

Vorlesung Motivation, Emotion, Volition
Modul A2

Aktivierungstheoretische Ansätze und Neugiermotivation

Prof. Dr. Thomas Goschke

Überblick

Aktivationskonzept

Retikuläres aktivierendes System

Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus

Sensorische Deprivation

Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“

Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Das Erregungs- / Aktivationskonzept (arousal)

Koma – Schlaf – Wachheit – konzentrierte Aufmerksamkeit – Stress - Panik

- Kontinuum der Wachheit
- Kontinuum der Konzentriertheit
- Kontinuum der „Energetisierung“ (z.B. Höchstleistungen im Sport)

Definitionen

- „Arousal refers to the mobilization or activation of this energy that occurs in preparation or during actual behavior“ (Deckers, 2001)
- „Arousal is the activation of the brain and the body. When we are aroused, body and brain are in a state of readiness, so that we are prepared to engage in adaptive behavior“ (Franken, 2002)

Komponenten der Aktivierung: Subjektive Erregung

Subjektives Gefühl der Erregung oder Energetisierung

Messung mittels Ratingskalen

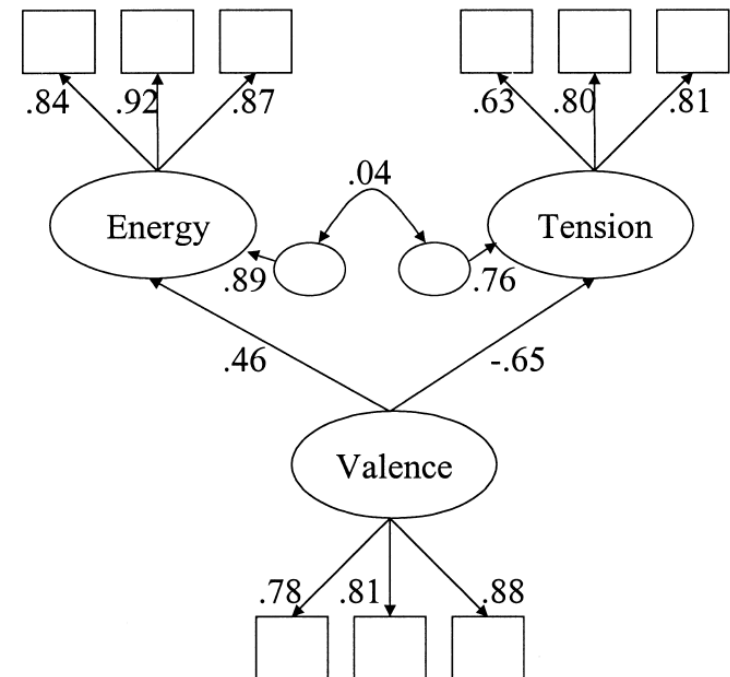
Energetische Erregung (positive affektive Tönung)

– schläfrig/ müde/ dösig vs. wach/ aufmerksam/ munter

Angespannte Erregung (negative affektive Tönung)

– gelassen / entspannt/ ruhig vs. ruhelos/ angespannt/ nervös

Strukturgleichungsmodell:
Zusammenhänge zwischen
energetischer und angespannter
Erregung und emotionaler Valenz



Komponenten der Aktivierung: Aktivierung des sympathischen Nervensystems

Erhöhung der Herzrate u. Konstriktion der Blutgefäße → Erhöhte Durchblutung

Leber setzt Glukose frei → erhöhte Energieversorgung

Erhöhte Ausschüttung roter Blutkörperchen → mehr Sauerstoff

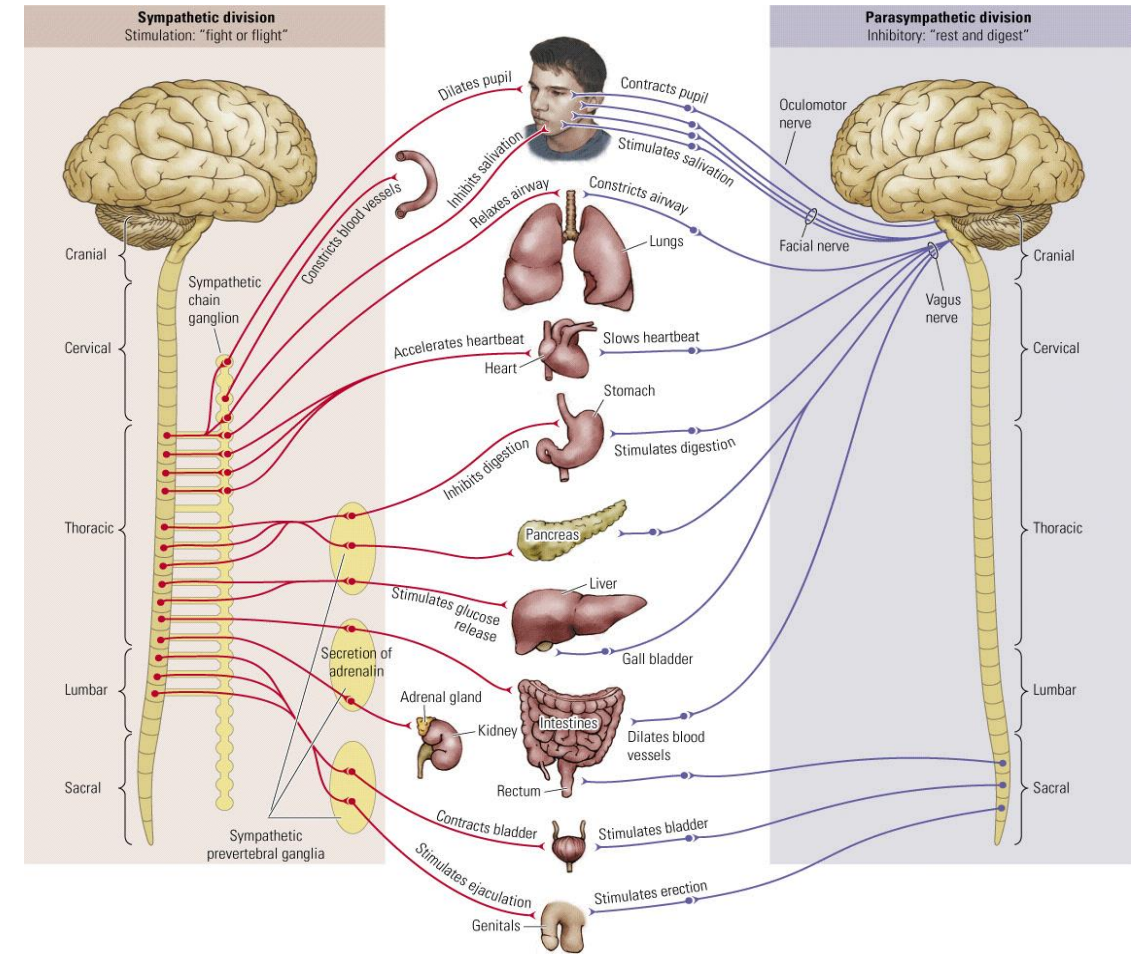
Verdauung wird gestoppt

Fett wird in Blutstrom gelassen → mehr Energie

Erhöhte Atemfrequenz → bessere Kühlung bei Anstrengung

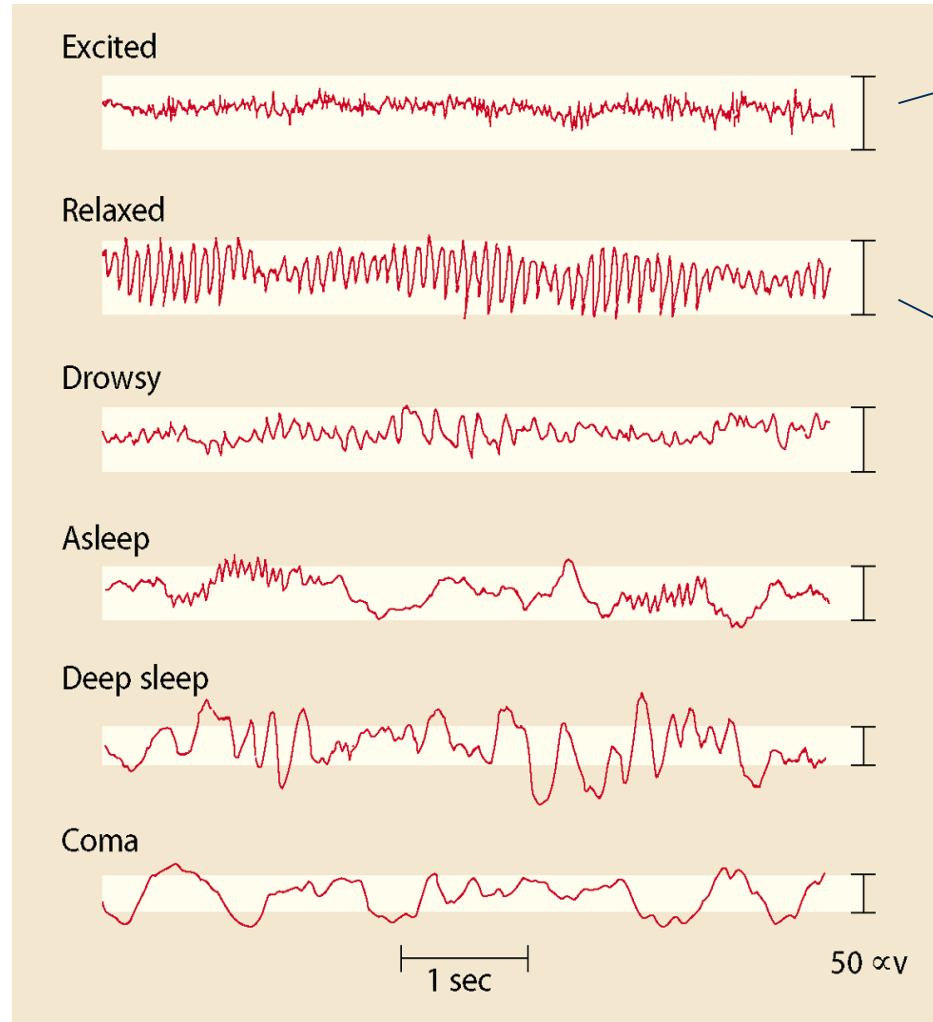
Erhöhte Muskelspannung

Verbesserte Sinneswahrnehmung



© Palgrave Macmillan

Komponenten der Aktivierung: Elektrokortikale Indikatoren



Aktivierung / Aufmerksamkeit

- Alpha-Desynchronisation (Beta-Wellen)
- Reduzierte Amplitude
- Erhöhte Frequenz

