers, Frank Jackson und Joseph Levine. Es gibt allerdings auch Philosophen, die hier kein Rätsel erkennen wollen – etwa Patricia Churchland, Paul Churchland und Daniel Dennett.

Die Rätselhaftigkeit des Bewusstseins als Phänomen äußert sich in zwei verschiedenen Aspekten: Zum einen haben Bewusstseinszustände einen Erlebnisgehalt, und es ist nicht klar, wie das Gehirn Erleben produzieren kann. Dies ist das Qualiaproblem. Zum anderen können sich Gedanken auf empirische Sachverhalte beziehen und sind deshalb wahr oder falsch. Es ist aber auch nicht klar, wie das Gehirn Gedanken mit solchen Eigenschaften erzeugen kann. Das ist das Intentionalitätsproblem.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:43



DAS QUALIAPROBLEM

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:44

Qualia sind als Erlebnisgehalte von mentalen Zuständen bestimmt. Man spricht auch von Qualia als dem „phänomenalen Bewusstsein“. Das Qualiaproblem besteht darin, dass es keine einsichtige Verbindung zwischen neuronalen Zuständen und Qualia gibt: Warum erleben wir überhaupt etwas, wenn bestimmte neuronale Prozesse im Gehirn ablaufen? Ein Beispiel: Wenn man sich die Finger verbrennt, werden Reize zum Gehirn geleitet, dort verarbeitet und schließlich wird ein Verhalten produziert. Nichts aber macht es zwingend, dass dabei ein Schmerz Erlebnis entsteht.

Die fehlende Verbindung zwischen den neuronalen Prozessen und den Qualia scheint fatal für die naturwissenschaftliche Erklärbarkeit von Bewusstsein zu sein: Wir haben nämlich nur dann

ein Phänomen naturwissenschaftlich erklärt, wenn wir auch seine Eigenschaften erklärt haben. Ein Beispiel: Wasser hat die Eigenschaften bei Raumtemperatur und normalen Luftdruck flüssig zu sein, bei 100 °C zu kochen usw. Wenn man einfach nicht erklären könnte, warum Wasser normalerweise flüssig ist, so gäbe es ein „Rätsel des Wassers“. Analog dazu: Wir haben einen Bewusstseinszustand genau dann erklärt, wenn Folgendes gilt: Aus der wissenschaftlichen Beschreibung folgen all die Eigenschaften des Bewusstseinszustands – also auch die Qualia. Da die Qualia aber eben aus keiner naturwissenschaftlichen Beschreibung folgen, bleiben sie ein „Rätsel des Bewusstseins“.

Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, mit dem Qualiaproblem umzugehen:

1. Man kann sich auf einen Dualismus zurückziehen und behaupten: Die Naturwissenschaften können das Bewusstsein nicht erklären, weil das Bewusstsein nicht materiell ist.
2. Man kann behaupten, dass mit den neuro- und kognitionswissenschaftlichen Beschreibungen schon alle Fragen geklärt seien.
3. Man kann behaupten, dass das Problem für Menschen nicht lösbar ist, da es ihre kognitiven Fähigkeiten übersteigt.
4. Man kann zugeben, dass das Qualiaproblem nicht gelöst ist, aber auf den wissenschaftlichen Fortschritt hoffen. Vielleicht bedarf es einer neuen wissenschaftlichen Revolution.
5. Man kann einen radikalen Schritt versuchen und behaupten: In Wirklichkeit gibt es gar keine Qualia.
6. Man kann umgekehrt die Gegenposition einnehmen und behaupten: Jedem Zustand eines physischen Systems entspricht ein Quale oder ein Satz von Qualia. (Panpsychismus)

DAS INTENTIONALITÄTSPROBLEM

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:44

Das Intentionalitätsproblem ist analog zum

Qualiaproblem zu verstehen. Die grundlegende argumentative Struktur ist die gleiche. Auf Franz Brentano und seine Aktpsychologie geht die Einsicht zurück, dass die meisten Bewusstseinszustände nicht nur einen qualitativen Erlebnisgehalt haben, sondern auch intentional strukturiert sind. Das heißt, dass sie sich auf ein Handlungsziel beziehen. Ausnahmen sind Grundstimmungen wie Langeweile, Grundhaltungen wie Optimismus und etwa nach Hans Blumenberg auch Formen der Angst. [2] Der Gedanke, dass Herodot Historiker war, bezieht sich etwa auf Herodot, und er ist aufgrund seines Bezuges wahr oder falsch.

In Bezug auf das Intentionalitätsproblem kann man die gleichen Lösungsvorschläge vertreten wie beim Qualiaproblem. Doch es gibt noch weitere Möglichkeiten. Man kann nämlich auch zu erklären versuchen, warum sich eine neuronale Aktivität auf etwas (etwa Herodot) bezieht. Die drei populärsten Vorschläge sind die folgenden:

1. Jerry Fodor meint, dass sich ein neuronaler Prozess genau dann auf X bezieht, wenn er in einer bestimmten kausalen Relation zu X steht.
2. Fred Dretske meint, dass sich ein neuronaler Prozess genau dann auf X bezieht, wenn er ein verlässlicher Indikator für X ist.
3. Ruth Millikan meint, dass sich ein neuronaler Prozess genau dann auf X bezieht, wenn es die evolutionäre Funktion des Prozesses ist, X anzuzeigen.

All diese Lösungsvorschläge sind mit schweren Einwänden konfrontiert, und so halten viele Philosophen, etwa Hilary Putnam und John Searle, auch Intentionalität für nicht naturwissenschaftlich erklärbar.

BETRACHTUNGSWEISEN DES BEWUSSTSEINS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:45

Man kann zwischen zwei Zugängen zum Bewusstsein unterscheiden. Zum einen gibt es eine unmittelbare und nicht-symbolische Betrachtung des Bewusstseins, die nur durch eigene Erfahrung möglich ist. Zum anderen wird versucht, Bewusstseinsphänomene aus der Außenperspektive der Naturwissenschaften zu beschreiben. Eine Unterscheidung zwischen der unmittelbaren und der symbolisch vermittelten Betrachtungsweise findet sich in vielen Traditionen und Theorien. Sie wird ebenfalls von den meisten Philosophen anerkannt, auch wenn einige Theoretiker und Theologen eine scharfe Kritik an der Konzeption des unmittelbaren und privaten Inneren geübt haben. Baruch Spinoza etwa nennt die unmittelbare, nicht-symbolische Betrachtung „Intuition“ und die objektive Beschreibung „Intellekt“.

Es wird häufig behauptet, dass die Ebene der unmittelbaren Bewusstseinsbetrachtung für die „Erkenntnis der Wirklichkeit“ die eigentlich entscheidende sei. Nur in ihr sei der Kern des Bewusstseins, das subjektive Erleben, zugänglich. Da diese Ebene allerdings nicht durch eine objektive Beschreibung zugänglich sei, seien auch den naturwissenschaftlichen Erkenntnissen auf dem Gebiet des Bewusstseins bestimmte Grenzen gesetzt.

BEWUSSTSEIN, MATERIALISMUS UND DUALISMUS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:45

Der Begriff des Geistes steht traditionell im Zusammenhang mit dem cartesischen Dualismus zwischen einer materiellen Welt und der immateriellen Welt des Geistes. Dies ist beim Begriff „Bewusstsein“ nicht der Fall, was

allerdings nicht bedeutet, dass die Rede vom Bewusstsein zwingend mit einem Materialismus verbunden ist. Vielmehr wird die Existenz des Bewusstseins oft als das zentrale Problem jeder materialistischen Weltanschauung gesehen.

Die aufs Bewusstsein bezogenen antimaterialistischen Argumente basieren meist auf den oben diskutierten Phänomenen Qualia und Intentionalität. Die grundlegende argumentative Struktur ist dabei sehr einfach: Wenn der Materialismus wahr ist, dann müssen Qualia und Intentionalität reduktiv erklärbar sein. Sie sind aber nicht reduktiv erklärbar. Also sei der Materialismus falsch. In der philosophischen Debatte werden die Argumente natürlich ungleich komplexer. Ein sehr bekanntes Argument ist etwa von Frank Jackson entwickelt worden. In einem Gedankenexperiment stellt er sich die Superwissenschaftlerin Mary vor, die in einem schwarz-weißen Labor aufwächst und lebt. Sie hat noch nie Farben gesehen und weiß daher nicht, wie Farben aussehen. Sie kennt aber alle physikalischen Fakten über Farbsehen. Da sie aber nicht alle Fakten über Farben kennt (sie weiß nicht, wie sie aussehen), gibt es nicht-physikalische Fakten. Jackson schließt daraus, dass es nicht-physische Fakten gebe und der Materialismus falsch sei. Gegen dieses Argument sind verschiedene materialistische Erwiderungen vorgebracht worden (vgl. Qualia).

Gegen derartige dualistische Argumente sind zahlreiche materialistische Repliken entwickelt worden. Sie beruhen auf den oben beschriebenen Möglichkeiten, mit Qualia und Intentionalität umzugehen. Im Resultat existiert eine Vielzahl von materialistischen Vorstellungen vom Bewusstsein. Funktionalisten wie Jerry Fodor und der frühe Hilary Putnam wollen das Bewusstsein in Analogie zum Computer durch eine abstrakte, interne Systemstruktur erklären. Identitätstheoretiker wie Ullin Place und John Smart wollen Bewusstsein direkt auf Gehirnprozesse zurückführen, während eliminative Materialisten wie Patricia und Paul Churchland die Existenz des Bewusstseins gänzlich bestreiten. Detailliertere Beschreibungen finden sich im Artikel Philosophie des Geistes.

BEWUSSTSEIN IN DEN NATURWISSENSCHAFTEN

ÜBERBLICK

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:46

Angesichts der Rätsel des Bewusstseins mag man sich fragen, ob die Naturwissenschaften überhaupt etwas zum Thema beizutragen haben. Allerdings erleben wir ja nicht nur verschiedene mentale Zustände, sie haben auch messbare Ursachen und Wirkungen. Sie lösen Verhalten aus und verursachen andere mentale Zustände. Diese Wirkungen werden von der Psychologie beschrieben. Doch die mentalen Zustände sind auch aufs engste mit den neuronalen Zuständen verknüpft, diese Zusammenhänge werden von der Neurowissenschaft beschrieben. Schließlich kann die Funktionalität mentaler Zustände und neuronaler Prozesse auch so weit formalisiert werden, dass sie auf einem Computer simulierbar sind - das ist ein Arbeitsgebiet der künstlichen Intelligenz. Bezüglich solch denkendem Bewusstsein unterscheidet Roger Penrose mindestens vier mögliche Sichtweisen[3]:

- A: Alles Denken ist Berechnung. Der Eindruck bewusster Wahrnehmung entsteht einfach durch die Ausführung geeigneter Berechnungen.
- B: Bewusstsein ist eine Eigenschaft physikalischer Vorgänge im Gehirn. Diese Prozesse lassen sich mit Computern rechnerisch simulieren, die Berechnungen alleine schaffen aber noch kein Bewusstsein.
- C: Es gibt physikalische Prozesse im Gehirn, die zu Bewusstsein führen, diese lassen sich aber mit Computern nicht rechnerisch simulieren. In diesem Fall wird eine neue Physik erforderlich.
- D: Bewusstsein lässt sich überhaupt nicht wissenschaftlich erklären, weder physikalisch noch mittels Computersimulation.

Die Thesen A und B wurden von Penrose als unplausibel angegriffen:[4] Man kann für formale Systeme (beispielsweise eine künstliche

„Intelligenz“), für die die Freiheit von Redundanzen und von Widersprüchen gegeben sei, ab einer gewissen Komplexität eine als wahr bekannte Aussage innerhalb des Systems konstruieren, die sich mit den Annahmen des Systems weder formal beweisen noch widerlegen lässt (siehe auch Gödelscher Unvollständigkeitssatz). Wäre Bewusstsein etwas, das durch solche formalen Systeme vollständig simulierbar ist, kann man nach Kurt Gödel innerhalb des Systems eine wahre Aussage konstruieren, die innerhalb des Systems weder zu beweisen noch zu widerlegen ist. Ein solches System, das also einerseits nach Voraussetzung vollständig ist, andererseits gleichzeitig nicht vollständig ist, kann offensichtlich nicht existieren. Würde man versuchen, eine unvollständige beliebig komplexe Implementierung von Bewusstsein durch Hinzunahme von Information zu einem vollständigen System zu ergänzen, kann man erneut nach Gödel in dem System eine Wahrheit finden, die dem System nicht „bewusst“ wird.

Bei der Erforschung des Bewusstseins sind sehr viele Einzelwissenschaften beteiligt, da es eine große Anzahl von empirisch beschreibbaren Phänomenen gibt, die in Wechselwirkung mit ihm stehen.

Für die Naturwissenschaften bleibt also viel zu tun, auch wenn man der Meinung ist, dass einzelne Elemente des Bewusstseins (Qualia und Intentionalität) unerklärt bleiben. Allerdings gibt es in den einzelnen Naturwissenschaften auch oft den Anspruch, das Bewusstsein restlos mit empirischen Mitteln erklären zu wollen.

BEWUSSTSEIN IN DER MEDIZIN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:47

In der Medizin bezeichnet man als Bewusstsein das Zusammenspiel aus dem Grad der Aufmerksamkeit (im Gegensatz zur Bewusstseinsstrübung), der Orientierung, dem Denken, der Erinnerung und dem Handeln. Auch die so genannten „Schutzreflexe“ (also etwa Husten) und die Reaktion auf Schmerz, werden zum Bewusstsein gezählt.

In der Psychologie, Neuropsychologie und Neurologie unterscheidet man sieben hierarchisch aufgebaute Bewusstseinszustände:[5]

1. Koma, nur wenige psychovegetative Reaktionen sind möglich
2. REM-Schlaf, verschieden hohe Erlebensgrade beim Träumen
3. Somnolenz, ein leichtes Hypnosestadium, nur Teile werden erinnert
4. Relaxation, Dösen ohne gezielte Aufmerksamkeit
5. Scanning, die Aufmerksamkeit ist schweifend
6. Vigilanz, syn. Daueraufmerksamkeit über längere Zeit in monotonen Situationen
7. Tenazität, Aufmerksamkeitsform mit höchster Anspannung und Verarbeitungsintensität; alle Aspekte der Aufmerksamkeitsformen (selektive Aufmerksamkeit, geteilte Aufmerksamkeit, Kontrollaufmerksamkeit) sind möglich.

NEUROWISSENSCHAFT

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:47

Ein zentrales Element der neurowissenschaftlichen Erforschung des Bewusstseins ist die Suche nach neuronalen Korrelaten von Bewusstsein. Man versucht bestimmten mentalen Zuständen ein neuronales „Substrat“ gegenüberzustellen. Dieser Suche nach Korrelaten kommt die Tatsache entgegen, dass das

Gehirn teilweise funktional gegliedert ist. Einzelne Teile des Gehirns (Areale) sind für verschiedene Aufgaben zuständig. So weiß man etwa, dass das Broca-Zentrum (bzw. die Brodmann-Areale 44 und 45) im Wesentlichen für Sprachproduktion zuständig sind. Schädigungen dieser Region führen folglich auch zu einer Sprachproduktionsstörung, der sogenannten Broca-Aphasie. Aktivitätsmessungen während aktiver Sprachproduktion zeigen eine dementsprechend erhöhte Aktivität in dieser Region. Und die elektrische Reizung dieses Areals kann zu vorübergehenden Sprachproblemen führen. Allerdings sind Zuordnungen von mentalen Zuständen und Hirnregionen gewisse Grenzen gesetzt, da Reize immer in mehreren Hirnregionen gleichzeitig verarbeitet werden. Die Zuordnungen zu einzelnen Hirnregionen haben daher meist einen eher heuristischen Wert.

Die Unterscheidung von neuronalen Korrelaten des Bewusstseins von unbewusster Gehirnaktivität kommt der Frage gleich, weshalb manche neuronalen Prozesse zur Bewusstwerdung eines Sinnesreizes oder eines internen Zustandes führen und andere nicht. Während tiefen Schlafs, einer Narkose oder einigen Arten von Koma und Epilepsie, zum Beispiel, sind weite Teile des Gehirns aktiv, ohne von bewussten Zuständen begleitet zu werden. Ebenso scheint die neuronale Aktivität des Kleinhirns nur wenig zum bewussten Erleben beizutragen, obgleich die Anzahl der dort lokalisierten Neurone die des Großhirns noch übersteigt.

In den vergangenen Jahren nahm die Wahrnehmungsforschung eine dominierende Position innerhalb der neurobiologischen Grundlagenforschung des Bewusstseins ein. Einige visuelle Illusionen etwa erlauben es, zu untersuchen, wie das bewusste Erleben der Sinneswelt mit den physikalischen Vorgängen der Reizaufnahme und -verarbeitung zusammenhängt. Ein Paradebeispiel hierfür ist das Phänomen der binokularen Rivalität, bei dem ein Beobachter nur eines von zwei gleichzeitig präsentierten Bildern bewusst wahrnehmen kann. Die neurowissenschaftliche Erforschung dieses

Phänomens hat ergeben, dass weite Teile des Gehirns von den nicht bewusst wahrgenommenen Sehreizen aktiviert werden. Auch hier stellt sich die Frage, was die zur bewussten Wahrnehmung führende neuronale Erregung von unbewusster Gehirnaktivität und Reizverarbeitung unterscheidet.

Der Bestimmung bewusster Gehirnaktivität kommt zunehmend ethische und praktische Bedeutung zu. Mehrere medizinische Problemfelder, so die Möglichkeit intraoperativer Wachheit während einer Vollnarkose, die Einordnung von Koma-Patienten und der Umgang mit diesen, oder die Frage nach dem Hirntod sind hiervon direkt betroffen.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:47



PSYCHOLOGIE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:48

Die Psychologie beschreibt im Detail, welche Reize in welchen Kontexten welche Bewusstseinszustände auslösen. Sie beschreibt auch, in welchem Verhältnis die

Bewusstseinszustände untereinander stehen und in welcher Weise diese Verhalten verursachen. So untersucht etwa die Wahrnehmungspsychologie, wie Sinnesreizungen Bewusstseins- bzw. Wahrnehmungszustände erzeugen. Typische Fragen sind hier: Was nimmt eine Person wahr, wenn sie gleichzeitig visuelle und auditive Reize präsentiert bekommt? Wie viele Reize werden an der Peripherie bewusst, wenn die Aufmerksamkeit an das Zentrum gebunden wird?

Dabei spielt in der Psychologie die Unterscheidung zwischen bewussten und unbewussten Zuständen eine besondere Rolle. Nur ein kleiner Teil der Reize, die vom Gehirn verarbeitet werden, gelangen auch in das Bewusstsein. So kann man etwa durch Priming zeigen, dass Reize, die nicht ins Bewusstsein gelangt sind, dennoch das Verhalten des Probanden messbar beeinflussen. Eine weitere Evidenz bietet das Phänomen der Rindenblindheit bzw. des Blindsight. Hier handelt es sich um eine Störung, bei der visuelle Informationen zwar verarbeitet werden, jedoch nicht in das Bewusstsein gelangen. Während die Patienten also meinen, nichts zu sehen, kann man nachweisen, dass sie den visuellen Input durchaus verarbeitet haben. Dies geschieht, indem man sie Merkmale des Gesehenen „raten“ lässt.

Während man sich in der Kognitionspsychologie oft auf wenig komplexe aber experimentell gut zugängliche unbewusste Prozesse beschränkt, spielt in der Psychoanalyse die Gegenüberstellung von bewussten und unbewussten Prozessen eine zentrale Rolle. Im Anschluss an Sigmund Freud wird angenommen, dass es eine komplexe Struktur von handlungswirksamen Motiven gibt, die der jeweiligen Person nicht bewusst zugänglich sind. Zu einem Problem werden diese unbewussten Strukturen insbesondere dann, wenn sie krankhaftes Verhalten verursachen.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:49

Dies macht eine Bewusstwerdung der entsprechenden Motive im Prozess der psychoanalytischen Praxis notwendig. Auch wenn immer wieder methodologische Einwände gegen die psychoanalytische Theorie vorgebracht werden, wird die Annahme einer komplexen unbewussten Ebene doch mittlerweile weitgehend akzeptiert. Eine Rolle spielen hier auch die neurowissenschaftlichen Untersuchungen von unbewussten Prozessen, die zu einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen Psychoanalytikern und Hirnforschern geführt haben.

KOGNITIONSWISSENSCHAFT

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:49

Da viele Einzelwissenschaften an der Erforschung von Bewusstsein beteiligt sind, ist eine umfassende Erkenntnis nur durch einen interdisziplinären Austausch möglich. Die Wissenschaftsentwicklung hat dem mit der Entstehung der Kognitionswissenschaft mittlerweile Rechnung getragen, da diese in aller Regel als ein interdisziplinäres Unternehmen zwischen Informatik, Linguistik, Neurowissenschaft, Philosophie und Psychologie verstanden wird.

Ein besonderer Schwerpunkt aktueller kognitionswissenschaftlicher Forschung besteht dabei in der Zusammenführung von empirischen Ergebnissen der Lebenswissenschaften und den Methoden und Erkenntnissen der modernen Informatik. Zwei Beispiele:

* In kognitiven Architekturen werden psychologische Theorien und Ergebnisse – soweit sie formalisierbar sind – in komplexe Computermodelle integriert, die schließlich der Prognose und Erklärung menschlichen Verhaltens dienen sollen.

* In der Neuroinformatik werden seit den 1980er Jahren die Grundbausteine des Gehirns und ihre Verschaltung analysiert und simuliert. Dabei

zeigte sich, dass allein eine massiv parallele Verschaltung von Neuronen mit jeweils geringer Funktionalität zu einem künstlichen neuronalen Netz das Lernen und die Verarbeitung komplexer Muster ermöglicht, sowie die Modellierung von kognitiven Fähigkeiten wie Gedächtnis oder Problemlösen. Dabei steht die Neuroinformatik allerdings vor der Frage nach dem Zustandekommen von Initiative - z.B. für einen Lernprozess.

Bei all diesen Ansätzen ist jedoch umstritten, inwiefern sie zur Lösung des oben beschriebenen Rätsels des Bewusstseins mit seinem Qualia- und Intentionalitätsproblem entscheidend beitragen können.

EXPERIMENTE ZUM BEWUSSTSEIN

ZEITLICHE VERZÖGERUNG DES BEWUSSTSEINS

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:50

Experimente von Benjamin Libet zeigten, dass das Bewusstsein eines Ereignisses um eine halbe Sekunde verzögert ist. Nach Libets Theorie wird jedoch der Zeitpunkt des Erlebnisses vom Gehirn rückdatiert, sodass es so erscheint als ob das Ereignis gleichzeitig erlebt worden wäre. Seine Theorie wies er experimentell nach. [6] Auch Handlungsabsichten werden 350 ms vor dem Bewusstwerden der Handlungsabsicht unbewusst eingeleitet. [7] Kritiker jedoch vertreten die Position, dass die zu treffende Entscheidung in der Experimentalanordnung bereits vor ihrer Ausführung getroffen wurde, da die Probanden über den Testablauf unterrichtet waren. Die so zeitverzögerte Wahrnehmung des Gehirns lässt sich durch ein Entladen eines bereits vorhandenen Entscheidungspotentials erklären.

UNTERSCHIED ZWISCHEN BEWUSSTEN UND UNBEWUSSTEN GEHIRNAKTIVITÄTEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:50

Libets Experimente zeigten, dass der Unterschied zwischen bewussten und unbewussten Erlebnissen die Dauer der Gehirnaktivitäten ist. Bei diesen Experimenten wurden den Versuchspersonen Reize auf die aufsteigende sensorische Bahn im Thalamus gegeben. Die Versuchspersonen sahen zwei Lampen, die jeweils eine Sekunde lang abwechselnd leuchteten. Die Versuchspersonen sollten sagen, welche der beiden Lampen leuchtete, als der Reiz verabreicht wurde. Wenn der Reiz kürzer als eine halbe Sekunde andauerte, nahmen sie den Reiz nicht bewusst wahr. [8] Die Versuchspersonen wurden jedoch gebeten auch, wenn sie keinen Reiz bewusst wahrnahmen, zu raten, welche Lampe leuchtete, während der Reiz verabreicht wurde. Dabei zeigte sich, dass die Versuchspersonen, auch wenn sie den Reiz nicht bewusst wahrnahmen, sehr viel häufiger als die Zufallswahrscheinlichkeit (50%) richtig rieten. Wenn der Reiz 150 bis 260 ms anhielt, rieten die Versuchspersonen in 75% der Fälle richtig. [9]. Um zu prüfen, ob die Versuchspersonen nicht eine Lampe beim Raten bevorzugten, verabreichte Libet nicht immer Reize. Wenn keine Reize verabreicht wurden, lag die Wahrscheinlichkeit, wie erwartet bei 50%. Damit die Versuchsperson den Reiz bewusst wahrnahm, musste der Reiz 500 ms andauern.

Nach Libets Time-on-Theorie beginnen alle bewussten Gedanken, Gefühle und Handlungspläne unbewusst. D. h. alle schnellen Handlungen, z. B. beim Sprechen, beim Tennis usw. werden unbewusst vollzogen.

Die Dauer der Gehirnaktivitäten ist nicht das einzige Indiz für den Unterschied zwischen bewussten und unbewussten Erlebnissen. Die visuelle Wahrnehmung liefert über die eine Hälfte der Fasern des Sehnervs den bewussten Anteil der fovealen Wahrnehmung. Die andere Hälfte der Nervenfasern überträgt den Hintergrund, die periphere Wahrnehmung [10]. Gleichzeitig werden - zusätzlich zu den visuellen Sinneseindrücken - auch noch Geräusche, Gerüche, Gefühle, Berührungen, innerkörperliche Eindrücke usw.

(meist unbewusst) wahrgenommen.

SELBSTBEWUSSTSEIN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:50

Unter der Vielfalt der Bewusstseinsphänomene hat das Selbstbewusstsein in den philosophischen, empirischen und religiösen Diskussionen eine herausgehobene Stellung. Dabei wird „Selbstbewusstsein“ nicht im Sinne der Umgangssprache als positives Selbstwertgefühl verstanden, unter dem Begriff des Selbstbewusstseins werden vielmehr zwei andere Phänomene behandelt. Zum einen wird hierunter das Bewusstsein seiner selbst als ein Subjekt, Individuum oder Ich (griec. und lat. Ego) verstanden. Zum anderen bezeichnet „Selbstbewusstsein“ aber auch das Bewusstsein von den eigenen mentalen Zuständen. Hierfür wird auch oft der Begriff „Bewusstheit“ verwendet.