Entspannte Ruhe

- Alpha-Wellen
- synchrone Aktivität

Überblick

Aktivationskonzept

Retikuläres aktivierendes System

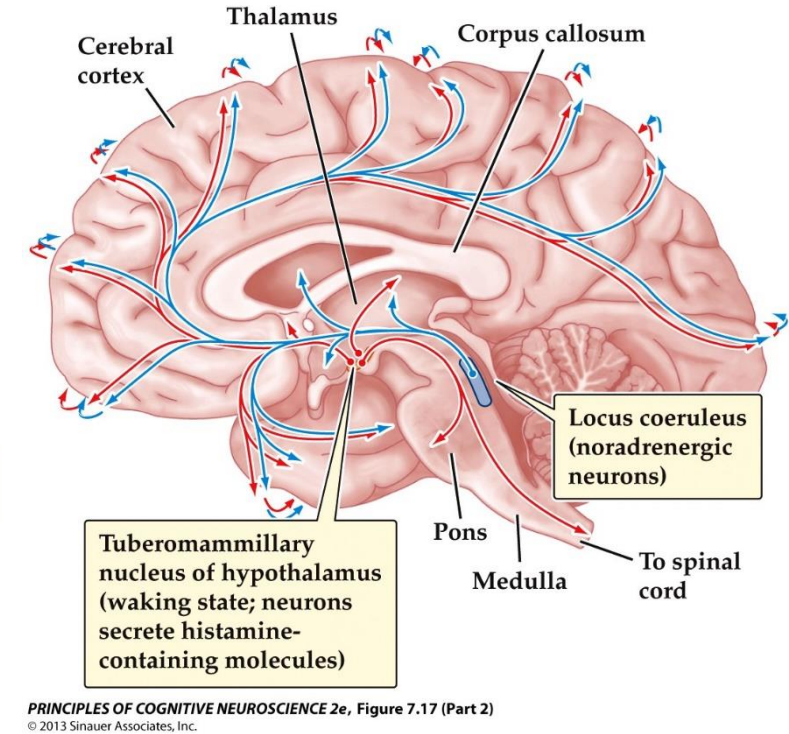
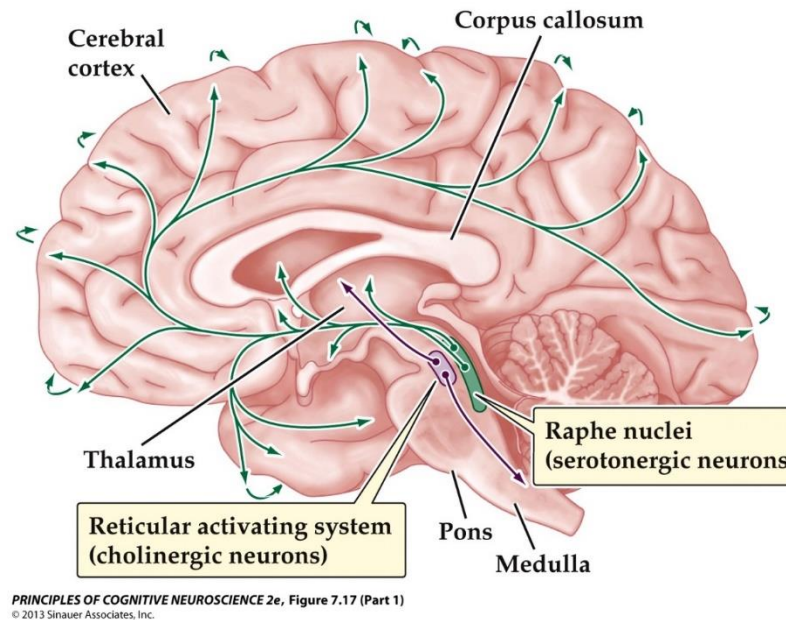
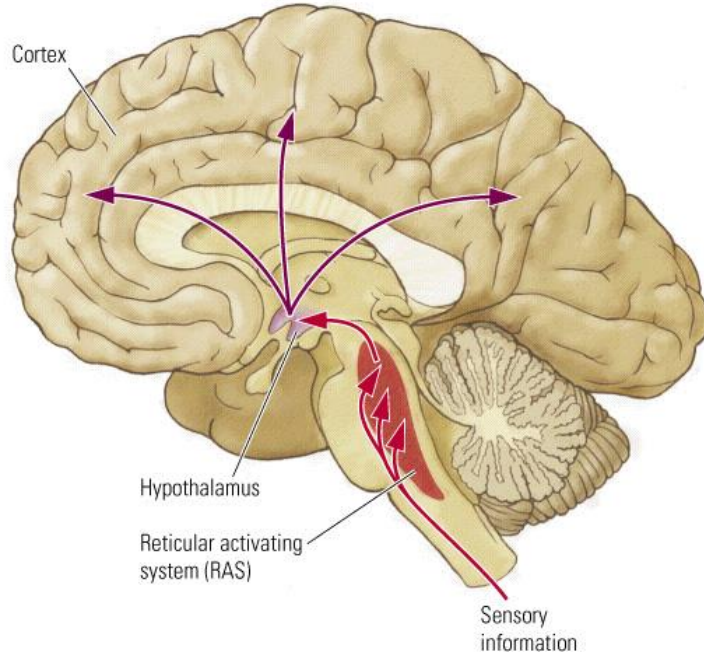
Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus

Sensorische Deprivation

Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“

Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Retikulärformation und Regulation des kortikalen Erregungsniveaus

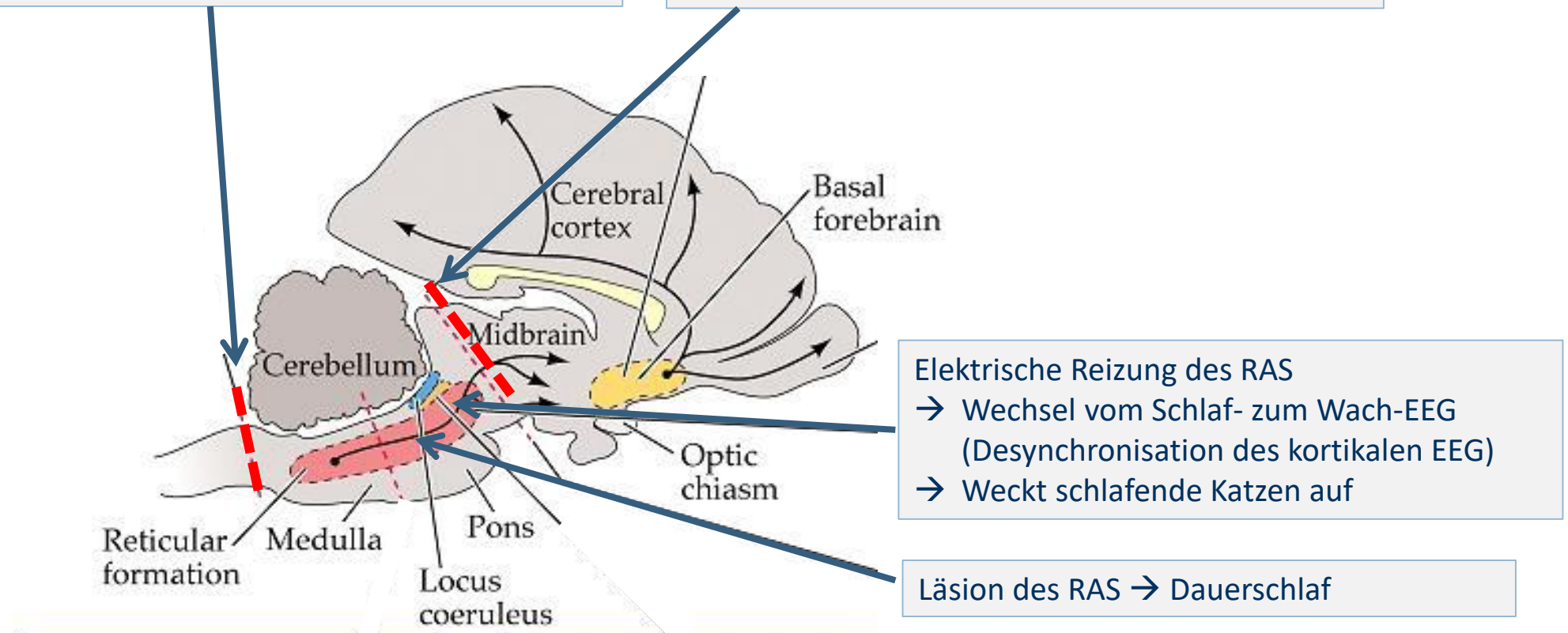


- *Retikulärformation*: Gruppe von Nervenzellen im Hirnstamm, die an der unspezifischen Aktivierung weiterer Bereiche des Neokortex und der Regulation des Wachheitszustands beteiligt ist
- Ebenfalls relevant für die Regulation des Aktivations- und Wachheitszustands sind noradrenerge Neurone im Locus coeruleus und serotonerge Neurone in den Raphé-Kernen

Evidenz für ein Retikuläres Aktivierungssystem (RAS)

- Durchtrennung des Hirnstamms von Katzen zwischen Medulla u. Rückenmark = Unterbrechung afferenter sensorischer Bahnen
→ Direktreizung des RAS führt immer noch zu Wach-EEG

- Durchtrennung des Hirnstamms hinter dem RAS = Unterbrechung der Bahnen vom RAS zum Kortex
→ Dauerhaftes Slow-Wave-Schlaf-EEG
→ Direktreizung führt nicht mehr zu Wach-EEG



Probleme des unspezifischen Aktivationskonzepts

Reaktionsspezifität

- Wenn es *ein* unspezifisches Aktivierungssystem gibt, sollten verschiedene Indikatoren der Aktivierung (subjektive Erregung; Herzfrequenz; Hautleitfähigkeit; EEG; Anspannung des Stirnmuskels; spontane Lidschlaghäufigkeit) untereinander hoch korreliert sein
- Tatsächlich korrelieren Aktivationsindikatoren aber häufig nicht oder gering (sog. „Reaktionsspezifität“) (Lacey, 1967; Neiss, 1988) und variieren je nach Art der aktivierenden Situation sogar gegenläufig
- Personen können individuell unterschiedliche Muster psychophysiologischer Reaktionen zeigen