SELBSTBEWUSSTSEIN ALS BEWUSSTSEIN VOM SELBST

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:51

Selbstbewusstsein im ersten Sinne ist insbesondere durch René Descartes ein zentrales Thema der Philosophie geworden. Descartes machte das gedankliche Selbstbewusstsein durch seinen berühmten Satz „cogito, ergo sum“ („ich denke, also bin ich“) zum Ausgangspunkt aller Gewissheit und damit auch zum Zentrum seiner Erkenntnistheorie. Descartes Konzeption blieb allerdings an seine dualistische Metaphysik gebunden, die das Selbst als ein immaterielles Ding postulierte. In Immanuel Kants transzendentalen Idealismus blieb die erkenntnistheoretische Priorität des Selbstbewusstseins bestehen, ohne dass damit Descartes Metaphysik übernommen wurde. Kant argumentierte, dass das Ich die „Bedingung, die alles Denken begleitet“ (KdV A 398), sei, ohne dabei ein immaterielles Subjekt zu postulieren.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:51

In der Philosophie der Gegenwart spielt die Frage nach dem Bewusstsein vom Selbst nicht mehr die gleiche zentrale Rolle wie bei Descartes oder Kant. Dies liegt auch daran, dass das Selbst oft als ein kulturelles Konstrukt aufgefasst wird, dem kein reales Objekt entsprechen. Vielmehr lernten Menschen im Laufe der ontogenetischen Entwicklung ihre Fähigkeiten, ihren Charakter und ihre Geschichte einzuschätzen und so ein Selbstbild zu entwickeln. Diese Überzeugung hat zu verschiedenen philosophischen Reaktionen geführt. Während etwa die Schriftstellerin Susan Blackmore die Aufgabe der Konzeption vom Selbst fordert, halten manche Philosophen das Selbst für eine wichtige und positiv zu bewertende Konstruktion. Prominente Beispiele sind hier Daniel Dennetts Konzeption vom Selbst als einem „Zentrum der narrativen Gravitation“ und Thomas Metzingers Theorie der Selbstmodelle.

Der konstruktivistische Blick auf das Selbst hat auch wichtige Einflüsse auf die empirische Forschung. Insbesondere die Entwicklungspsychologie beschäftigt sich mit der Frage, wie und wann wir zu den Vorstellungen von einem Selbst kommen. In diesem Kontext spielt auch die Frage nach Entwicklungsstörungen eine große Rolle. Wie kann es etwa dazu kommen, dass Personen eine multiple Persönlichkeit entwickeln und mehrere Identitäten entwickeln?

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:51



SELBSTBEWUSSTSEIN ALS BEWUSSTSEIN VON MENTALEN ZUSTÄNDEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:52

Mit „Selbstbewusstsein“ kann auch das Bewusstsein von mentalen Zuständen gemeint sein, also etwa das Bewusstsein der eigenen Gedanken oder Emotionen. In der künstlichen Intelligenz wird eine analoge Frage unter Bezug auf Metarepräsentationen beantwortet. Ein Roboter muss nicht nur die Information repräsentieren, dass sich vor ihm etwa ein Objekt X befindet. Er sollte zudem „wissen“, dass er über diese Repräsentation verfügt. Erst dies ermöglicht ihm den Abgleich der Information mit anderen, eventuell widersprechenden, Informationen.

Es ist eine heiß umstrittene Frage, ob sich das menschliche Selbstbewusstsein in ähnlicher Weise als Metarepräsentation begreifen lässt. Gegen diese Konzeption wird argumentiert, dass bei

einigen Selbstbewusstseinsphänomenen kein Irrtum möglich sei. Der Satz „Er glaubt, dass er London für die größte Stadt Englands halte, dass er sich aber dabei irre.“ scheint sinnlos zu sein. Wenn dies aber der Fall ist, kann man das Selbstbewusstsein nicht mittels grundsätzlich fehleranfälliger Repräsentationen erklären. Dieses Problem hat dazu geführt, dass das Selbstbewusstsein in der Philosophie des Geistes manchmal als das dritte große Rätsel des Bewusstseins – neben Qualia und Intentionalität – angesehen wird. Folglich gibt es auch viele Vorschläge einer Naturalisierung des Selbstbewusstseins. Bekannte Theorien kommen von Fred Dretske und Sydney Shoemaker.

BEWUSSTSEIN BEI ANDEREN LEBEWESEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:52

Ein Thema, das in den letzten Jahrzehnten an Popularität gewonnen hat, ist die Frage nach dem möglichen Vorhandensein eines Bewusstseins bei anderen Lebewesen. An seiner Erforschung arbeiten verschiedene Disziplinen: Ethologie, Neurowissenschaft, Kognitionswissenschaft, Linguistik, Philosophie und Psychologie.[11]

Anders als bei Menschen haben Bewusstseinsforscher bei anderen Lebewesen, beispielsweise bei Affen, Delfinen und Hunden, keine Vergleichsmöglichkeiten zwischen messbaren Reaktionen und subjektiv wahrgenommenen Empfindungen und Zuständen: Hunde können wie alle – zumindest höher entwickelten – Tiere zwar Schmerz empfinden, aber wir wissen nicht, ob sie darüber nachdenken können, da sie nicht mit uns darüber sprechen können. Dazu bedarf es höher entwickelter Gehirnstrukturen, die begriffliche, auf Sprache basierende Vorstellungen verarbeiten können. Etwa bei Schimpansen, die Zeichensysteme erlernen können und Graupapageien ist diese Barriere teilweise durchbrochen.[12] [13] Der Gradualismus, der die plausibelste Position zu sein scheint, prüft für jede Spezies von neuem, welche Bewusstseinszustände sie haben kann.

Besonders schwierig gestaltet sich dies bei den Tieren, die eine von der menschlichen stark verschiedene Wahrnehmung besitzen.[14]

Lange Zeit wurde vermutet, dass Selbstbewusstsein allein bei Menschen vorkomme. Inzwischen ist jedoch erwiesen, dass sich auch andere Tiere, wie etwa Menschenaffen, Delfine, Elefanten und auch Elstern im Spiegel erkennen können, was einer weit verbreiteten Auffassung zufolge ein mögliches Indiz für reflektierendes Bewusstsein sein könnte.[15] [16] Ein Gradualismus in Bezug auf die Existenz von Bewusstsein steht jedoch vor dem Problem, zu klären, wo im Tierreich Bewusstsein anfängt. Konrad Lorenz etwa ging aufgrund seiner fundierten ethologischen Erfahrung davon aus, dass höherentwickelte Tiere zur – unsprachlich artikulierten – Erkenntnis „ich bin“ befähigt sind.

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:52



BEWUSSTSEIN IN DEN RELIGIONEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bewusstsein>
Time: 12:53

Im Christentum spielen die Begriffe „Geist“ und „Seele“ traditionell eine größere Rolle als der Begriff „Bewusstsein“. Dies ergibt sich auch daraus, dass erstere Begriffe in ihrer Bedeutung näher an der Metaphysik klassischer christlicher Fundamentaltheologie und Philosophie sind: Sie legen nämlich die Existenz eines nichtmateriellen Trägers von Bewusstseinszuständen nahe. Dennoch spielt der Begriff des Bewusstseins auch in modernen christlichen Debatten eine Rolle. Dies geschieht etwa im Kontext von Gottesbeweisen. So wird argumentiert, dass die Interaktion zwischen immateriellen Bewusstseinszuständen und dem materiellen Körper nur durch Gott erklärbar sei, oder dass die interne Struktur und Ordnung des Bewusstseins im Sinne des teleologischen Gottesbeweises auf die Existenz Gottes schließen lasse.

Verschiedene buddhistische Traditionen und die hinduistischen Yoga-Schulen haben dagegen gemeinsam, dass in ihnen die direkte und ganzheitliche Erfahrung des Bewusstseins selbst im Mittelpunkt steht. Mit Hilfe der Meditation oder anderer Übungstechniken werden bestimmte Bewusstseinszustände erfahren, indem die personalen und sozialen Identifikationen abgebaut werden. Eine besondere Unterscheidung wird hier zur Bewusstheit getroffen, die ein volles Gewahrsein (awareness) des momentanen Denkens und Fühlens bedeutet. Sie soll erreicht werden durch die Übung der Achtsamkeit. Einsichten in die „Natur“ des Bewusstseins sollen so über die eigene Erfahrung gewonnen werden, die über einen rein reflektierten und beschreibenden Zugang hinausgeht. Das Konzept der Trennung in Körper und Geist oder Gehirn und Bewusstsein wird als eine Konstruktion des Denkens erfahren. Generell wollen alle mystisch-esoterischen Richtungen in den Religionen (z.B. Gnostizismus, Kabbala, Sufismus, u.a.) eine Bewusstseinsveränderung des Menschen bewirken. Tatsächlich zeigen „neurotheologische“

Forschungen mit bildgebenden Verfahren, dass durch die Meditation sonst unzugängliche neuronale Verknüpfungsmuster ermöglicht werden.

VERGESSEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:54

Das Vergessen ist eine wichtige Funktion des Gedächtnisses. Von Vergessen kann erst gesprochen werden, wenn Informationen, die bereits im Langzeitgedächtnis nachgewiesen werden konnten, zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr abrufbar sind.

UNTERSUCHUNGEN ZUM VERGESSEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:54

Hermann Ebbinghaus musste 1885 in einem Selbstversuch, bei dem er sinnlose Silben wie "ZOF" oder "WUB" zu lernen versuchte, feststellen, dass er bereits nach ca. 20 Minuten etwa 40% des Gelernten vergessen hatte, nach einer Stunde 45% und nach einem Tag 66%. Aus diesen Versuchen leitete er die Vergessenskurve ab.

Marigold Linton führte ebenfalls einen Selbstversuch durch. Sie führte sechs Jahre lang ein detailliertes Tagebuch, in dem sie wichtige persönliche Ereignisse mit Zusatzinformationen protokollierte. Jeden Monat überprüfte sie ihre Erinnerungen anhand von etwa 150 Aufzeichnungen. Nach einem Jahr waren im Durchschnitt 1% der notierten Einzelheiten vergessen, nach zwei Jahren waren es zusätzlich 5,1%, nach vier Jahren 4,2% und nach 5 Jahren weitere 5,5%. Am Ende konnte sie sich an etwa 31,4% der Ereignisse erinnern. Da Linton sich sehr intensiv mit ihrem Gedächtnis auseinandergesetzt hat, ist davon auszugehen, dass die Gedächtnisleistung unter normalen Alltagsbedingungen schlechter ausfallen sollte.[1]

INTERFERENZTHEORIE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:55

Bei Gedächtnisexperimenten mit sinnlosen Silben fiel auf, dass die Gedächtnisleistung der Probanden umso mehr abnahm, je mehr Listen sie im Vorfeld gelernt hatten. Offenbar wirkte früheres Lernen beeinträchtigend auf späteres. Eine solche Interferenz (Störung) wird als proaktive Hemmung bezeichnet. Eine rückwärts gerichtete Interferenz heißt dagegen retroaktive Hemmung und beschreibt die Beeinträchtigung der Erinnerung an frühere Informationen durch neuere.

Solche Beeinträchtigungen treten vorwiegend bei Lerninhalten auf, die sich sehr ähneln.

FEHLEN GEEIGNETER ABRUFREIZE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:56

Einige Gedächtnisforscher sind der Auffassung, dass aus dem Langzeitgedächtnis nichts verloren geht und Vergessen statt dessen nichts anderes ist als ein Misslingen des Abrufs von Inhalten aus dem Speicher.

Das Erlebnis des Auf-der-Zunge-Liegens von Informationen, die vorübergehend unzugänglich sind, haben Menschen im Durchschnitt einmal in der Woche und mit zunehmendem Alter häufiger. Eine mögliche Erklärung sind Bedingungen während des Erlernens. Grundsätzlich gelingt das Erinnern besser, wenn die Reize, die beim Lernen vorhanden waren, auch beim Abruf vorliegen.

Es ist von vielen Faktoren abhängig, wie lange etwas im Gedächtnis verbleibt. So werden sinnlose und unzusammenhängende Informationen wie Ebbinghaus' Silben schneller vergessen als zusammenhängende und geordnete. Informationen mit emotionaler Färbung und Selbstbezug verbleiben ebenfalls sehr lange im Gedächtnis.

Nach dem Ribot'schen Gesetz, das von Théodule Ribot 1882 formuliert wurde und das man mit first in, last out umschreiben kann, bleiben früh gelernte Inhalte länger im Gedächtnis erhalten als später hinzugekommene.

SPURENVERFALLSTHEORIE

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:55

Im alltäglichen Denken ist die Vorstellung tief verwurzelt, dass Zeit etwas bewirken kann, so auch die Annahme, dass Gedächtnisinhalte, wie Spuren im Sand, mit der Zeit verblassen oder verschwinden.

Doch Zeit kann als solche nichts verursachen. Wie bei den Spuren im Sand, die vom Wind oder Wasser zerstört werden, ist anzunehmen, dass es auch bestimmte Kräfte oder Einflüsse geben muss, die auf das Gedächtnis einwirken.

Bisher sind keine physikalischen oder chemischen Prozesse bekannt, die die Gedächtnisspanne des sensorischen Registers oder des Kurzzeitgedächtnisses beeinflussen.

Im Langzeitgedächtnis können solche Prozesse dagegen beschrieben werden.[1] Man geht davon aus, dass die Stärke der synaptischen Verbindungen mit der Stärke eines Engramms (Gedächtnisspur) korrespondiert. Je stärker also die Verbindungen zwischen Nervenzellen sind, desto überdauernder und leichter verfügbar ist eine Gedächtnisinformation. Die Grundlage für solche Veränderungen auf Zellebene bilden die Langzeit-Potenzierung und die Langzeit-Depression.

WEITERE THEORIEN

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:56

* Spurenveränderungstheorie: Beim Abspeichern werden bereits Dinge verändert, wir sehen z.B. ein Bild mit übereinander liegenden Strichen und speichern dies als Stern, nicht als exakt das, was wir sehen (einzelne Striche).

* Motiviertes Vergessen / Gezieltes Vergessen: bewusstes oder unbewusstes Verdrängen

* Versagen der retrieval-Prozesse: Das Wiederauffinden des Speicherweges versagt. Es liegt uns etwas auf der Zunge, wir kommen aber nicht darauf.

* Theorie des autonomen Verfalls (Decay Theory)

Peters-Prinzip: Vergessen geschieht selektiv. Ereignisse werden in Abhängigkeit von ihrem emotionalen Gehalt vergessen. Dinge, die uns gleichgültig sind, werden schneller vergessen als solche, die starke Emotionen hervorrufen. Darunter halten wiederum positive Emotionen die Dinge länger im Gedächtnis als gleichstarke negative. Die alten Zeiten waren deshalb die guten Zeiten, weil selektiv die neutralen und negativen Dinge zu Gunsten der positiven vergessen werden.

Plötzlicher Einfall: In verschiedenen Theorien kommt dem Vergessen eine wichtige Funktion bei der Informationsverarbeitung zu. So führt Vergessen in der Regel zu einer Strukturierung der Gedächtnisinhalte, d. h. bedeutsame Dinge werden prägnanter. Vor diesem Hintergrund erklärt Roy Dreistadt den plötzlichen Einfall.

VERGESSEN AUFGRUND VON KRANKHEITEN ODER TRAUMA

URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vergessen>
Time: 12:57

Auch kann das Vergessen durch krankhafte Veränderungen des Gehirns verursacht werden. Häufig spricht man in diesen Fällen von Demenz.

Ein bekanntes Beispiel für eine Demenzerkrankung ist die Alzheimersche Krankheit. Der Verlauf ist meist schleichend und tritt mit zunehmendem Alter auf.

Bei einem plötzlichen Gedächtnisverlust durch Schock oder Unfall spricht man von einer Amnesie, so können z. B. mehrere Jahrzehnte des Lebens „verloren gehen“.

MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 12:58

‘Memory’ is a label for a diverse set of cognitive capacities by which humans and perhaps other animals retain information and reconstruct past experiences, usually for present purposes. Our particular abilities to conjure up long-gone episodes of our lives are both familiar and puzzling. We remember experiences and events which are not happening now, so memory seems to differ from perception. We remember events which really happened, so memory is unlike pure imagination. Memory seems to be a source of knowledge, or perhaps just is retained knowledge. Remembering is often suffused with emotion. It is an essential part of much reasoning. It is connected in obscure ways with dreaming. Some memories are shaped by language, others by imagery. Much of our moral life depends on the peculiar ways in which we are embedded in time. Memory goes wrong in mundane and minor, or in dramatic and disastrous ways.

Although an understanding of memory is likely to be important in making sense of the continuity of the self, of the relation between mind and body, and of our experience of time, it has been curiously neglected by many philosophers. This entry's primary focus is on that part of contemporary philosophical discussion of memory which is continuous with the development of theories in the natural, cognitive, and social sciences, in which many investigations and debates about memory have philosophical presuppositions and implications. A related entry

addresses epistemological issues about memory.

1. THE CONCEPT OF MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 12:58

At the end of an intricate discussion of remembering in chapter 9 of *The Analysis of Mind*, Bertrand Russell laments that "this analysis of memory is probably extremely faulty, but I do not know how to improve it" (1921, p. 187). In similar vein, one of Hume's editors complains that "the unsatisfactory nature of Hume's account of memory is noticed by nearly all his commentators. It is a fault however which he shares with nearly all other philosophers" (Macnabb 1962, p. 360). Why is memory so hard to understand?

The answer, in part, is that the term labels a great variety of phenomena. I remember the date of Descartes' death; I remember playing in the snow as a child; I remember the taste and the pleasure of this morning's coffee; I remember how to play chess and how to drive a car; I remember to feed the cat every night. "If I say, rightly, 'I remember it', the most different things can happen, and even merely this: that I say it" (Wittgenstein 1974, paragraph 131). Some philosophers take this heterogeneity as reason to be wary of any attempt to explain memory (Malcolm 1977, Deutscher 1989). But subtleties of subjective memory experience need not be neglected or obliterated by careful theorizing: an explanatory framework which omitted or precluded the phenomenological and interpersonal diversity of memory would fail on its own terms.

This point is worth reiterating. In a letter to Mersenne, Descartes asks why "what makes one man want to dance may make another want to cry": it may be, he suggests, that the second man has "never heard a galliard without some affliction befalling him", so that he cries "because it evokes ideas in [his] memory" (18 March 1630, in Descartes 1991, p. 20; see Sutton 1998, pp. 74-81). But this explanation on its own does not

distinguish between two possibilities about the second man's memory. He may simply find himself tearful, the music making him sad because of its previous coupling with affliction in his experience, although he remains unaware of this association. Alternatively, he may be well aware of the specific and tragic past occasions on which he has heard the galliard, perhaps being able to give detailed affective, temporal, and contextual information about those past experiences, and perhaps even to use this knowledge to work through the revived emotions.

Philosophers have tended to focus on the latter kind of case, sometimes denying that the merely implicit learned association in the former case is a genuine form of memory at all. But scientific psychology is not, either in principle or in practice, restricted to the study of implicit learning and the varieties of conditioning. Indeed, the study of our rich capacities to monitor and recollect the sources, in our personal histories, of particular information in memory is at the heart of much current empirical and theoretical work (Johnson, Hashtroudi, and Lindsay 1993; Mitchell and Johnson 2000).

C.B. Martin and Max Deutscher concluded an influential analysis of memory by stressing "the complex and partly theoretical nature of our commonplace notion of remembering" (1966, p.196). Ordinary usage hides a battery of different but related concepts of memory, which are now investigated by philosophers and psychologists alike, marrying attention to conceptual distinctions and subjective experience to functional and empirical concerns about the nature and the basis of memory processes and systems.

1.1 THE VARIETIES OF REMEMBERING

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 12:59

A rough consensus has emerged among philosophers and psychologists around one promising unified terminology for the kinds of long-term memory. Bergson (1908/1991) and Russell (1921) distinguished 'recollective memory' from 'habit memory', while Broad (1925) and Furlong (1948) further distinguished recollective memory from 'propositional memory'. This classification (see also Ayer 1956, D. Locke 1971) is (roughly) consonant with more recent psychological terminology, used here for convenience in exposition. While precise definitions of these terms are controversial, general characterisations can be given.

Philosophers' 'habit memory' is psychologists' 'procedural memory', a label for embodied skills such as typing, playing golf, using a knife and fork, dancing, or solving jigsaw puzzles. We naturally refer to procedural memories with the grammatical construction 'remembering how'.

'Propositional memory' is 'semantic memory' or memory for facts, the vast network of conceptual information underlying our general knowledge of the world: this is naturally expressed as 'remembering that', for example, that Descartes died in Sweden.

'Recollective memory' is 'episodic memory', also sometimes called 'personal memory' or 'direct memory' by philosophers: this is memory for experienced events and episodes, such as a conversation this morning or the death of a friend eight years ago. Episodic memories are naturally expressed with a direct object: I remember our argument about Descartes yesterday, and I remember my emotions and my bodily sensations as we talked. Such personal memories can be generic or specific, and they can be memories of more or less extended temporal periods.

Both semantic and episodic memories, whether

linguistically expressed or not, usually aim at truth, and are together sometimes called 'declarative memory', in contrast to nondeclarative forms of memory, which don't seem to represent the world or the past in the same sense. The declarative vs nondeclarative contrast is sometimes lined up with a more controversial distinction between 'explicit' and 'implicit' memory: explicit memories, roughly, can be accessed verbally or otherwise by the subject, whereas implicit memory is memory without awareness. But the category of implicit memory includes a range of heterogeneous phenomena, and it may be better to see 'implicit memory' as a label for a set of memory tasks rather than a distinct variety or system of memory (Willingham and Preus 1995).

We sometimes use 'remember' in its declarative senses as a 'success-word', so that 'false memories' are not 'memories' at all. However, classification of the many varieties of false 'memory' is also an intriguing philosophical task (Hacking 1995; Hamilton 1999); and the attempt to understand and explain any features, both phenomenological and causal, which veridical remembering and (some cases of) imagining, confabulating, and misremembering might have in common is a legitimate part of the overall interdisciplinary enquiry into memory. The very idea of truth in memory, and the attendant possibility of error, implies that we are naturally realists about the past: but this fact about us doesn't dictate answers to questions about just how, or how often, we do remember the past truly.

Much 20th-century philosophical discussion of memory addressed its status as a source of knowledge, either in the context of general sceptical concerns about knowledge of the past, or in investigating criteria for the reliability of particular memory beliefs (Owens 1999; and see the entry on memory: epistemological problems). But philosophers also have a special concern with the nature of human personal memory for episodes and experiences in the autobiographical past.

1.2 EPISODIC MEMORY AND

AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:00

John Locke took memory to be a power of the mind "to revive Perceptions, which it has once had, with this additional perception annexed to them, that it has had them before" (1690/1975, p. 150; see also Owens 1996). The psychologist William Brewer defines recollective episodic memory in similar terms, as a 'reliving' of the individual's phenomenal experience from a specific moment in their past, accompanied by a belief that the remembered episode was personally experienced by the individual in their past (1996, pp. 60-61). Significant psychological complexity is required, on such views, for genuine episodic remembering.

When I remember an episode of my personal history, I come into contact with events and experiences which are no longer present, and my conception of my own life involves narratives in which such experiences are interrelated. We find it easy to engage in the peculiar sort of 'mental time travel' involved in such autobiographical memory, although we're often aware of significant limits to its reliability. We are oriented to events as having occurred at particular past times (Tulving 1983, 1993, 1999; Campbell 1994, 1997; Suddendorf and Corballis 1997). This capacity is so sophisticated that it has been seen as unique to humans, with the lives of apes (for example) being in contrast "lived entirely in the present" (Donald 1991, p. 149; see McCormack 2001 for review and discussion on episodic memory in animals).

Not all autobiographical memories, in the broadest sense, are episodic: I can non-experientially remember facts about my own life (such as the date and place of my birth). But the converse question, whether all episodic memories are autobiographical, remains open. For Christoph Hoerl, episodic memories "are necessarily memories of particular events or situations, namely of episodes in the subject's autobiography" (1999, p. 235). But some

developmental psychologists want to leave open the possibility that genuine episodic memories may be distinct from full-blown autobiographical memories. Melissa Welch-Ross, for example, argues that "before the autobiographical memory system develops, prelinguistic infants and young children possess long-term, episodic memory" (1995, p. 339). One issue here is whether it's useful to define autobiographical memories as those which are unusually significant (Nelson 1993). But more important in deciding if episodic memory predates full-blown autobiographical memory is the question whether the remembered episodes which come to be shaped into narratives, either by being organized around a self-schema (Howe and Courage 1997; Howe 2000), or by joint reminiscing between parents and children (Nelson and Fivush 2000), are already oriented to particular past experiences in the requisite way.

Because autobiographical memory thus connects my present self with my own particular past actions and experiences, it has naturally played a role in philosophical theories about the continuity of the self. The suitability of a 'memory criterion' for deciding questions of the persistence of personal identity over time has been much debated since John Locke's discussions of memory-swapping and amnesia (see the entry on personal identity). Those philosophers of personal identity who are uneasy with relying on unstable intuitions in science-fictional thought experiments instead examine case studies of fugues, amnesias, and dissociation (Wilkes 1988; Sacks 1985, chapters 2, 12, 15; and compare the remarkable case studies in Campbell and Conway 1995), or cognitive-psychological theories of autobiographical memory (Schechtman 1994).

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:00

Marya Schechtman, for example, argues that autobiographical memory does not, and need not, provide simple connections between discrete past and present moments of consciousness, as suggested by some 'psychological continuity' theories of personal identity. Rather, it is by summarizing, constructing, interpreting, and condensing life experiences, often smoothing over the boundaries between different moments in our lives, that autobiographical memory produces any coherent narrative sense of a personal past (compare Glover 1988, chapter 14; Engel 1999, chapter 4). Neither total nor precise recall is required, on this view, for the persistence of self: rather, what matters is the rich web of causal connections and dependencies between past experiences and present psychological states. The implications for the personal identity debate of this common-sense notion of causal connectedness between past and present experiences are still unclear (compare Slors 2001). But it is of central importance for further elucidation of our concept of personal memory.

1.3 MEMORY AND CAUSAL CONNECTEDNESS

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:01

For me to have a personal episodic memory, my present act of remembering must be causally connected in an appropriate way to the past experience being recollected. Even if it happens to be true that, as a child of four, I got lost in a shopping mall, we would deny that I personally remember the experience if I had completely forgotten it, and have only later been told about it by my parents, or had such a possibility suggested to me by a therapist or an experimental psychologist. Genuine episodic memories, then, causally depend in certain ways on the particular remembered experiences (Martin and Deutscher 1966; Shoemaker 1970; Perner 2000).