Aktivation als multidimensionales Konstrukt

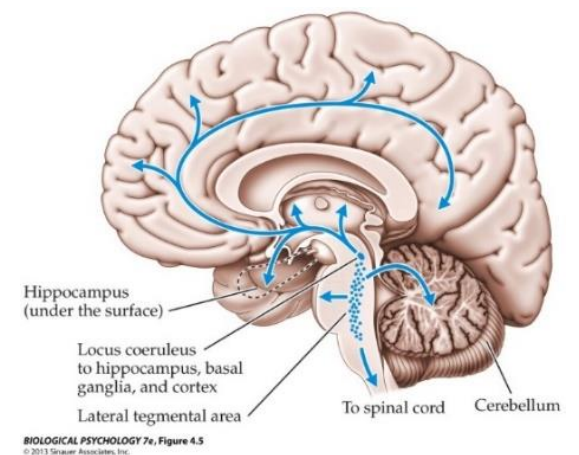
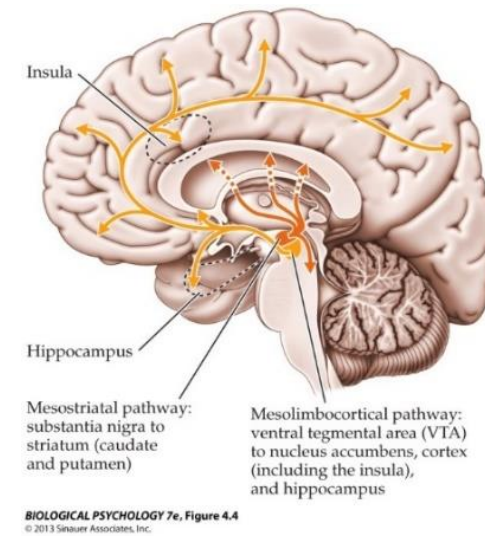
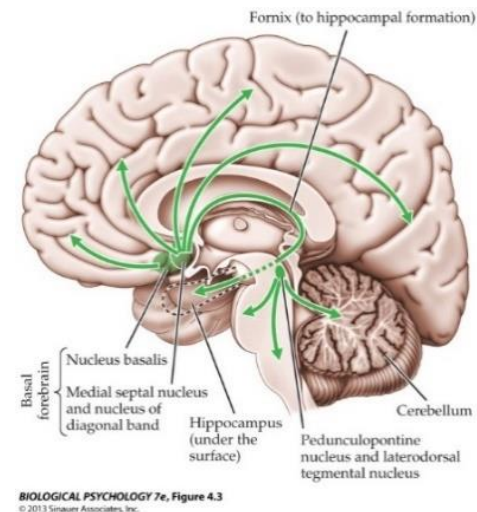
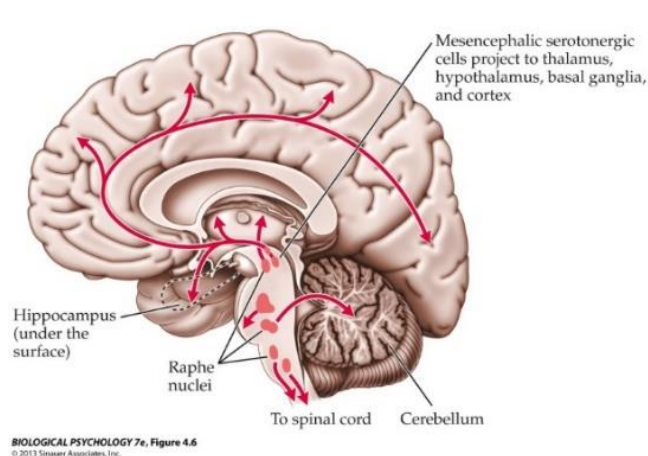
- Effekte des Aktivationsniveaus auf die kognitive Leistungsfähigkeit sind durch multiple Teilprozesse bedingt (z.B. sensorische Erregbarkeit, Aufmerksamkeitsfokussierung, Konzentration, affektive Reaktionen)
- Aktivation umfasst multiple (physiologische, affektive, kognitive) Aspekte

Multiple neuromodulatorische Systeme beeinflussen unterschiedliche Aspekte des Aktivationsniveaus

Diverse Zellgruppen im Hirnstamm modulieren unterschiedliche Aspekte kortikaler Erregbarkeit und Informationsverarbeitung

Diese Effekte sind über verschiedene Neurotransmittersysteme (Dopamin, Noradrenalin, Serotonin, Acetylcholin) vermittelt, die weitflächig in kortikale Regionen projizieren

Effekte hängen u.a. ab von (a) jeweiligem Neurotransmitter, (b) der Zielregion, (c) unterschiedlichen Rezeptortypen, (d) tonischer vs. phasischer Aktivität



Multiple Hirnstammkerne sind an der Aktivationsregulation beteiligt

Table 7.1 Brainstem Nuclei That Regulate Sleep and Wakefulness

BRAINSTEM NUCLEI RESPONSIBLE	NEUROTRANSMITTER INVOLVED	ACTIVITY STATE OF THE RELEVANT BRAINSTEM NEURONS
Wakefulness		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Active
Locus coeruleus	Norepinephrine	Active
Raphe nuclei	Serotonin	Active
Tuberomammillary nuclei	Orexin (histamine)	Active
Non-REM sleep		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Decreased
Locus coeruleus	Norepinephrine	Decreased
Raphe nuclei	Serotonin	Decreased
REM sleep on		
Cholinergic nuclei of pons-midbrain junction	Acetylcholine	Active
Raphe nuclei	Serotonin	Inactive
REM sleep off		
Locus coeruleus	Norepinephrine	Active

PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Table 7.1
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Cholinerge Bahnen

Neurotransmitter: Acetylcholin

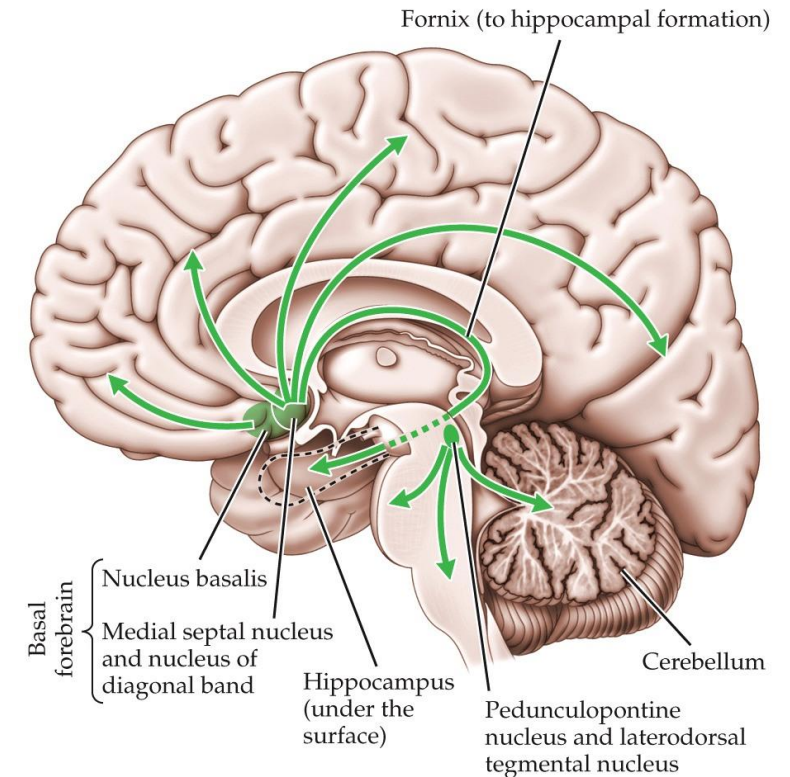
Ursprung: Neurone in Pons und basalem Vorderhirn

Stimulation → Wach-EEG

Blockierung → reduzierte Aktivierung

u.a. relevant für Gedächtnisprozesse (Modulation der Erregbarkeit von Neuronen im Hippokampus)

Absterben cholinergischer Neurone und Acetylcholin-Reduktion wird mit Alzheimer-Krankheit assoziiert



BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 4.3
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Dopaminerge Bahnen

Nigrostriatales System

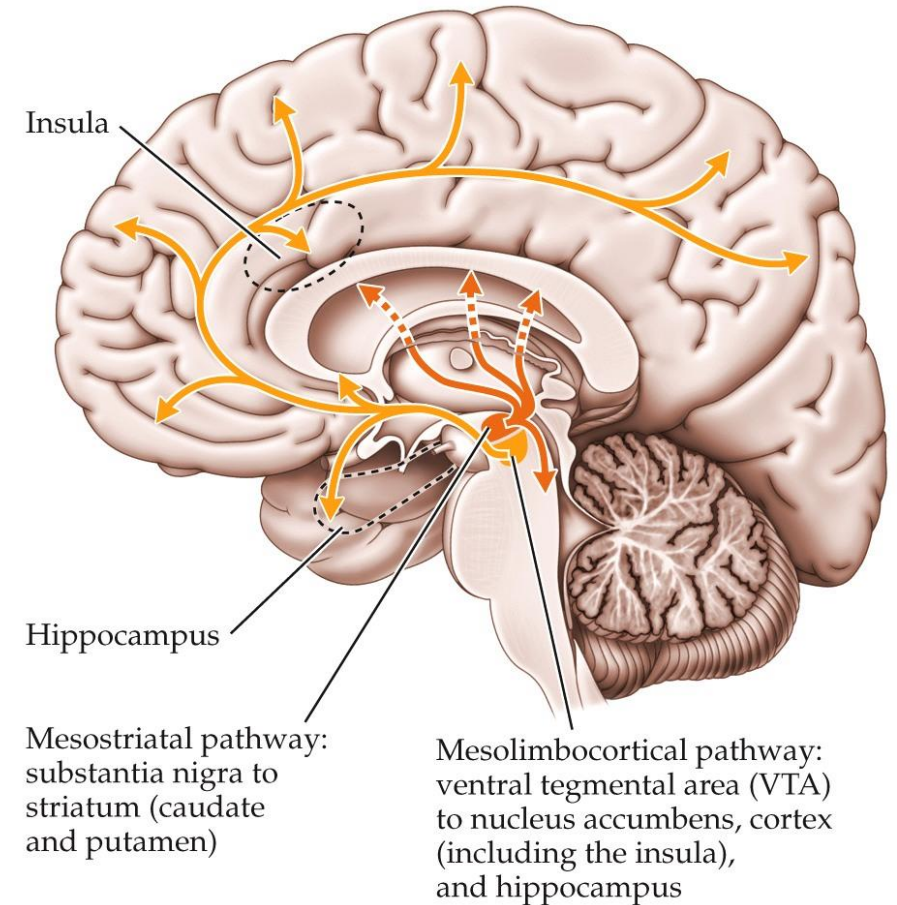
- Substantia nigra → dorsales Striatum
- motorische Funktionen
- Rolle bei der Parkinson-Krankheit

Mesolimbisches System

- Ventrales Tegmentum (Mittelhirn) → Vorderhirn/limbisches System (Amygdala, Hippokampus, Nucleus accumbens)
- Anreizmotivation; Belohnungseffekte

Mesokortikales System

- Ventrales Tegmentum → präfrontaler Kortex
- Modulation von Arbeitsgedächtnis und kognitiven Kontrollfunktionen



BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 4.4
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

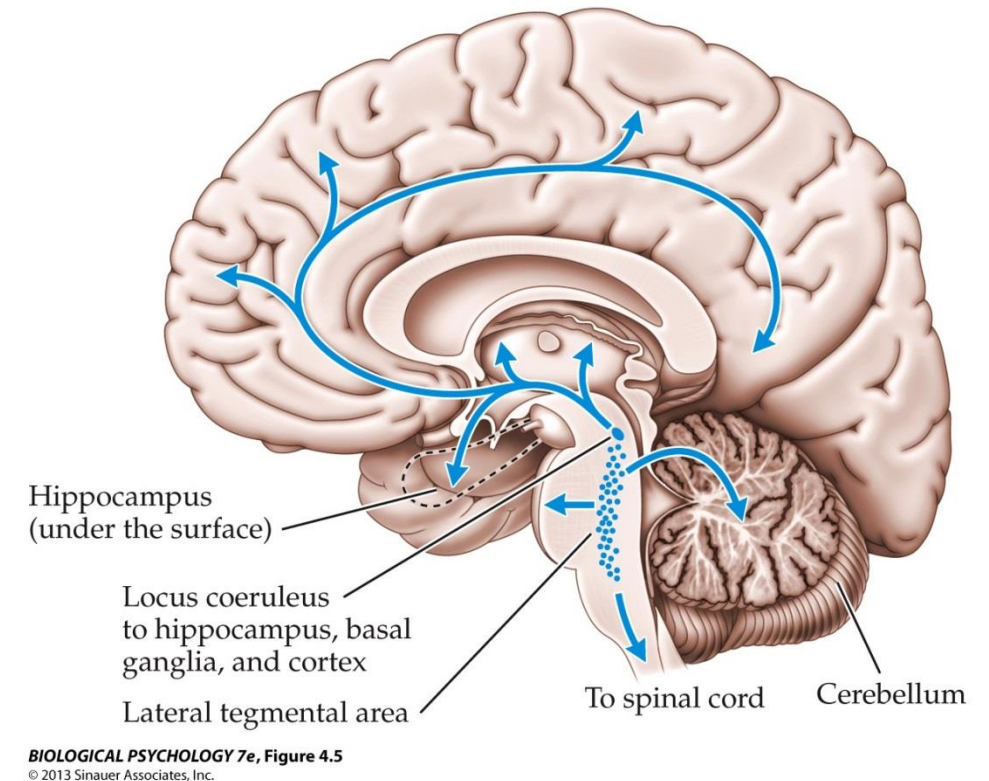
Noradrenerge Bahnen

Projektionen von Locus coeruleus in viele kortikale Regionen

Stimulation → erhöhte kortikale Erregung
(Aufmerksamkeit; Vigilanz; verbesserter Signal-Rausch-Abstand)

LC-Neurone sind besonders aktiv, wenn Organismus wach ist oder Stressreize verarbeitet werden; inaktiv im Schlaf

NA-Agonisten (z.B. Amphetamin) → Erregtheit u. Schlaflosigkeit



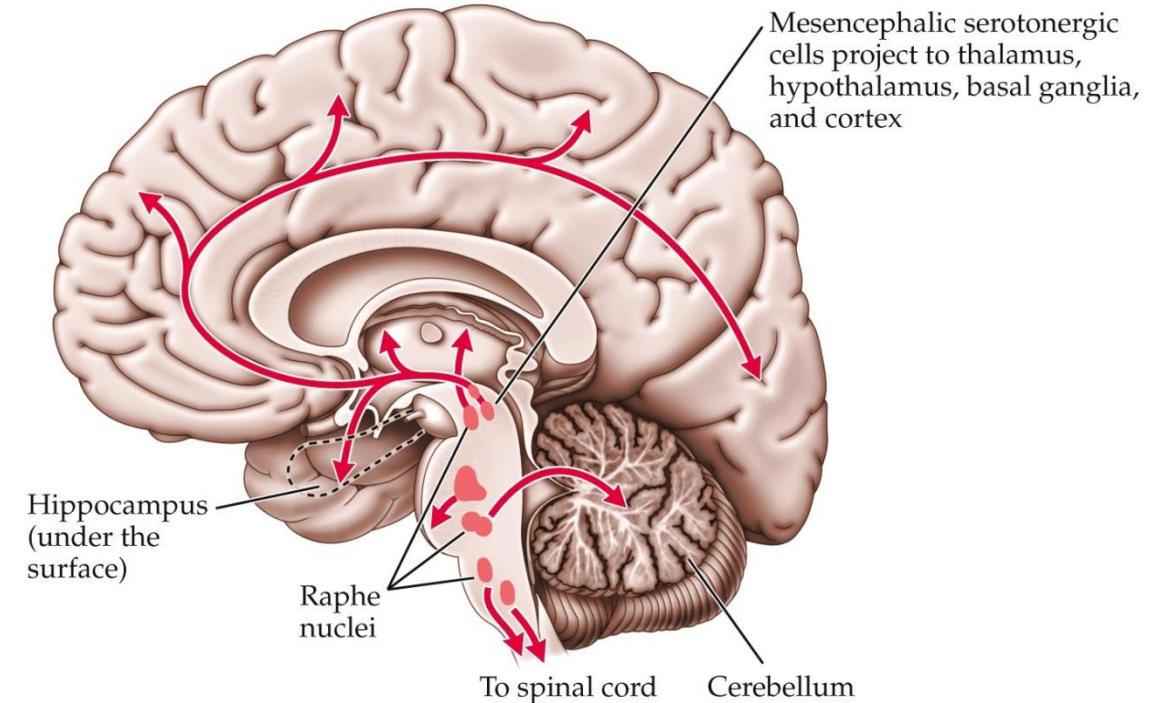
Serotonerge Bahnen

Ursprung: Raphé-Kerne

Projektionen in viele kortikale Regionen

u.a. beteiligt an

- Emotionsregulation
- Responsivität für negative emotionale Reize u. Angstverarbeitung
- Verhaltenshemmung vs. Impulsivität



BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 4.6
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Überblick

Aktivationskonzept

Retikuläres aktivierendes System

Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus

Sensorische Deprivation

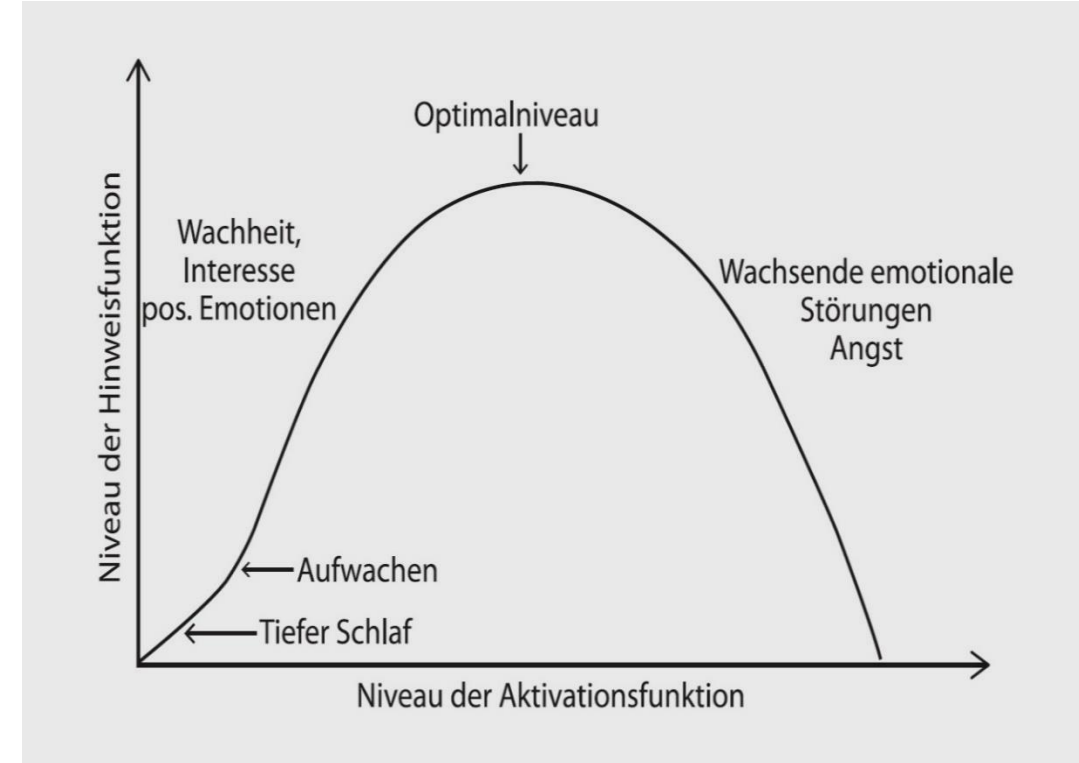
Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“

Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Hebbs Aktivierungstheorie und die Hypothese eines optimalen Aktivierungsniveaus

Kognitive Prozesse beruhen nach Hebb darauf, dass Neuronengruppen in geordneter Abfolge feuern (sog. Phasensequenzen)

- Geringe Abweichung vom optimalen Aktivationsniveau als Folge mäßiger Inkongruenz, Neuheit oder Komplexität ist angenehm → Neugier, Interesse, Exploration
- Stimulation weit über dem optimalen Niveau (sehr unerwartete, diskrepante oder intensive Reize) ist aversiv und motiviert Vermeidungsverhalten und führt im Extrem zur Desintegration des Verhaltens (Panik)
- Stimulation weit unterhalb des optimalen Niveaus ist ebenfalls aversiv und motiviert Suche nach Stimulation
- Organismen sind bestrebt, ein mittleres Aktivationsniveau herzustellen und aufrechtzuerhalten



(Hulls Konzept eines unspezifischen Triebs wurde durch Annahme unspezifischer Aktivierung ersetzt)