Martin and Deutscher (1966), developing a causal theory of memory, argued that the past experience

itself must have been causally operative in producing (intervening) states which are in turn causally operative in producing the present recollective experience. While some degree of prompting may be necessary to trigger my present recollection (Deutscher 1989), this recollection of a past experience must also causally derive from internal states of mine which themselves causally derive from that experience. What's surprising about this analysis is that it suggests that built in to common sense concepts of memory is a reliance on the existence of some kind of 'memory trace' as a continuous bridge across the temporal gap, causally connecting past and present.

If we had no grasp of these kinds of causal connection in memory, it is arguable that our autobiographical narratives would not get off the ground. We are often aware, of course, of the selective and gappy nature of these narratives: but our ability sometimes to identify such gaps and errors in memory, some philosophers have argued, itself presupposes a conception of the causal connectedness of the self. John Campbell (1997), for example, posits tight conceptual connections between autobiographical memory, a grasp of time as linear, and a strong conception of the spatio-temporal continuity of the self. Children need to grasp that both world and self have a history for genuine autobiographical remembering to emerge. This suggests that a temporal asymmetry is built in to autobiographical memory, in that (again) we are inevitably realists about the past, conceiving of past events as being all, in principle, integratable on a single temporal sequence. Various principles of plot construction thus ground our ordinary memory practices: we assume, for example, that the remembered I has traced "a continuous spatio-temporal route through all the narratives of memory, a route continuous with the present and future location of the remembering subject" (Campbell 1997, p. 110).

In autobiographical memory, we thus assign causal significance to specific events, so that our temporal orientation is by particular times rather than simply by rhythms or phases. Because we

Time: 13:02

Although it takes many significantly different forms, the idea that a 'trace' acquired in past experience somehow 'represents' that experience, or carries information about it, is at the heart of 'representative' or 'indirect' realism in the philosophy of memory. This has been the dominant view of memory in modern philosophy of mind, and it is assumed in much work on memory in cognitive science. Research programmes for representative realism thus seek to clarify the nature of representations in memory, and the various processes in which they are involved. Before examining views on these topics, we need to look at criticisms of the entire representative realist framework. Some of the recent work in the cognitive sciences of memory described in section 3 below is intended to respond to and incorporate the more powerful of these criticisms within revised forms of representative realism.

2.1 REPRESENTATIVE REALISM AND DIRECT REALISM

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:02

In contrast to the representative realist, direct realists and others hostile to the memory trace claim that in the act of remembering I am in direct contact with past events. Memory is "an immediate knowledge of something past" (Reid 1785/ 1849, p. 357), or "the mind's awareness of past things themselves" (Laird 1920, p. 56).

It is helpful to distinguish two ways of setting up the dispute between direct and representative realists. The central question is whether our access to the past is mediated by representations which exist in the present. But first we examine the separate issue of whether we are aware of representations.

can grasp the temporal relations between different cycles or phases, we have a conception of the connectedness of time which gives us the concept of the past (Campbell 1994, chapter 2). For Christoph Hoerl (1999, pp. 240-7), this feature of our concept of time grounds our awareness of the singularity of events and especially of actions. We are thus "sensitive to the irrevocability of certain acts", so that we, unlike other animals and (perhaps) some severely amnesic patients, incorporate a sense of the uniqueness and potential significance of particular choices and actions into our plans and our conceptions of how to live.

Evaluation of this analysis of memory and time requires attention to comparative ethology and cognitive anthropology as well as the clinical neuropsychology of amnesia. The psychological status of the putative principles of plot construction in memory needs clarification, and the sophistication of this cluster of allegedly interconnected features of self-conscious thinking divides us more thoroughly from other animals than will be acceptable to some philosophers. But this example suggests that the immediate future of the cognitive philosophy of memory will be bewilderingly and excitingly interdisciplinary (see also section 3.2 below).

On any view which accepts that requirements of causal connectedness are built in to our concept of memory, remembering is a core instance of the general, flexible human capacity to think about events and experiences which are not present, so that mental life isn't entirely determined by the current environment and the immediate needs of the organism. Since we are often able to remember without having any such traces in our current external environment (such as photographs or words written in a diary), many philosophers and scientists have postulated memory traces or representations in the individual mind or brain.

2. MEMORY AND REPRESENTATION

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>

ARE WE AWARE OF MEMORY REPRESENTATIONS?

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:03

Some critics of representations have complained that, in memory, there is no direct awareness of a trace or idea from which, in a two-step process, the subject then indirectly infers the past event or experience. In making this point, they are attacking specific versions of representative realism. Some representative realists (especially before the 1960s) took representations to be immaterial or ontologically ambiguous mental items which are first scanned and then interpreted by a non-physical soul. This form of representative realism makes our awareness of the past indirect in an obvious sense, and critics were right to see it as a form of dualism (Woozley 1949; Gibson 1979, p. 223).

But if traces are taken to be physical items, within a broadly naturalistic ontology, it is clear that they are not immediate objects of experience which a subject then consciously puts to use. The 'inference' involved in remembering is unconscious, so representationists are not relying on incorrigible present awareness of a private inner object from which the past is somehow read off. Memory may involve representations of the past, most modern representationists argue, without involving awareness of those representations themselves.

ARE THERE MEMORY REPRESENTATIONS?

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:03

It might then seem that 'direct awareness' of the past is in fact compatible with the involvement of representations in memory. If that is so, there is no genuine conflict between direct and representative realism: we can be directly aware of the past just by virtue of a trace in the present. A memory trace could then mediate between past and present

without rendering our access to the past problematically indirect. Indeed, the contrast between 'direct' and 'indirect' access to the past may seem to lose its grip if representations are not thought of as objects of immediate awareness (compare Schwartz 1996 on perception).

But the availability of this conciliatory position has rarely dissolved the debate about memory representations. In fact many critics of memory traces argue that representative realism is fundamentally flawed even if it does not posit awareness of representations themselves. The objections to representations evaluated below do not depend on the 'two-step' interpretation of representative realism: these criticisms are meant to strike at the heart of any theory which relies on representations in memory.

The debate has been pursued primarily in epistemological contexts, in which arguments from the more extensive parallel debate about perception play an important role (Shoemaker 1967; Dancy 1985, chapter 12; Audi 1998, chapter 2; and see the entries on the epistemological problems of memory and on the epistemological problems of perception). But it is also vital in the philosophy of mind and cognitive science, where philosophers of various persuasions have attacked "those 'traces' that still plague psychology" (Grene 1985, p. 43).

Since memory traces, impressions, or images have figured in theories of memory from Aristotle, through Descartes and theorists of the association of ideas, into the 21st century, it may seem that little progress has been made. The concept of some static, permanent, distinct storage form that experiences leave in the organism seems to link old and modern models. For some, this erodes confidence in contemporary science: David Krell, noting "the staying-power of the ancient model for memory", hopes to expose "the failure of neurophysiological research to render plausible accounts of long-term memory" (1990, p. 5, p. xi). There is continuity too in metaphors for the spatial organization of memory as containing rooms, palaces, or purses, as a bottle or a dictionary, as tape recorder or junk box (Roediger

1980, p. 233). Critics also point out that external technologies for recording information or for keeping items safe, from wax tablets and aviaries through the camera obscura and the photograph to digital computers and holograms, seem to be wheeled in almost arbitrarily in the search for a model of internal processes (Draaisma 2000).

But there are stronger and weaker versions of representative realism, versions which make quite different assumptions about the nature of the memory trace. The most extreme 'localist' account takes memory to be a place in which independent traces or 'atomic' items are laid down separately by every experience (or perhaps every part of every experience), and stored at a separate location, until called out again in the reproduction of that experience. A clear historical statement of this localist version of trace theory is that of the 17th-century English natural philosopher Robert Hooke, who took memory ideas in the brain "to be material and bulky, that is, to be certain Bodies of determinate Bigness": for Hooke, memory was a "Repository of Ideas" in which separate items were laid down on the "coils" or "spirals" of the brain, for later extraction by an executive mechanism. Hooke's model was localist in the sense that all ideas in memory are "in themselves distinct; and therefore that not two of them can be in the same space, but that they are actually different and separate one from another" (Hooke 1682/ 1705, p. 142; Sutton 1998, pp. 137-8).

This localist view of memory representations suggests that the memory system, which has no intrinsic dynamics of its own, is separate from other cognitive systems. Storage is distinct from processing, and an executive mechanism must search for and extract information in memory before it can be used. Some models of human memory developed in classical Artificial Intelligence research employ local representations of this sort, relying on an analogy with the random-access storage systems of digital computers. The passivity and independence of such memory representations is one reason such models have trouble dealing with the ways we can sometimes automatically update relevant background knowledge without explicit search

(see Copeland 1993, chapters 4-5).

But local representations are not the only option available for understanding how a 'trace' might represent past experience. There are also quite different weaker or 'distributed' models of memory traces (section 3.3 below) which should not be collapsed into this localist view. Nevertheless, anti-representationists have often assumed that their criticisms apply indiscriminately to any version of representative realism about memory.

2.2 OBJECTIONS TO REPRESENTATIONS

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:04

In a taxonomy and evaluation of criticisms of memory representations and traces, this section synthesizes the polemics of theorists who hold quite different positive views about memory. The answers sketched here to some of these criticisms obviously leave open a number of issues. In particular, the issue of how the content of memory representations is determined is barely mentioned: and the question of how memory traces could provide the right causal connections between past and present if they are not static and permanent inner items is postponed to section 3. Again, the key question here is whether memory does involve representation of the past.

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:04

One initial objection mischaracterizes its target. Some critics complain that trace theorists see an episode of remembering as entirely determined by the nature of the stored item. But, they note, many factors other than internal brain states affect remembering. As Wittgenstein notes, "whatever the event does leave behind, it isn't the memory" (1980, paragraph 220). Trace theorists, however, can accept this point: "the engram (the stored fragments of an episode) and the memory ... are not the same thing" (Schacter 1996, p. 70). Traces (whatever they may be) are "merely potential contributors to recollection", providing one kind of continuity between experience and remembering; so traces are invoked merely as one relevant causal/ explanatory factor. In fact, psychologists' attention is increasingly focussed on the context of recall: research on what Endel Tulving calls "synergistic ephory" (1983, pp. 12-14), for example, addresses the conspiratorial interaction of the present cue and circumstances with the trace (Schacter 1982, pp. 181-9; 1996, pp. 56-71). Developmental psychologist Susan Engel argues that often "one creates the memory at the moment one needs it, rather than merely pulling out an intact item, image, or story" (1999, p. 6). So there is no inevitable reduction of the multicausal nature of remembering to a single inner cause (see further sections 3.4 and 3.5 below).

THE ROLE OF EMPIRICAL EVIDENCE

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:05

Could memory traces be discovered? Wittgenstein sought to undermine our confidence in the empirical nature of representationism, asking of ordinary cases of memory "Why must a trace have been left behind?" (1980, paragraph 905). Perhaps trace theorists are misguidedly seeking, on a priori grounds, to "dictate to science what to discover in the brain" (Zemach 1983, pp. 32-3).

Some defenders of the trace seek in response to

drain it of empirical content. Deborah Rosen, for example, develops a "logical notion of the memory trace" which is distanced from "scientific notions for which the logical notion provides only a philosophical underpinning" (1975, p. 3). But giving up the ideal of an independent characterization of the trace may not be necessary. Perhaps the postulation of traces is empirical, but the relevant empirical domain is not psychology. What's doing the work is the physical assumption that there is no macroscopic action at a temporal distance, that mechanisms in fact underlie apparent cases of direct action between temporally remote events. This assumption may be mistaken, but challenges to it must offer some positive alternative theoretical framework. It seems weak to point to the mere logical possibility of a unique kind of "mnemonic causation" which does operate at a temporal distance (Heil 1978, pp. 66-69; Anscombe 1981, pp. 126-7), or simply to deny the existence of the temporal gap between past and present (Malcolm 1963, p. 238). The genuine phenomenology of 'direct' access to the past, as in a vivid memory which immediately returns me, as I might say, to a past emotional and bodily state, cannot be deemed primitive and inexplicable.

Critics respond by denying that the retention involved in memory requires any continuous storage (Squires 1969; Malcolm 1977, pp. 197-9; Bursen 1978). This worry rightly pinpoints the need for trace theorists to be explicit on the relation between occurrent remembering and dispositional memories. We do need models of the mechanism by which enduring dispositions are actualized. But the criticism does not show that there is anything deeply mysterious in the notion of underlying causal processes which ground memory abilities (Warnock 1987, pp. 50-2; Deutscher 1989). The kind of 'storage' invoked by trace theorists need not be the storage of independent atomic items localized in particular places, like sacks of grain in a storehouse.

A DILEMMA: CIRCULARITY OR SOLIPSISM?

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>

Time: 13:05

How does the postulated trace come to play a part in the present act of recognition or recall? Trace theorists must resist the idea that it is interpreted or read by some internal homunculus who can match a stored trace with a current input, or know just which trace to seek out for a given current purpose. Such an intelligent inner executive explains nothing (Gibson 1979, p. 256; Draaisma 2000, pp.212-29), or gives rise to a vicious Rylean regress in which further internal mechanisms operate in some "corporeal studio" (Ryle 1949/1963, p. 36; Malcolm 1970, p. 64).