Folgen eines zu niedrigen Aktivationsniveaus: Sensorische Deprivation

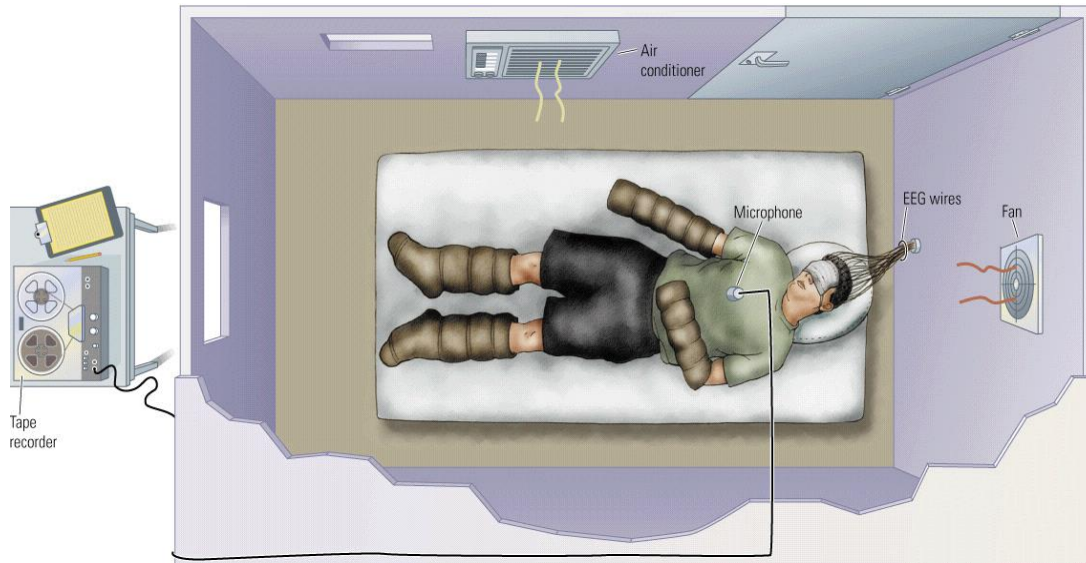
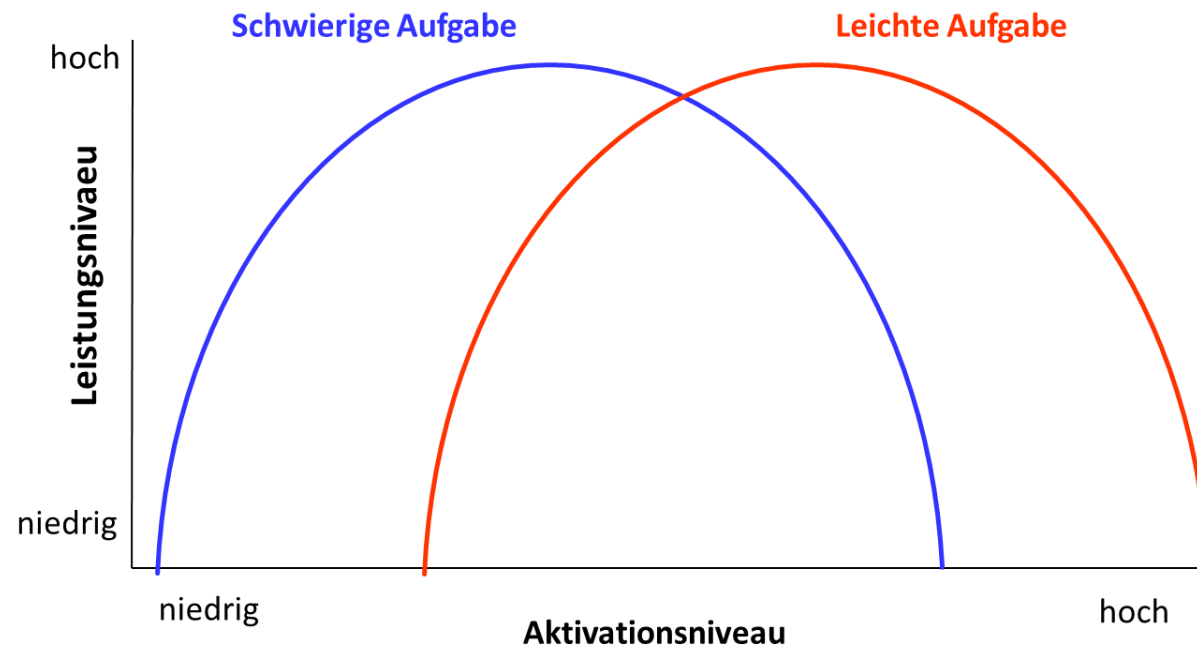


Abb. 15: Graphische Darstellung eines Zimmers zur Einschränkung der sinnlichen Wahrnehmung. Die Versuchsperson liegt auf einer Pritsche, trägt eine Schutzbrille und Stulpenhandschuhe über ihren Händen und Unterarmen. Über ihrem Kopf sind ein Ventilator und zu den Füßen eine Klimaanlage installiert. Weiter sind Mikrofon und Lautsprecher zu sehen. Zeichnung nach Heron, H.: Cognitive and physiological effects of perceptual isolation, in: P. Solomon et al. (Eds.): Sensory deprivation, Cambridge: Harvard University Press, 1961, S. 6 - 33, S. 9, Abb. 2 - 1.

- Nach längerer sensorischer Deprivation zeigten Probanden Beeinträchtigungen intellektueller Fähigkeiten bis hin zu Halluzinationen
- Normalerweise langweilige Informationen wurden begierig aufgenommen
- Großteil der Probanden brach Versuch trotz hoher Bezahlung am 2. oder 3. Tag ab

Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-"Gesetz" (1908)

- *Annahme 1*: Leistungsfähigkeit ist am höchsten bei mittlerem Aktivationsniveau
- *Annahme 2*: Das optimale Aktivationsniveau ist bei leichten Aufgaben höher als bei schwierigen Aufgaben
- *Vorhersage*: Bei einfachen Aufgaben fördert ein höheres Aktivationsniveau die Leistung (solange das optimale Niveau nicht überschritten wird), während bei schwierigen Aufgaben ein niedrigeres Aktivationsniveau die Leistung fördert (solange das optimale Niveau nicht unterschritten wird)



Experimentelle Belege

In zahlreichen Experimenten wurde variiert:

- Aktivationsniveau (z.B. Stärke elektrischer Schocks; Trait-Ängstlichkeit)
- Aufgabenschwierigkeit

Ergebnisse:

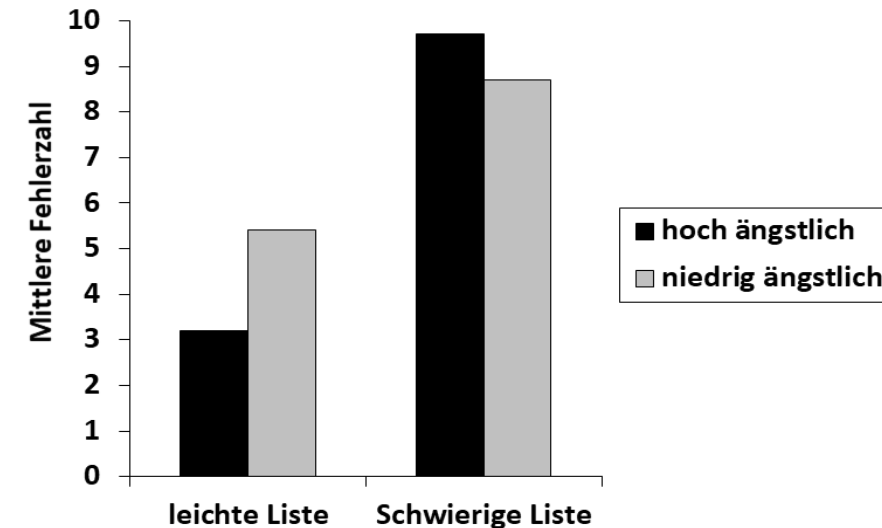
- Leichte Aufgaben: bessere Leistung bei hoher Aktivierung
- Schwere Aufgaben: schlechtere Leistung bei hoher Aktivierung

Kritik:

- Bei nur zwei Abstufungen des Aktivationsniveaus kann die Hypothese nur bedingt überprüft werden, da nicht eindeutig festgestellt werden kann, ob das induzierte Aktivationsniveau unter oder über dem Optimum liegt → jedes Befundmuster kann post-hoc mit dem Yerkes-Dodson-Modell „erklärt“ werden

Gedächtnisleistung und Ängstlichkeit

Spence, Taylor & Ketchel, 1956



Aufmerksamkeitstheoretische Erklärungen des Yerkes-Dodson-Gesetzes

Easterbrook's (1959) Cue Utilization Theory

Annahme

- Zu einem Zeitpunkt kann nur begrenzte Informationsmenge verarbeitet werden
- Je höher das Aktivationsniveau, umso enger ist der Aufmerksamkeitsfokus

Erklärung des Yerkes-Dodson-Prinzips

- Moderate Erhöhung der Aktivierung → Fokussierung auf relevante Reize und Ausblenden irrelevanter Reize → bessere Leistung
- Zu hohe Aktivierung → extrem verengter Aufmerksamkeitsfokus → auch relevante Reize werden nicht mehr verarbeitet → schlechtere Leistung
- Schwierige Aufgaben erfordern Verarbeitung einer größeren Zahl von Reizen und komplexeren Informationen → daher ist optimales Aktivationsniveau niedriger als für leichte Aufgaben

Alternative Erklärungen des Yerkes-Dodson-Gesetzes II

Informationsverarbeitungsmodell (Humphreys & Revelle, 1984)

Zwei Informationsverarbeitungsprozesse

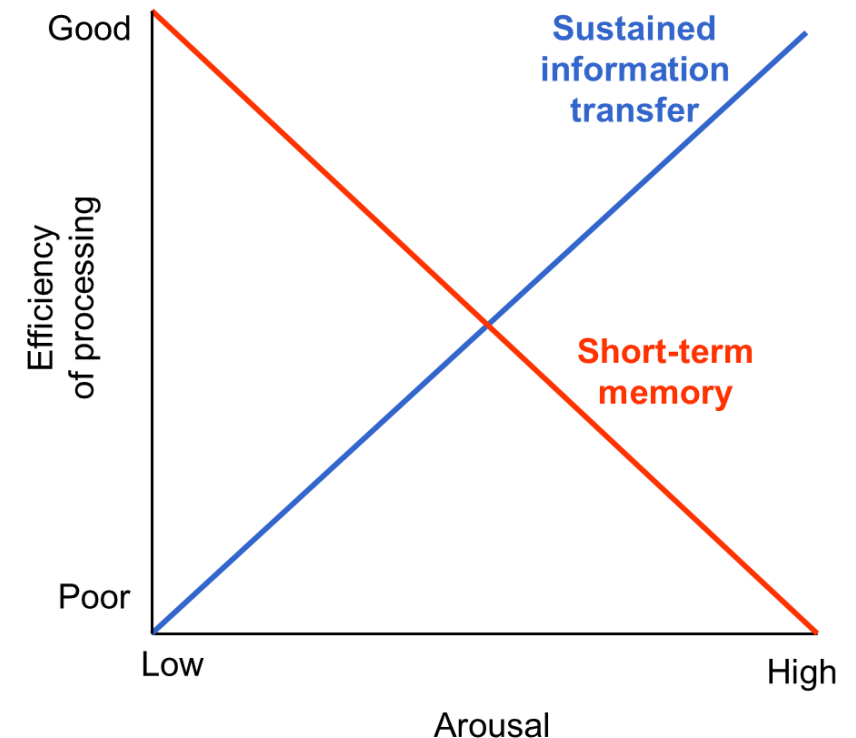
- *Sustained information transfer (SIT)*: automatische Reizverarbeitung und Reaktionsaktivierung
- *Short-term memory (STM)*: aktive Aufrechterhaltung und Manipulation relevanter Information im Arbeitsgedächtnis

Aufgabenschwierigkeit

- Leichte Aufgaben können durch automatische Prozesse gelöst werden
- Schwierige Aufgaben beanspruchen das Arbeitsgedächtnis

Erhöhung des Aktivationsniveaus

- verbessert automatische Verarbeitung
- verschlechtert Arbeitsgedächtnisleistung



Fazit

- Aktivierende Systeme im Hirnstamm
- Das Aktivationskonstrukt und Annahme eines zentralnervösen Erregungsniveaus lösten Hulls Konzept eines unspezifischen Triebes ab
- Annahme eines optimalen Aktivierungsniveaus (umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen Aktivierung und Leistung)

Überblick

Aktivationskonzept

Retikuläres aktivierendes System

Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus

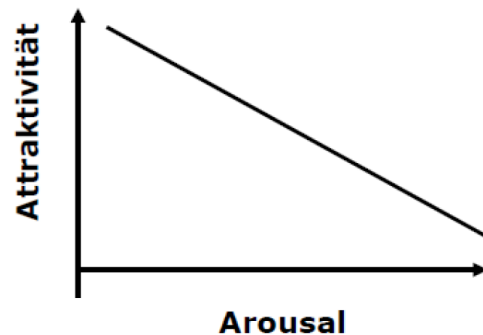
Sensorische Deprivation

Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“

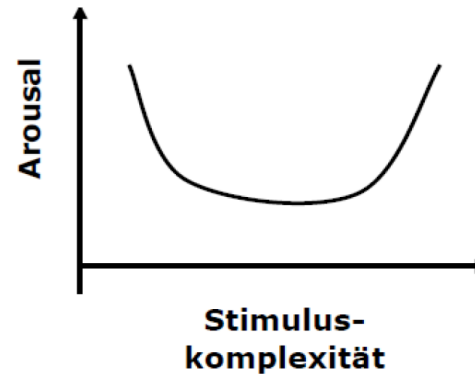
Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Berlyne's Aktivierungstheorie: Kollative Variablen und Anregungspotenzial

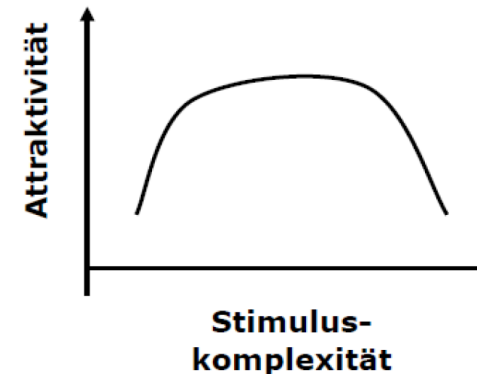
- Aktivationsniveau resultiert aus einem Vergleich von Reizinformation mit gespeicherten Gedächtnisinhalten
- Inkongruenz mit Vertrautem oder Erwartetem erhöht das Aktivationsniveau
- Das Anregungspotenzial (*arousal potential*) eines Reizes wird durch sog. kollative Variablen („Vergleichsvariablen“) bestimmt: Neuigkeit, Veränderung, Ungewissheit, Konflikt, Komplexität, Überraschungsgehalt



- niedriges Aktivationsniveau wird als angenehm erlebt
- Erhöhung eines zu niedrigen oder Verringerung eines zu hohen Anregungspotenzials wirkt belohnend



- zu niedriges oder zu hohes Anregungspotenzial führt zu hoher Aktivierung
- mittleres Anregungspotenzial bewirkt niedrige Aktivierung
- Organismen präferieren Stimulation mit mittlerem Anregungspotenzial



- zu niedriges oder zu hohes Anregungspotenzial von Reizen ist aversiv
- mittleres Anregungspotenzial wird als angenehm erlebt

Anregungspotenzial, Aktivationsniveau und Affekt

Aktivationsniveau → Affekt

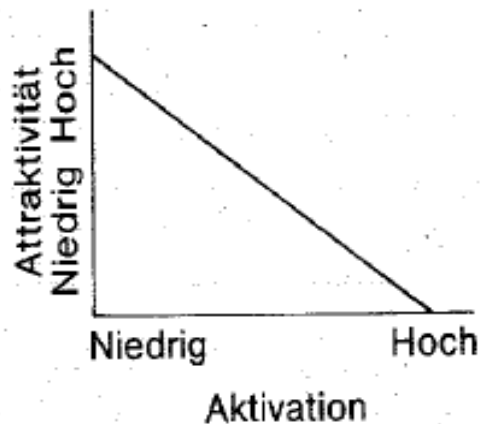
- Niedriges Aktivationsniveau wird als angenehm erlebt
- Erhöhung eines zu niedrigen oder Verringerung eines zu hohen Anregungspotenzials wirkt verstärkend

Anregungspotenzial → Aktivierung

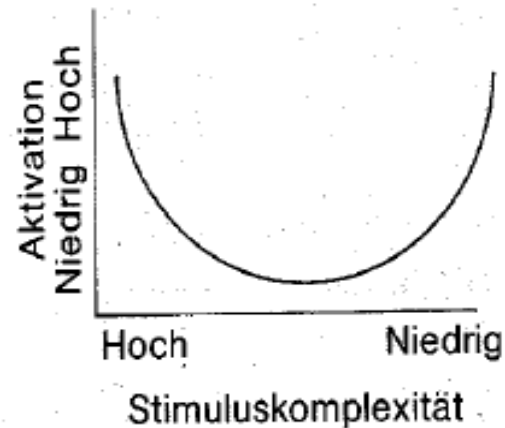
- zu niedriges / zu hohes Anregungspotenzial → hohe Aktivierung
- Mittleres Anregungspotenzial → niedrige Aktivierung
- Organismen präferieren Stimulation mit *mittlerem* Anregungspotenzial

Anregungspotenzial → Affekt

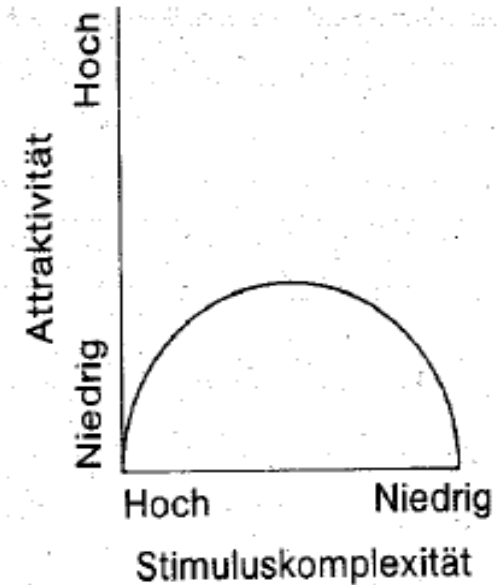
- zu niedriges oder zu hohes Anregungspotenzial = aversiv
- mittleres Anregungspotenzial = angenehm



(A)



(B)



(C)

Neugiermotiv

Neugier = Tendenz, die Umwelt zu explorieren

Explorationsverhalten

- fördert den Erwerb von Wissen (z.B. über Gefahren, Belohnungen, bedürfnisrelevante Reize etc.)
- bedeutet für Lebewesen in veränderlichen und unsicheren Umwelten einen Selektionsvorteil
- fördert die Gehirnentwicklung (z.B. Ratten, die in angereicherter Umgebung mit vielen Reizen aufwuchsen, zeigten optimalere Entwicklung neuronaler Strukturen im ZNS (Rosenzweig, 1990))

Möglichkeit zur Exploration ist vermutlich angeboren und wirkt positiv verstärkend

- Habituationsversuche: Säuglinge schauen länger auf eine unbekannte als auf eine bekannte Reizvorlage
- Ross et al. (1972): einjährige Kinder, die in einen vertrauten oder unbekannten Raum kriechen konnten, präferierten den unbekannten Raum und verbrachten dort mehr Zeit
- Spätere Manifestationen: Fragen, Lesen, Erforschen etc.

Individuelle Ausprägung des Neugiermotivs ist Resultat der Interaktion von situativen Faktoren und personenseitigen Dispositionen

Berlyne: Zwei Arten von Neugier und Explorationsverhalten

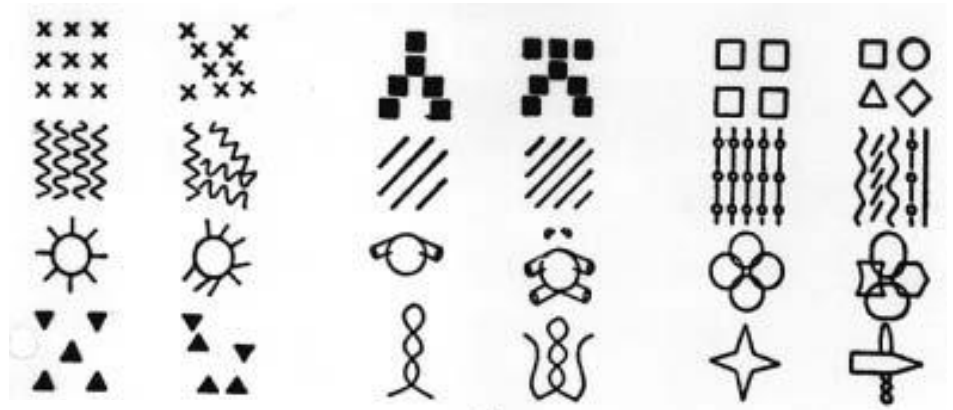
Zu hohes Anregungspotenzial → Spezifische Exploration

- Auslöser: Diskrepanz / Inkongruenz / Reizüberflutung
- Motiviert Suche nach spezifischer Stimulation
- Erkundung der Reizinformation, um Vertrautheit / Verständnis zu erhöhen oder wiederherzustellen

Zu niedriges Anregungspotenzial → Diversive Exploration

- Auslöser: Mangel an Stimulation („Langeweile“)
- Motiviert Suche nach mehr Reizvariation, Spannung, Neuigkeit

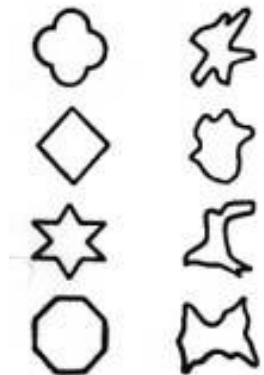
Spezifische Neugier: Reizkomplexität



**Unregelmäßigkeit
der Anordnung**

Materialmenge

**Heterogenität
der Elemente**



**Unregelmäßigkeit
der Form**

Unstimmigkeit



**Unvereinbare
Zusammen-
stellungen**

Aus D. E. BERLYNE: Conflict, arousal, and curiosity. McGraw-Hill Book Co., New York
1960, S. 100.