But then the trace theorist is left with a dilemma. If we avoid the homunculus by allowing that the remembering subject can just choose the right trace, then our trace theory is circular, for the abilities which the memory trace was meant to explain are now being invoked to explain the workings of the trace (Bursen 1978, pp. 52-60; Wilcox and Katz 1981, pp. 229-232; Sanders 1985, pp. 508-10). Or if, finally, we deny that the subject has this circular independent access to the past, and agree that the activation of traces cannot be checked against some other veridical memories, then (critics argue) solipsism or scepticism results. There seems to be no guarantee that any act of remembering does provide access to the past at all: representationist trace theories thus cut the subject off from the past behind a murky veil of traces (Wilcox and Katz 1981, p. 231; Ben-Zeev 1986, p. 296).

We'll see below (section 3.3) that this dilemma recurs in directly empirical contexts in the difference between supervised and unsupervised learning rules in connectionist cognitive-scientific models of memory. There, as in this general context, the natural response is to take the second prong of the dilemma, and deal with the threat of solipsism or scepticism. The trace theorist must show how in practice the past can play roles in the causation of present remembering. The past is not uniquely specified by present input, and there is no general guarantee of accuracy: but the demand for incorrigible access to the past can be resisted.

STRUCTURAL ISOMORPHISM

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:06

How can memory traces represent past events or experiences? How can they have content? This is in part a general problem about the meaning of mental representations (see the entry on mental representation). But specific problems seem to crop up for naturalistic trace theories of memory. In stating the causal theory of memory, Martin and Deutscher argued that an analysis of remembering should include the requirement that (in cases of genuine remembering) "the state or set of states produced by the past experience must constitute a structural analogue of the thing remembered" (1966, pp. 189-191), although they denied that the trace need be a perfect analogue, "mirroring all the features of a thing". But is there a coherent notion of structural isomorphism to be relied on here? If memory traces are not seen as images in the head, somehow directly resembling their objects, and if we are to cash out unanalysed and persistent metaphors of imprinting, engraving, copying, coding, or writing (Krell 1990, pp. 3-7), then what kind of "analogue" is the trace?

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:07

One option is to align trace theory with the one available general approach to content determination which does retain resemblance as the core explanatory notion. According to the structuralist theory of mental representation developed by Robert Cummins (1996), Paul Churchland (1998), and by Gerard O'Brien and Jon Opie (2004), there is an objective relation of 'second-order resemblance' between the system of representing vehicles in our heads and their represented objects. 'First-order resemblance' involves the sharing of some physical properties, and is thus unlikely to ground mental representation, since no traces in my brain share relevant physical properties with (say) the elephants or the conversations which I remember. But in second-order resemblance, the relations among a system of representing vehicles mirror the relations among their objects. In the case of brain traces, second-order structural resemblances hold when some physical relations among certain brain states (such as distance relations in the activation space of a neural network) preserve some system of relations among represented objects (O'Brien and Opie 2004, sections 3-4).

This general defence of the notion of a structural analogue is controversial. But there is another (compatible yet independent) response. We can weaken the requirement of isomorphism further, remembering that the target for a theory of memory in the philosophy of psychology is not restricted to cases of genuine veridical remembering. Details which crop up in remembering an experience need not have been permanently encoded in the same enduring determinate trace as that experience. We often tell more than we (strictly speaking) remember. Even where memory for the gist of an event is roughly accurate, details may shift as the trace is filtered through other beliefs, dreams, fears, or wishes (compare Schacter 1996, pp. 101-113). The causal connections between events and traces, and between traces and recollection, may be multiple, indirect, and context-dependent. The structures which underpin retention, then, need not remain

the same over time, or might not always involve identifiable determinate forms over time.

This more dynamic vision of traces, rejecting the idea of permanent storage of independent items, may satisfy both recent developments in cognitive science (section 3 below) and some of the positive suggestions with which critics of static traces have accompanied their objections. In notes of 1935/6, Wittgenstein had wondered "whether the things stored up may not constantly change their nature" (quoted in Stern 1991, p. 204). Gibsonian direct realists in psychology, like some phenomenologists and Wittgensteinians in philosophy, have sometimes tended to assimilate all theories of memory traces or representations to the vision of passive, separate entities each with a fixed location in an inner archive. Writers in these diverse traditions have rightly pointed to the importance of various ways in which remembering often relies on information left in the external world, and have argued that we should see the internal aspects of memory more as an active resonance or attunement to information of certain kinds than as the encoding and reproduction of determinate images (Gibson 1966/1982, 1979; Wilcox and Katz 1981; Casey 1987; ter Hark 1995; Toth and Hunt 1999). These ideas have had considerable influence on recent theorizing in dynamical cognitive science, and on views of memory and mind as embodied, embedded, and extended (section 3 below). But they do not rule out weaker, dynamic notions of the memory trace. As the great English psychologist of memory Frederic Bartlett argued, "though we may still talk of traces, there is no reason in the world for regarding these as made complete, stored up somewhere, and then re-excited at some much later moment. The traces that our evidence allows us to speak of are interest-determined, interest-carried traces. They live with our interests and with them they change" (1932, pp. 211-2).

3. MEMORY IN THE PHILOSOPHY OF COGNITIVE SCIENCE

3.1 CONSTRUCTIVE REMEMBERING

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:08

"A variety of conditions exist", notes Daniel Schacter, "in which subjectively compelling memories are grossly inaccurate" (1995, p. 22). Cognitive and developmental psychologists have recently come to a broad but striking consensus about the the constructive nature of remembering. To say that memory is a constructive process is not to focus unrealistically on cases where it goes wrong, for there is no reason to think that 'constructed memories' must be false.

Careful attention to the phenomenology of remembering supports the idea that truth in memory is compatible with some transformation at the time of recollection. For example, for many quite ordinary and obviously genuine autobiographical memories, most people can 'flip' perspectives. Sometimes one takes "the position of an onlooker or observer, looking at the situation from an external vantage point and seeing oneself 'from the outside'"; or one can remember the same scene from one's own (past) perspective, with roughly the field of view available in the original situation, without 'seeing oneself' (Nigro and Neisser 1983, pp.467-8). This availability of both 'observer' and 'field' points of view in personal memory is puzzling in many respects, but is at least a simple example of compiling or reconstruction in remembering, which does not threaten our common sense trust in the reliability of memory.

Fierce disputes in psychology around 1990 between 'ecological' and 'laboratory' approaches to memory (see for example Middleton and Edwards 1990, and the review in Koriati and Goldsmith 1996) have since the mid-1990s given way to this consensus about constructive memory. Perhaps this was partly in response to the political and institutional crisis over recovered memories and false memories (Hacking 1995). But to say that psychologists of memory have turned their research efforts to the study of suggestibility, misinformation, and distortion is not, of course, to

say that accuracy in memory has suddenly been shown by science to be impossible or unlikely. Most cognitive psychologists, in fact, believe that a better understanding of the mechanisms of distortion and confusion will also illuminate the general reliability of memory, by revealing processes which also operate in veridical remembering (Mitchell and Johnson 2000, pp. 179-180). Neither 'accuracy' or 'reliability' is a transparent notion in this context, and 'truth' in memory, though not forever inaccessible, is neither a single nor a simple thing. Verbatim recall and other forms of exact reproduction are rarely necessary for success in remembering (Rubin 1995).

This section continues with an overview of issues in the philosophy of science arising from memory research. It then addresses two related aspects of the psychological investigations into constructive remembering: the more flexible and dynamic accounts of long-term 'storage' and 'traces' offered by connectionist models, and increased attention to the contexts of recall. The entry concludes with a discussion of the role of memory in recent attempts to link the cognitive sciences and the social sciences by way of the 'extended mind' hypothesis.

3.2 INTERDISCIPLINARITY IN THE SCIENCES OF MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:08

Even if cognitive science is still 'a mere babe in the woods of science' (von Eckardt 1999, p. 221), the cognitive sciences of memory nevertheless harness a vast institutional, technological, and textual apparatus more typical of Kuhnian normal science than of an entirely pre-paradigmatic era. Yet because memory is studied in many different disciplines, from neurobiology to narrative psychology, there is no obvious unity to either the objects of enquiry or the methods employed.

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:08

Are the various disciplines and subdisciplines which study memory autonomous for principled reasons? Or is memory research a case in which lack of contact between natural sciences, social sciences, and humanities is damaging? Could there be a positive framework for understanding the relations between levels of explanation and between disciplines in the sciences of memory?

The relevant relation between different theories would not be the wholesale unification of all relevant sciences, as in the dream of classical reductionism (see the entry on intertheory relations in physics). Rather, we might seek the elucidation of local points of contact between different (sub)disciplines, in the search for interfield theories (Darden and Maull 1977), or in pinpointing genuinely interdependent phenomena at different levels of explanation (Kitcher 1992, pp. 6-7; Sutton, 2004).

A number of philosophers of psychology have found case studies in interdisciplinary theory-construction in the sciences of memory. The possibility that liberalized conceptions of reduction might fit work on the neural bases of associative learning and of spatial memory has been developed by Schaffner (1992), Bickle (1998), and Bechtel (2001). In contrast, others retain stricter notions of reduction and then argue that these cases don't meet their tighter criteria (Stoljar and Gold 1998; Gold and Stoljar 1999; Schouten and Looren de Jong 1999). Lindley Darden and Carl Craver bypass debates about reduction in developing positive accounts of levels and mechanisms in experimental neurobiology (Craver and Darden 2001; Craver 2002). Valerie Hardcastle offers a detailed narrative of the integration of interdisciplinary traditions, methods, and theories in the development of the distinction between implicit and explicit memory (1996, pp. 105-139). She sees it as a typically "complicated and cluttered" interdisciplinary theory, which relies actively on the methods and underlying assumptions of a number of different research traditions, in this

case including developmental psychology, clinical neuropsychology, animal neurobiology, and experimental cognitive psychology. Although Hardcastle herself sees this account as anti-reductionist, it's not obviously inconsistent with the acceptance by 'new-wave' reductionists that any reductions in neuropsychological practice are "bound to be patchy" (Schaffner 1992, p. 337) and domain-specific (see the entries on the philosophy of neuroscience and multiple realizability).

While these writers address relations between the neural and the cognitive sciences of memory, there has been less work on cognitive psychology's relations with the developmental, personality, or social psychology of memory. Is there a clear and principled division between the cognitive and the social sciences of memory? We return to this question in discussing the role of context and environment below, after first examining the internal mechanisms of constructive remembering.

3.3 DISTRIBUTED MODELS OF MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:09

If we want to retain the notion of memory traces, to account for causal continuity between past and present, but we deny that they are not stored in fixed and independent form in the brain, then what form do traces take? What are the mechanisms by which they link experience and recollection?

Research on constructive remembering in cognitive and developmental psychology has developed fairly independently of the connectionist computational modelling with which philosophers have been more concerned (see the entry on connectionism). Connectionism offers one way to cash out the more flexible and dynamic understanding of the format of stored mental representations which we saw was required to deflect direct realist and phenomenological criticisms. The internal

plasticity of memory which 'distributed' models suggest is one of the most curious and characteristic features of human memory, and one which clearly differentiates our cognitive systems from the 'memories' of current digital computers. It's useful for the contents of the files stored on my computer to remain exactly the same from the moment I close them at night to the time I open them again in the morning. But various kinds of reorganization and realignment often happen to the information retained in my brain over the same period. In us, memories do not naturally sit still in cold storage.

In connectionist cognitive science, occurrent remembering is the temporary reactivation of a particular pattern or vector across the units of a neural network. This reconstruction is possible because of the conspiring influences of current input and the history of the network, where this history is sedimented in the particular connection weights between units. Memory traces are not stored statically between experience and remembering, but are piled together or 'superposed' in the same set of weights. In fully distributed representation, the same resources or vehicles are thus used to carry many different contents (van Gelder 1991). As McClelland and Rumelhart put it,

We see the traces laid down by the processing of each input as contributing to the composite, superimposed memory representation. Each time a stimulus is processed, it gives rise to a slightly different memory trace — either because the item itself is different or because it occurs in a different context that conditions its representation — the traces are not kept separate. Each trace contributes to the composite, but the characteristics of particular experiences tend nevertheless to be preserved, at least until they are overridden by canceling characteristics of other traces. Also, the traces of one stimulus pattern can coexist with the traces of other stimuli, within the same composite memory trace. (1986, p. 193)

This framework postulates two abstract features: distinct transient patterns of activity, and composite enduring (but modifiable) dispositional

states. It is not tied to current computational models, for these two features can be implemented in different physical systems, and were clearly described in a number of theories of memory before the 20th century (Sutton 1998). The term 'trace' in this context is systematically ambiguous: it can be applied either to the fleeting patterns which constitute an explicit, occurrent representation, or to the persisting dispositions which underlie and ground the (re)construction of such occurrent patterns.

Connectionist remembering is thus an inferential process, constructive not reproductive. Rather than the retrieval of a discrete stored symbol, it is the filling in of a pattern on the basis of particular (perhaps partial or distorted) input. Information that has been processed survives only in dispositional form: "the data persist only implicitly by virtue of the effect they have on what the system knows" (Elman 1993, p. 89). Within the single network at least, "there is no difference between reconstructing a previous state, and constructing a totally new state (confabulating)" (Bechtel and Abrahamsen 1991, p. 64; compare McClelland 1995, pp. 69-70).

Truth in memory is a glaring problem in such a framework. Some connectionist simulations employ supervised learning rules, in which a network is given explicit feedback in response to its output as its weights are adjusted so as to minimize error. The importance of supervised learning in human development is considerable (Strauss and Quinn 1997, pp.76-9): but we cannot always compare our current memories with some independent version of the past. If we could, the postulation of even the dynamic distributed memory trace would be redundant. As Paul Churchland notes, we need "to escape the unreality of an omniscient teacher" (1989, p. 246). But just as the circularity prong of the trace theorist's dilemma (section 2.2 above) has this empirical realization, so the alternative, unsupervised connectionist learning algorithms seem to run the risk of solipsism or scepticism.

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:11

In unsupervised learning, networks must evolve processing strategies which find similarities among inputs, progressively accommodating to their objective distribution (Churchland 1989, pp. 246-8; P.S. Churchland and Sejnowski 1992, pp. 96-7, 202-221). If the charge of solipsism or scepticism has to be met by a guarantee of incorrigible access to the past, as some direct realist critics demand (Turvey and Shaw 1979, p. 178), this influence of the world on the memory system would not be enough. But a fallibilist realist about the past can reject the requirement of certainty.

In unsupervised distributed models, memory systems thus extract information from inputs, becoming attuned, in context-dependent fashion, to what the environment affords. It would be strange if empirical theories of memory described the mind/brain as faithfully retaining or reflecting the past in its full presence, as the demand for epistemologically unquestionable remembering requires. Better metaphors are those of the continual filtering, deformation, revision, and melding of representations over time. Of course truth in memory is a problem, when multiple causes drive any act of remembering. There is seldom a simple, direct transmission from a single past experience through discretely stored inner items to a cleanly defined moment of recall, for each memory is many memories. Outside philosophy and the courtroom, perhaps we only recognise human memory as operating 'normally' when its successes are shot through with instances of forgetting, selection, condensation, interference, and distortion. Yet the experienced sedimentations of memory in the body, and of emotion in memories, make it blindly obvious that the real past, for all its occasional obscurity and its opacity to conscious or complete capture, does affect the present.

3.4 MEMORY, DISTRIBUTED COGNITION, AND SOCIAL SCIENCE

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:12

The conditioning of representations by context, to which McClelland and Rumelhart refer, applies to encoding, 'storage', and retrieval phases alike. Increasing recognition of the context-dependent nature of memory links cognitive psychology with a diverse body of recent work on cognition as 'distributed' across the body and the world as well as the brain. How can we set the connectionist mechanisms of transformation and reconstruction on internal representations into a broader picture of the operation of personal memory in an intricate interpersonal and cultural world? Might the case of memory challenge the easy, institutionally-entrenched idea that cognitive psychology studies the individual mind, while social processes must be treated separately by the social sciences?

If memories are not fixed mental images or discrete items of any kind, permanently stored in the individual mind or brain, then the relatively unstable individual memory may need support from more stable external scaffolding or props. Experience attunes us to certain information or regularities or artifacts which we can exploit in the present. This is not to deny the importance of our capacity sometimes to remember experiences which are not retained in some external medium (section 2 above), but to suggest that we may only understand such capacities fully by attending also to our habitual uses of present resources on which to anchor our versions of the past.

Both cognitive anthropologists and philosophers drawing on dynamical and situated approaches to cognition have suggested the need for such a general framework for memory science to make sense of traces both inside and outside the individual. This is not to collapse the distinction between external and internal representational formats: for a connectionist in particular, the kind of 'storage' mechanisms employed by the brain are quite distinct in format and process from those of most external linguistic or digital systems. The point rather is to see brain traces and external traces as potential parts of temporarily integrated

larger systems, used by us so as more successfully to exploit and manipulate information in the environment. As Andy Clark puts it, "our brains make the world smart so that we can be dumb in peace" (1997, p. 180). Our interaction with different forms of external symbol systems and 'cognitive technologies' may in some contexts alter our cognitive capacities. Culture and technology are products of cognition and action, but in the human case, as Merlin Donald argues, such products in turn "have direct effects upon individual cognition" (1991, p. 10).

So the best explanations of the form and content of specific personal memories may often refer not simply to the past episode itself, but to multiple causes which span internal and external factors. Cognitive scientists cannot legitimately ignore the transmission and transformation of external representations. But, conversely, some explanations in the social sciences of memory will refer to appropriately flexible internal processes of schematization or reconstruction.

This point might counter scepticism among both naturalistic philosophers of mind and a number of sociologists and historians about the very idea of a social ontology of memory. In his account of memories of the Holocaust, James Young prefers to use the term 'collected memory' instead of 'collective memory', because "societies cannot remember in any other way than through their constituents' memories" (1993, p. xi). Discussing the work of the sociologist of memory Maurice Halbwachs, Fentress and Wickham worry that his concept of collective consciousness was "curiously disconnected from the actual thought processes of any particular person", leaving later sociological accounts with the danger of treating the individual as "a sort of automaton, passively obeying the interiorized collective will" (1992, pp. ix-x).

But this embarrassment about social memory may be unnecessary. Halbwachs was indeed critical of the individualism of the psychological theory of his time, but it's arguable that his positive views are closer to the 'active externalism' of recent proponents of the 'extended mind' hypothesis

(section 3.5 below) than to any quasi-Jungian mysticism. What Halbwachs called 'social frameworks of memory' are not the simple product of isolated individual memories, constructed after the fact by combinations of separate reminiscences, but are rather, in part, their source, the instruments used in particular acts of recall. "There is no point in seeking where memories are preserved in my brain or in some nook of my mind to which I alone have access: for they are recalled to me externally" (Halbwachs 1925/1992, p. 38). The people and groups around me normally "give me the means to reconstruct" my memories. There's a sharp contrast, argues Halbwachs, between remembering and "the actual state of isolation" of a dreamer, who isn't capable directly of relying on these frameworks of collective memory: "it is not in memory but in the dream that the mind is most removed from society" (1925/1992, p. 42). Public scaffolding of various forms, in the physical, symbolic, and social environment, can trigger the specific form and content of individual memory (see also Connerton 1989; Olick and Robbins 1998; Winter and Sivan 2000).

The development of the concept of 'schema' provides a positive example of fruitful interdisciplinary relations between psychology and cognitive anthropology. Theorists in both disciplines seek a vocabulary for relations between internal and external memory systems which neither collapses the distinction, nor sees the internal as merely a reflection of the social. When Frederic Bartlett imported the term 'schema' into the psychology of memory from neurophysiology, he worried about its static implications: "I strongly dislike the term 'schema'. It is at once too definite and too sketchy. ... It suggests some persistent, but fragmentary 'form of arrangement', and it does not indicate what is very essential to the notion, that the organised mass results of past changes ... are actively doing something all the time" (1932, p. 201). So for Bartlett, a schema is not a definite or determinate cognitive structure at all, yet it's still a useful construct to capture the simultaneously conservative and creative aspects of memory.

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:14

As an enduring but modifiable set of tendencies or dispositions, a schema may be invoked to explain, for example, the way a story may be normalized in the remembering or retelling, with the schema driving easy inferences to uncertain or untold parts of the story.

Cognitive-psychological accounts of the schema were then implemented in connectionist models in the 1980s. The history of past processing is 'stored' in the (enduring but modifiable) matrix of connection weights of the neural network, and thus influences (in a causally holistic fashion) the ongoing processing of input (Rumelhart, Smolensky, McClelland, and Hinton 1986). Cognitive anthropologists have found this a helpful way to model, simultaneously, both the 'centripetal' forces of cultural reproduction and the competing 'centrifugal' processes of variation and inconsistency. Claudia Strauss and Naomi Quinn, for example, employ connectionist schema theory to show how cultural learning produces responses which are permeated by tradition and yet not rigidly repetitive (1997, chapter 3). The traces culture leaves on individual brains and bodies are not downloaded copies of any specified (or specifiable) cultural instructions, but are dispositions to partial, flexible, and action-oriented responses. The dynamics of intrapersonal memories, feelings, and motives may be quite different from those of interpersonal messages and practices, even if the boundaries between inner and outer are permeable.

3.5 EXTERNAL MEMORY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:14

But how plausible is the idea that there are traces outside the individual, in the world as well as the brain? How seriously can either cognitive or social scientists talk of 'external memory'?

It's no accident that memory is at the heart of recent work on dynamical cognition and the

embodied, embedded, and extended mind. On top of the connectionist focus on the plasticity of superpositionally stored memory traces, various theorists explore forms of interplay or 'coupling' between such flexible internal representations and the (natural and social) environment (see for example Donald 1991; Hutchins 1995; Clark 1997, 2002; Clark and Chalmers 1998; Haugeland 1998; Rowlands 1999; Dennett 2000; Auyang 2000, chapter 6; Giere 2002). Linked in various forms of "continuous reciprocal causation" (Clark 1997, pp. 163-6), brain and world are often engaged in an ongoing interactive dance through which adaptive action results. The vehicles of representation in memory, as well as the processes of remembering, may spread out of the brain and be left in the world. Just as our problem-solving abilities depend in part on "our abilities to dissipate reasoning" by building "designer environments" (Clark 1997, pp. 180, 191), so our capacities to access, manage, and manipulate large bodies of information depend on the technological and cultural symbolic networks we've constructed to plug ourselves into (Donald 1991, pp. 269-360; Rowlands 1999, pp. 119-147).

The claim that 'external memory' is no mere metaphor does not rest on the idea that some external 'representations' (such as information in notebooks) are identical to internal mental representations, provided that they meet certain criteria of accessibility and reliability (as is assumed for example in Adams and Aizawa 2001). Instead, the core idea is that quite disparate internal and external elements can be simultaneously coopted into integrated larger cognitive systems, which have properties distinct from those of either inner or outer elements alone. The external media on which we rely as cognitive scaffolding are, as Clark argues, "best seen as alien but complementary to the brain's style of storage and computation. The brain need not waste its time replicating such capacities. Rather, it must learn to interface with the external media in ways that maximally exploit their peculiar virtues" (1997, p. 220). For example, our internal working memory, with its limited capacity and unreliability, is not duplicated in the various systems of 'exograms' which humans have

produced: "unlike the constantly-moving and fading contents of biological working memory, the contents of this externally-driven processor can be frozen in time, reviewed, refined, and reformatted" (Donald 1991, p. 316). So biological working memory is often best seen as a loop in processes that transform information in external structures (Rowlands 1999).

But different environmental media for the storage, transmission, and transformation of information have their own peculiar virtues. The various kinds of memory scaffolding which humans use, from knots, rhymes, codes, diagrams, slide-rules, and sketchpads to artificial memory techniques, photographs, books, rituals, and computers, have quite different properties, so that the resources of the historian, media theorist, and social scientist may again have a role within cognitive science. While the enduring and expandable nature of some external symbol systems has indeed altered the informational environment in which brains develop, not all such systems are designed to hold information permanently in a context- or medium-independent fashion, and not all systems which are designed to do so actually succeed (Kwint 1999; Renfrew and Scarre 1999). Sciences of the interface will have to deal with heterogeneous mnemonic systems involving tools, labels, and technologies as well as embodied brains. Perhaps lawlike regularities will then be hard to find: critics of the extended mind complain that "there just isn't going to be a science covering the motley collection of 'memory' processes found in human tool use" (Adams and Aizawa 2001, p.61). This, however, is a price other philosophers may be prepared to pay if it encourages a proliferation of informed multidisciplinary narrative case studies of memory in cognition and culture.

BIBLIOGRAPHY

URL: <http://plato.stanford.edu/entries/memory/>
Time: 13:15

Warnock (1987) is a good introduction to a range of issues in the philosophy of memory. Hacking (1995) is a readable and provocative philosophical

and historical account of problems about false memory and personal identity, while Campbell (2003) is an important new philosophical treatment of related issues. Draaisma (2000) and Krell (1990) include interesting and polemical surveys of the history of theories of memory. Carruthers (1990), Small (1997), and Yates (1966) are wonderfully detailed histories of ancient and Renaissance memory techniques and practices, while Sutton (1998) includes a treatment of early modern theories. Engel (1999) and Schacter (1996) are reliable and well-written introductions to the psychology of memory in general: Tulving and Craik (2000) is a thorough handbook on the cognitive psychology and neuropsychology of memory. Fentress and Wickham (1992) and Misztal (2003) include helpful overviews of studies of social memory and collective memory. Fara and Patterson (1998) is a diverse set of essays on memory for a non-specialist readership. Hoerl and McCormack (2001) is a difficult but rewarding collection of interdisciplinary papers on memory and time.

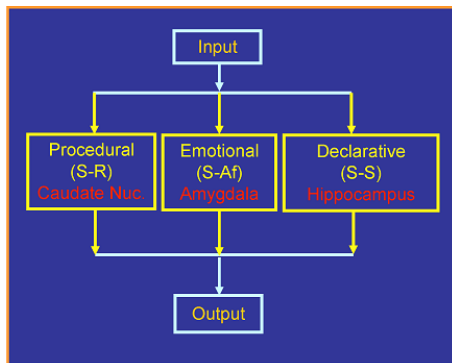
MULTIPLE MEMORY SYSTEMS

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:17

Curator: Dr. Norman M. White, Department of Psychology, McGill University, CANADA

MULTIPLE PARALLEL MEMORY SYSTEMS IN THE BRAIN

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:18



URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:18

The multiple memory systems theory is based on evidence that different kinds of information are processed and stored in different parts of the brain. One version of this idea is illustrated in Figure 1. Neural activity originating in external and internal receptors (Input) flows through several parallel brain systems (shown in yellow), each of which is specialized to extract a different kind of information from the ongoing activity. Each system has a central structure (shown in red) that performs its information processing functions independently of the others. Interactions among

the systems occurs at the level of their inputs which come from many of the same sources, and their outputs which converge to produce thought and behavior.