Probanden sollten aus unterschiedlich komplexen Reizmustern dasjenige auswählen, das ihnen am besten gefiel

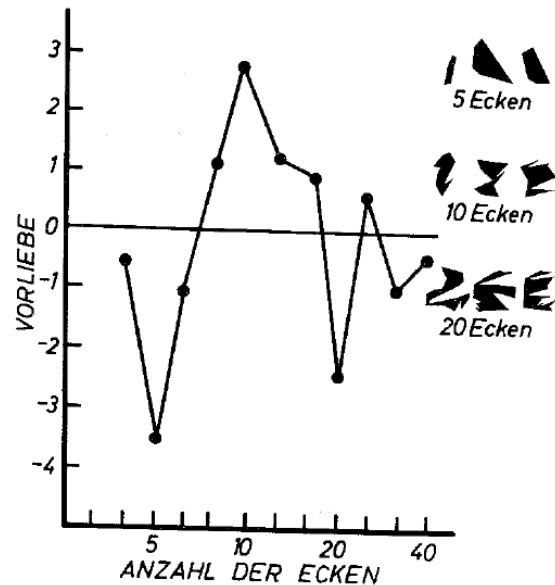
Probanden, die vorher reizarmem Dämmerlicht ausgesetzt wurden, bevorzugten komplexere Muster (→ diversive Exploration)

Probanden, die vorher komplexe Reize betrachtet hatten, bevorzugten weniger informationshaltige Muster

(Berlyne & Crozier, 1971)

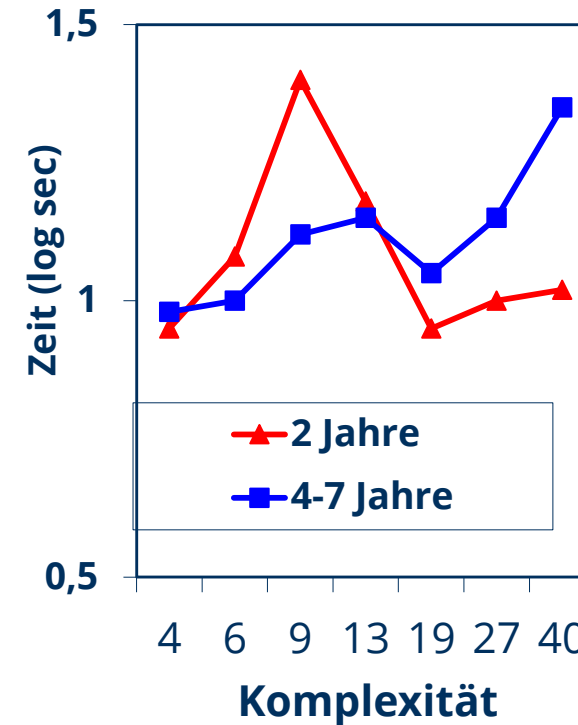
Präferenzurteile für visuelle Figuren unterschiedlicher Komplexität

Präferenzurteile für visuelle Figuren unterschiedlicher Komplexität



Munsinger & Kessen (1964)

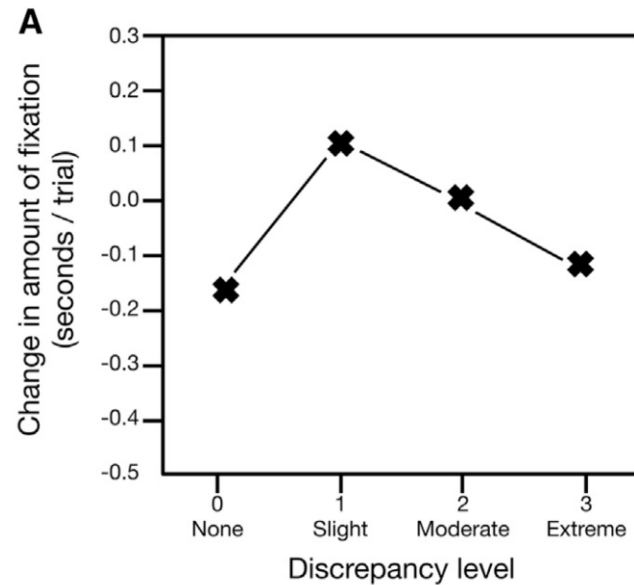
Dauer der Beschäftigung von Kindern mit unterschiedlich komplexen Objekten



Switzky et al., 1974

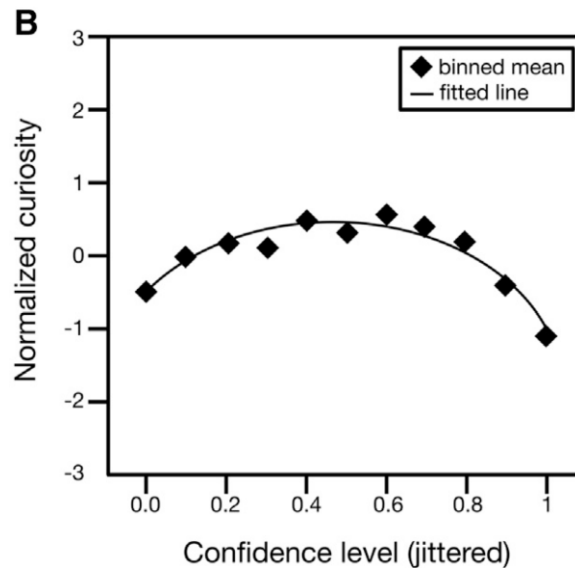
Spezifisches Neugierverhalten: Komplexität und Diskrepanz

Aufmerksamkeit von Säuglingen auf Reize, die unterschiedlich diskrepanz zu Reizen waren, die die Säuglinge bereits kannten



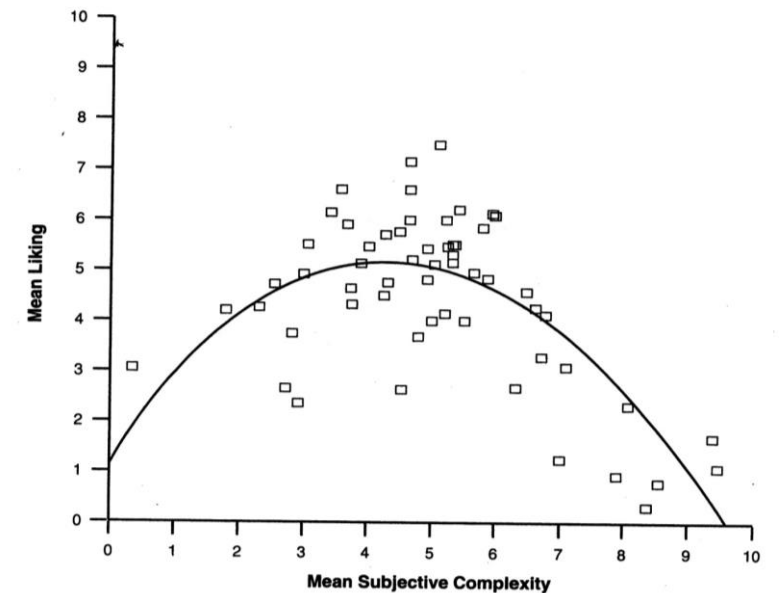
Kinney and Kagan (1976)

Neugier auf Antworten zu Fragen, für die Probanden unterschiedlich sicher waren, die Antwort zu kennen



Kang et al. (2009)

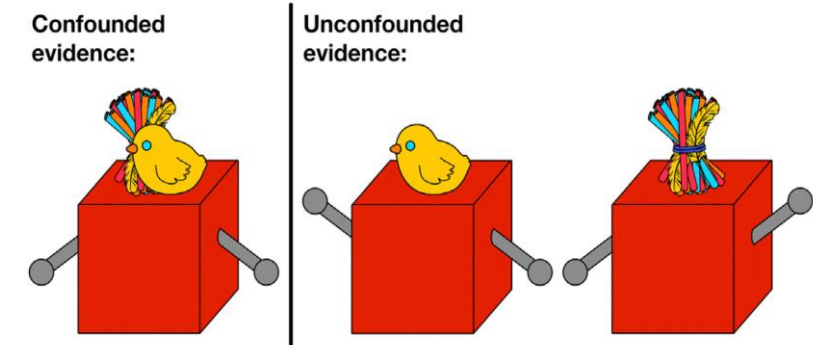
Präferenzurteile für populäre Musik unterschiedlicher subjektiver Komplexität



A. C. North and D. J. Hargreaves, 1995, *Psychomusicology*, 14, p. 82

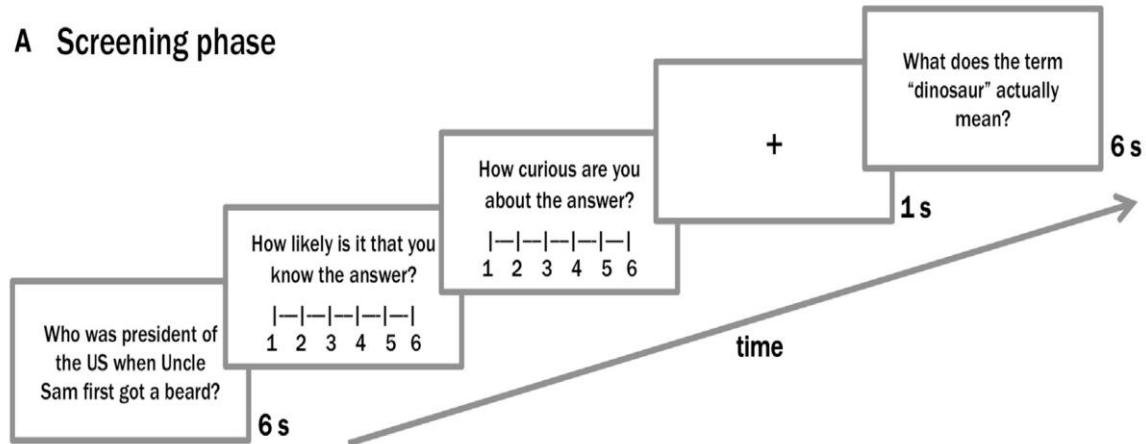
Neugier und Suche nach kausalen Beziehungen

- Vorschulkinder (mittleres Alter 57 Mon.) sahen zwei Versionen einer Spielbox:
 - *Konfundierte Version*: Zwei Puppen erschienen, wenn zwei Hebel gleichzeitig gedrückt wurden → unklar, welcher Hebel das Erscheinen welcher Puppe verursacht
 - *Unkonfundierte Version*: Nur jeweils ein Hebel wurde gedrückt, so dass ersichtlich war, welcher Hebel welche Puppe erscheinen lässt
- In einer freien Spielphase spielten die Kinder häufiger mit der konfundierten Box



- Die Kinder präferierten ein Spielverhalten, durch das sie unklare kausale Mechanismen aufdecken konnten
- Neugiermotivation fördert Verhalten, das hilft, kausale Relationen in der Welt aufzudecken

Neuronale Korrelate von Neugier und Effekte auf Lern- und Belohnungssysteme



Screening phase:

Participants rated how likely they knew the answer to a trivia question and how curious they were to learn the answer.

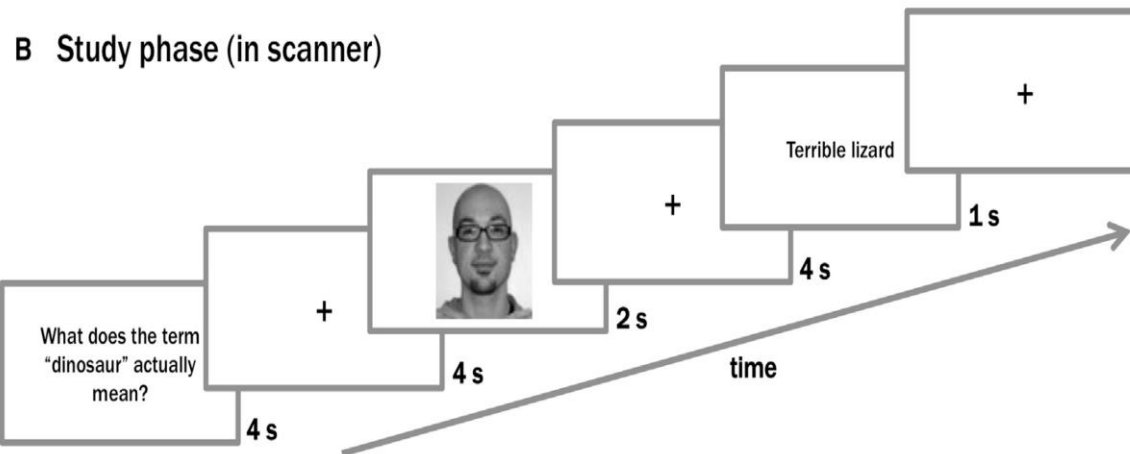
Questions associated with high and low curiosity, for which participants did not know the answer, were used for the next phase.