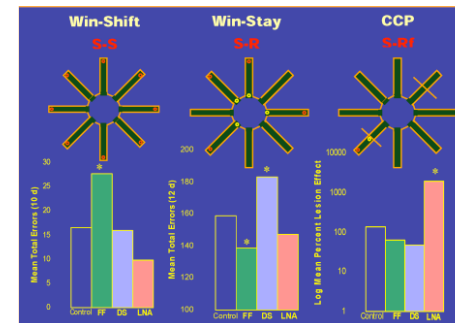
One system, with the caudate nucleus as its central structure, represents constant stimulus-response (S-R) relationships that lead to successful outcomes (i.e., reinforcement such as food or escape from an aversive event). Information processed and stored in this system (called Procedural memory) tends to produce the response whenever the stimulus is encountered (often referred to as "habit learning"). A second system, with the amygdala as its central structure, represents relationships between neutral stimuli and rewarding or aversive emotional states (S-Af, or stimulus-affect associations). This form of memory is also known as Pavlovian, or Classical conditioning. The third system, with the hippocampus as its central structure, represents relationships among stimuli (S-S) and events, or pure cognitive information. This kind of stored declarative information can be used flexibly to generate different behaviors depending on immediate circumstances (or context). In humans, this system may support conscious recollection of previous events. In some situations the converging outputs of the systems may promote similar behaviors or complementary parts of complex behaviors. This is co-operation among the systems. In other situations the systems can promote different behaviors that compete with each other.

The idea that different kinds of information are stored in different parts of the brain originated with the observation that brain damage in humans often has specific effects on the kinds of memories that can be formed and recalled. In perhaps the best known case of this kind, patient HM underwent bilateral excision of a major portion of the temporal lobes of his brain (affecting the hippocampus and related structures) as a treatment for epilepsy. After his surgery, HM was unable to recall current experiences after a few minutes, and could remember only a few events of any kind that had occurred during his lifetime. He was unable to learn to find his way

around in a new neighborhood and could not describe the layout of his apartment (Milner & Penfield, 1955; Milner, 1959). At the same time he learned to solve a simple maze (procedural S-R memory)(Milner et al., 1968) and was able to acquire a conditioned eye blink response (Woodruff-Pak, 1993)(a Pavlovian conditioned response); other patients with medial temporal lobe impairments have acquired normal conditioned fear responses (Bechara et al., 1995). These observations suggest that declarative memory depends on the medial temporal lobes, but that S-R and S-Af memories depend on other part(s) of the brain.

DISSOCIATIONS IN RATS

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:19



URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:19

These three kinds of memory were explicitly dissociated by Packard, Hirsh & White (1989) and by McDonald & White (1993) using rats as subjects. The rats were tested using an 8-arm radial maze (consisting of an octagonal central platform with arms radiating from each side in a sunburst pattern, as illustrated in Figure 2). The rats were hungry and were allowed to forage for food on the maze in three different conditions (shown in Figure 2). Each condition provided the

rat with a different kind of information about the location of food on the maze. Normal rats learned to locate the food easily in all three conditions. However, the ability of rats to locate the food in each condition was severely impaired by specific lesions to a different one of three brain systems (the hippocampus, caudate nucleus (aka dorsal striatum in the rat) and amygdala systems). This finding led to the conclusion that each brain system was critical for processing one of the three kinds of information, but was not required for processing the other two kinds of information.

The Win-Shift task provides the rats with S-S information about the location of the food. In this task a single food pellet is placed at the end of each arm (red dots in Figure 2). A rat is placed on the center platform of the maze and allowed to move around freely. The rat must retrieve each pellet without re-entering arms it has already visited; this requires the rats to remember which arms it has visited as the trial progresses (sometimes called working memory). To do this, the rat must be able to identify the arms. The task is designed to eliminate local cues in the arms and force the rats to rely on visual cues in the maze environment to identify the arms. They do this by acquiring S-S information about the relationships of the arms to the environmental cues, a form of information called a spatial map (O'Keefe & Nadel, 1978). Each arm entry is determined by a flexible combination of the spatial map and working memory of arms already entered (note that this information changes after each arm entry). Performance on the win-shift task was impaired by lesions to the hippocampus or to the fimbria-fornix (a part of the hippocampal system), but not by lesions to the dorsal striatum or amygdala.

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:21

In the Win-Stay task lights at the entrance to each arm inform the rats about the location of the food. Each time a rat is placed on the maze a different set of four randomly selected arms is lit and only those arms contain food. When a rat obtains the pellet at the end of a lit arm a second pellet is placed there. When the second pellet in any arm is eaten the light on that arm is extinguished and no more pellets are placed there. Therefore, the rats obtain 8 pellets by entering each of 4 arms twice. No arm-identification, spatial learning or working memory are required to locate the food. The rat must simply acquire an S-R association in which the arm lights are the stimuli and entering the arm is the response. Every time this sequence is repeated it is followed by reinforcement (eating the food in the lit arm). Performance on the Win-Stay task was impaired by lesions of the dorsal striatum, but not by lesions of the fimbria-fornix or amygdala.

In the Conditioned Cue Preference (CCP) task a rat is confined at the end of an arm with a supply of food. Confining the rat to a small space and preventing it from moving around on the maze has two consequences. First, it prevents the rat from acquiring hippocampally mediated spatial information about the arm location. Second, the rat never learns to run into the arm from the center platform to obtain the food (which is S-R learning mediated by the dorsal striatum). However, the rat can acquire an association between the environmental stimuli visible from the arm and the rewarding consequences of eating the food. On alternate days the rats are confined to another arm on the opposite side of the maze with no food from which they view a different set of stimuli. When given a choice between the food-paired and unpaired arms with no food in either one normal rats chose to spend more time in the food-paired arm, demonstrating a preference for approaching and remaining in the vicinity of food-paired stimuli over responding to stimuli that have not been paired with food. This arm discrimination was impaired by lesions of the amygdala, but not by lesions of the fimbria-fornix or dorsal striatum.

In summary, acquisition of S-S information was impaired by lesions of the hippocampus-system (or by lesions of the hippocampus itself), acquisition of S-R information was impaired by lesions of the dorsal striatum, and acquisition of S-Af information was impaired by lesions of the amygdala. Each of the lesions affected the acquisition of only one kind of information.

The hippocampus, dorsal striatum and amygdala do not process or store information in isolation; each of these structures performs these functions together with numerous other afferent and efferent brain areas that constitute systems (this idea is illustrated in Figure 3). The triple dissociation suggests that the hippocampus, dorsal striatum and amygdala are the central structures in three information processing memory storage systems which may operate simultaneously and in parallel with at least some degree of independence.

DISSOCIATIONS IN HUMANS

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:21

Research in humans using a variety of perceptual, motor, and cognitive learning tasks has provided evidence of dissociations between different forms of memory that are parallel to the findings with rats. In a study of perceptual skill learning, people were trained to read words presented in mirror-reversed text and their reading speed was measured (Cohen & Squire, 1980). Normal participants improved their mirror reading skill with practice, and when tested afterwards were able to recognize correctly which words they had seen during training. People who were amnesic (due to Korsakoff's syndrome, thalamic damage, or electroconvulsive therapy) showed normal learning of the skill; however, they were impaired at recognizing the words that they had seen during training. The opposite pattern was observed in patients with Huntington's disease, which damages the striatum (or caudate nucleus); these patients were impaired at learning the mirror-

reading skill but had no problem remembering the words (Martone et al., 1984). Similar dissociations have been observed in motor skill learning (Heindel et al., 1989). These findings dissociate declarative and procedural memory in humans, suggesting they have the similar anatomical substrates as in rats.

Other studies have examined classification learning using a "weather prediction" task. Participants were trained to classify stimuli (sets of shapes) into one of two categories by making different responses for "rain" or "sunshine" based on trial-by-trial feedback or reinforcement, consisting of information about whether or not their response was "correct". To make cognitive learning of the correct predictions difficult the feedback was inconsistent (or probabilistic) while still providing sufficient repeated reinforcement of the correct response to produce S-R learning. Initial studies of amnesic patients with damage to the medial temporal lobe (including the hippocampus) showed they were able to learn the classification task as well as normal controls (Knowlton et al., 1996), though more recent studies with younger amnesiacs have qualified this conclusion (Hopkins et al., 2004). Patients with Parkinson's disease (which disrupts the dopamine system and affects the striatum) were unable to learn the classification task, but recalled details of the task normally (Knowlton et al., 1996). These findings constitute another double dissociation of declarative and procedural memory and their anatomical substrates, the hippocampus and caudate nucleus, in humans.

When normal participants learned the weather prediction task while undergoing fMRI imaging of brain activity, activation of the caudate nucleus increased while activation of the hippocampus decreased (Poldrack et al., 2001). When the feedback learning version of the task was compared to a version in which subjects learned by observation of the correct pairings with no feedback, the hippocampus was more active and the caudate nucleus was less active. These results suggested that the caudate may play a particular role in the processing of reinforced S-R (feedback) learning, and subsequent studies have

confirmed this by showing that patients with Parkinson's disease are impaired at learning by feedback but normal at learning the same information by observation (Shohamy et al., 2004).

In another study, a patient with Urbach-Weithe disease, which primarily affects the amygdala, and a patient with Alzheimer's disease were compared on a Pavlovian conditioning task. The patients were shown a series of colored slides; one color was followed by an electric shock, which produces an unconditioned change in skin conductance. Subsequent presentation of the colored slide that appeared just before the shock to a normal participant produced a conditioned increased skin conductance in the absence of the shock (Pavlovian conditioning, or S-Af learning). This conditioned response did not occur in the Urbach-Weithe patient; however he was able to recall details of the experimental situation. The Alzheimer's patient acquired a normal conditioned response to the colored slide, but was unable to recall details of the experimental situation (Bechara et al., 1995). These observations dissociate hippocampus-based declarative memory from amygdala-based Pavlovian conditioning, corresponding to the dissociation of these two kinds of information processing in rats.

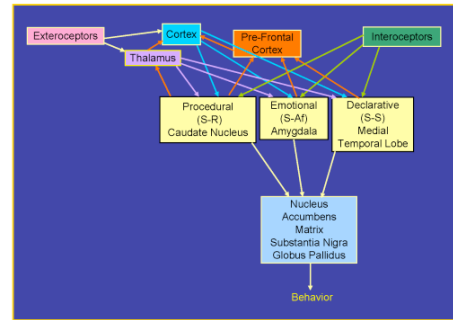
Other similar dissociations of processing/memory for different kinds of information in both humans and rats have been reported.

CO-OPERATION AND COMPETITION AMONG MEMORY SYSTEMS

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:23

As shown in Figure 2, performance of the Win-Stay task was impaired by lesions of the caudate nucleus but was significantly improved compared to the performance of normal rats by lesions of the fimbria fornix. This improvement in performance produced by the fimbria-fornix lesions is attributed to competition between the outputs of the dorsal striatum and hippocampal memory systems. As suggested by the impaired win-stay performance of the rats with caudate lesions, the caudate system is critical for learning to respond to the lights. At the same time, the hippocampus was independently acquiring information about the spatial location of the food, as suggested by the effect of lesions to this system on performance of the win-shift task. However, most or all of the spatial information about the location of the food acquired on any given trial was wrong on the next trial because the lights and food were moved to different randomly selected arms on every trial. Therefore, in normal rats information acquired by the hippocampus system on one trial would tend to produce errors on the next trial. This tendency would compete with and interfere with the tendency to enter lit arms promoted by output from the caudate system. Eliminating hippocampus-based learning with lesions of the fimbria-fornix eliminated this source of errors and improved performance on the task. It has also been shown that putting a curtain around the maze during win-stay training improves performance because it attenuates the spatial cues, reducing their influence on the rats' behavior.

URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:23



URL: http://www.scholarpedia.org/article/Multiple_memory_systems
Time: 13:23

A number of other examples of competition among memory systems have been reported, both in rodents and in humans (Poldrack & Packard, 2003). Figure 3 is a diagram of how these competitive interactions may occur. According to this scheme information about the external world is transduced into neural activity by exteroceptors and transmitted to the directly and via the thalamus to sensory areas of the cerebral cortex. These cortical areas transmit information to the central structures of all three memory systems. The systems also receive information from interoceptors about deprivation states, rewarding and aversive states, and internal states produced by hormones and drugs. The internal microstructure of each system is specialized to represent certain kinds of relationships among these inputs. These informational relationships are instantiated by S-S, S-R and S-Af associations.

The relational information in any situation is likely to correspond most closely to the information processing specialization of one of the systems, so that system is likely to provide the most coherent representation of the situation. In turn the system with the most coherent representation of a situation is likely to store that representation. When the situation is encountered on a future occasion, the stored representation is activated and conditions the information arriving at the system, producing a learned behavior (i.e., one that is influenced by the organism's previous

experience in the situation).

As shown in Figure 3, the outputs of the systems converge on high level motor output structures. The system with the most coherent representation produces the strongest output and wins the competition for control of behavior. However, as discussed in the case of competition between spatial and S-R learning in the win-stay task, another system with a less coherent representation of the situation can also produce output that is sufficiently strong to influence behavior, often to the detriment of optimal responding in the situation (White & McDonald, 2002).

The model operates on the assumption that there is no direct transfer of information among the systems. However, as shown in Figure 3, all of the systems have outputs that reach the cortex, via either the pre-frontal cortex or the anterior thalamus. This output could affect the cortex, conditioning the way it represents incoming information on future occasions. Since all of the systems receive information from the same parts of the cortex, it is possible for output from one system to condition information that later reaches another system. In this way the systems could influence each other via the cortex without exchanging information directly.