Study phase in MRI scanner:

On each trial, a question was presented and the participant anticipated presentation of the answer. During this period, participants had to make an incidental judgment to a face.

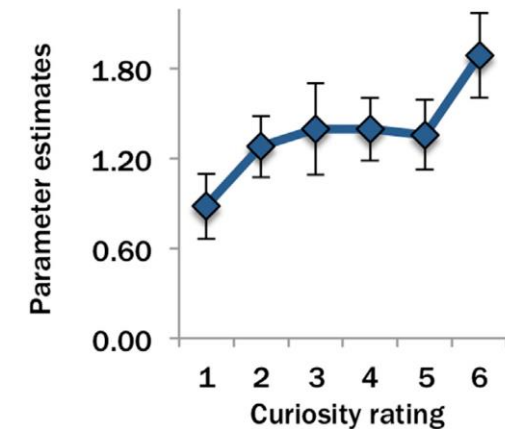
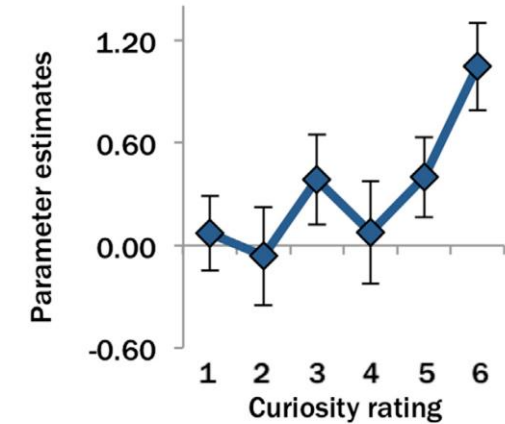
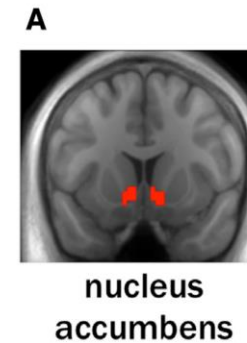
Memory test

After the study phase, participants completed memory tests on the trivia answers and the faces

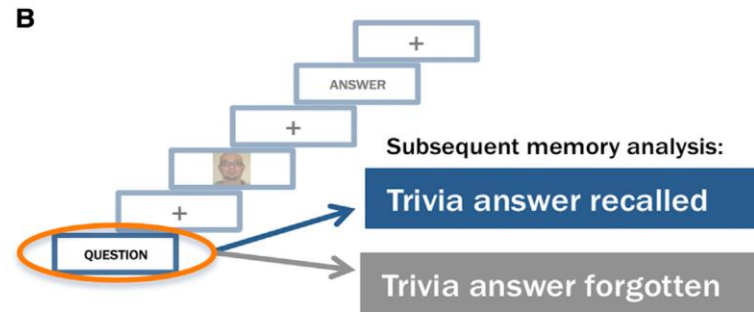
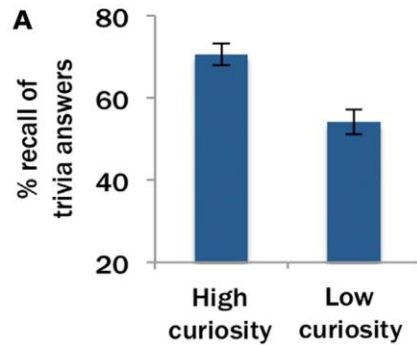


Neuronale Korrelate von Neugier und Effekte auf Lern- und Belohnungssysteme

Selbstberichtete Neugier auf die Antworten war mit Hirnaktivierung im mesolimbischen Dopaminsystem (Nucleus accumbens, Substantia Nigra, ventrales Tegmentum) korreliert

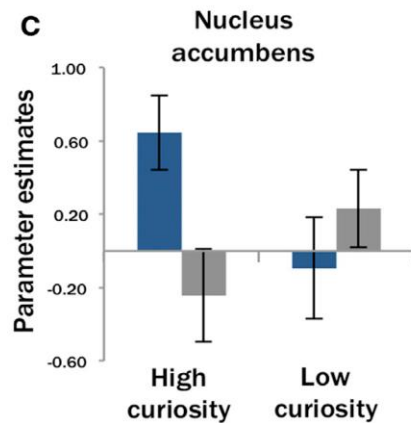


Neuronale Korrelate von Neugier und Effekte auf Lern- und Belohnungssysteme

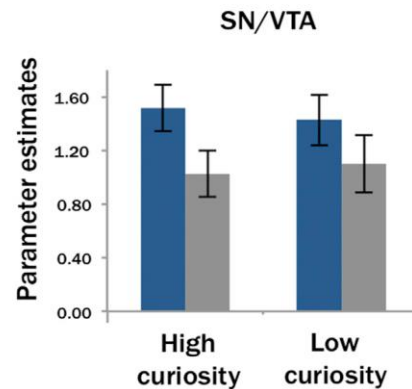


(A) Recall was higher for answers to high-curiosity compared to low-curiosity questions

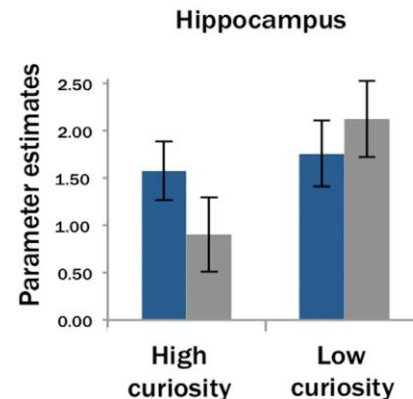
(B) Brain activity elicited by the question was analyzed according to whether the answer was later recalled.



Activation in n. accumbens evoked by the question was increased for high-curiosity questions whose answers were later recalled

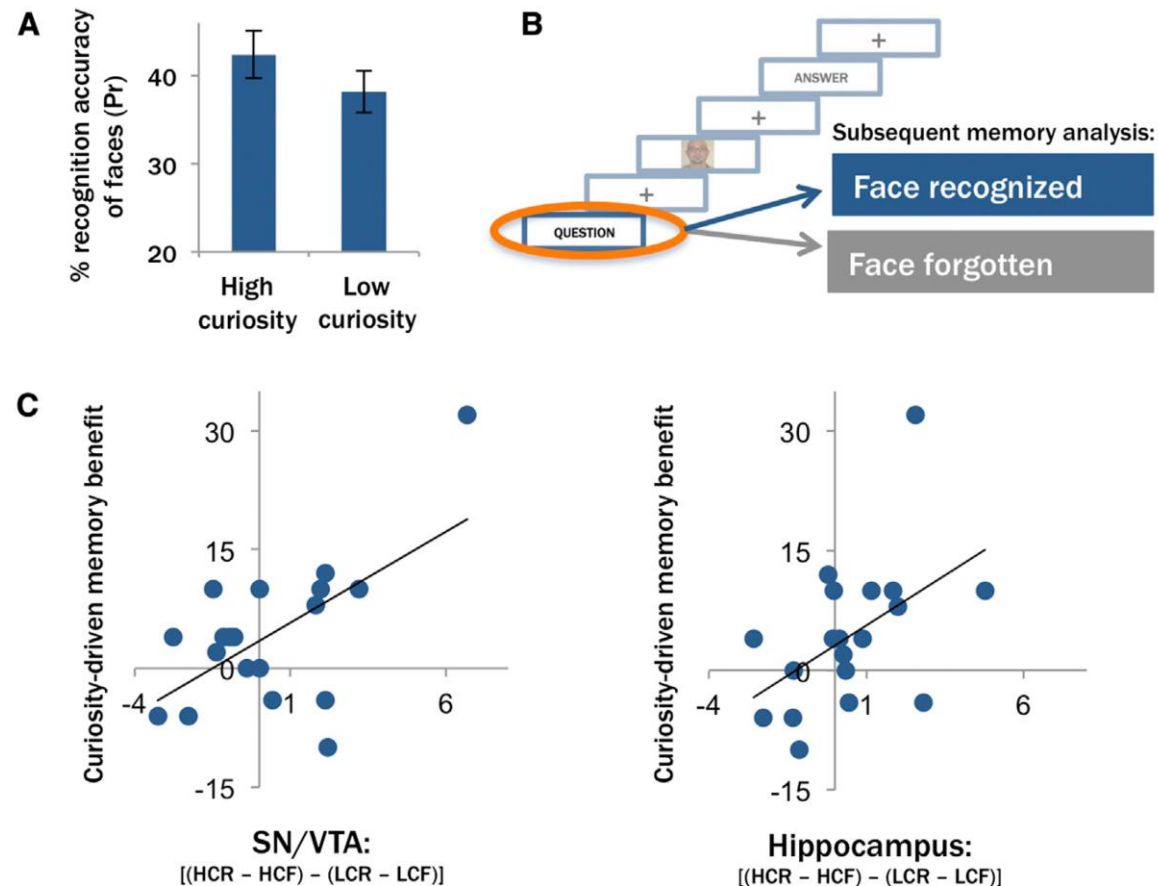


Question-evoked activation in the SN/VTA was higher for later recalled compared to later forgotten answers independent of curiosity.



Question-evoked activation in the right hippocampus predicted later memory performance only for answers associated with high curiosity.

Enhanced Incidental Learning of Faces Encoded during States of High Curiosity



(A) Recognition performance was higher for faces presented during high curiosity compared to low-curiosity

(B) Brain activity elicited by each question was analyzed based on whether the face that was subsequently presented was recognized or forgotten on the face recognition test.

(C) The curiosity-driven memory benefit for faces was significantly correlated with the neural interaction of curiosity and memory in the SN/VTA and right hippocampus.

(Each data point represents one participant. HCR/ HCF, high-curiosity recognized/forgotten; LCR/LCF, low-curiosity recognized/forgotten)

Fazit

Der Informationsgehalt von Reizen (Neuartigkeit, Unerwartetheit, Komplexität) beeinflusst das Erregungsniveau

Neue, mehrdeutige, komplexe oder unerwartete Reize lösen Überraschung und subjektive Unsicherheit aus und motivieren spezifische Exploration (Wissenssuche, Erklärungsversuche)

Die adaptive Funktion von Explorationsverhalten liegt in der Reduktion von Unsicherheit und der Aufdeckung kausaler Relationen in der Umwelt

Reduktion von Unsicherheit durch Wissenserwerb Lernen wirkt positiv verstärkend, geht mit Aktivierung im mesolimbischen Dopaminsystem einher und fördert hippokampus-basierte Lernprozesse

Explorationsverhalten wird durch individuelle Unterschiede im Neugiermotiv und der Erregbarkeit moderiert

- Eysenck: Extraversion/Introversion
- Gray: Behavioral inhibition und activation system
- Zuckermann / Cloninger: Sensation seeking / novelty seeking