



Vorlesung Modul A2, WS 2017/18
Motivation, Emotion, Volition

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)

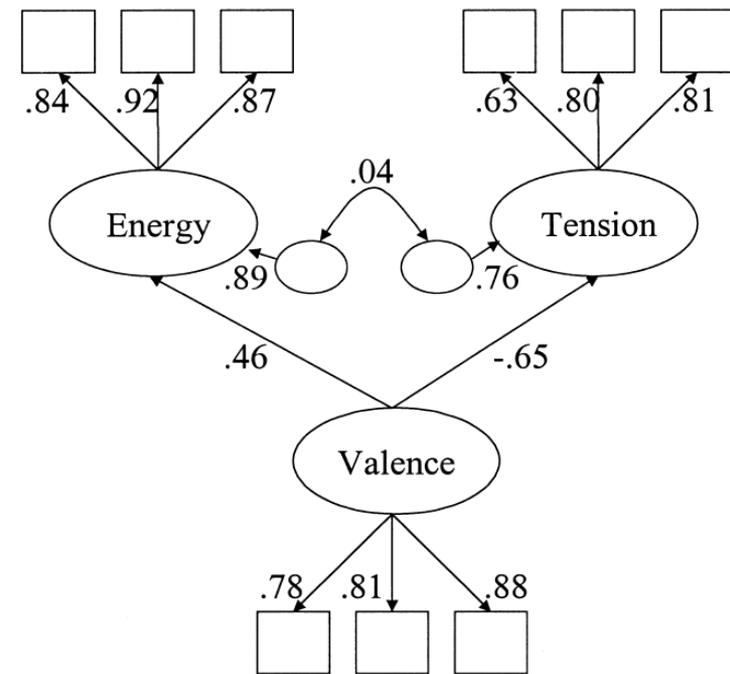
- Definitionen
 - „Arousal refers to the mobilization or activation of this energy that occurs in preparation or during actual behavior“ (Deckers, 2001)

 - „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)

Aspekte der Aktivation: 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

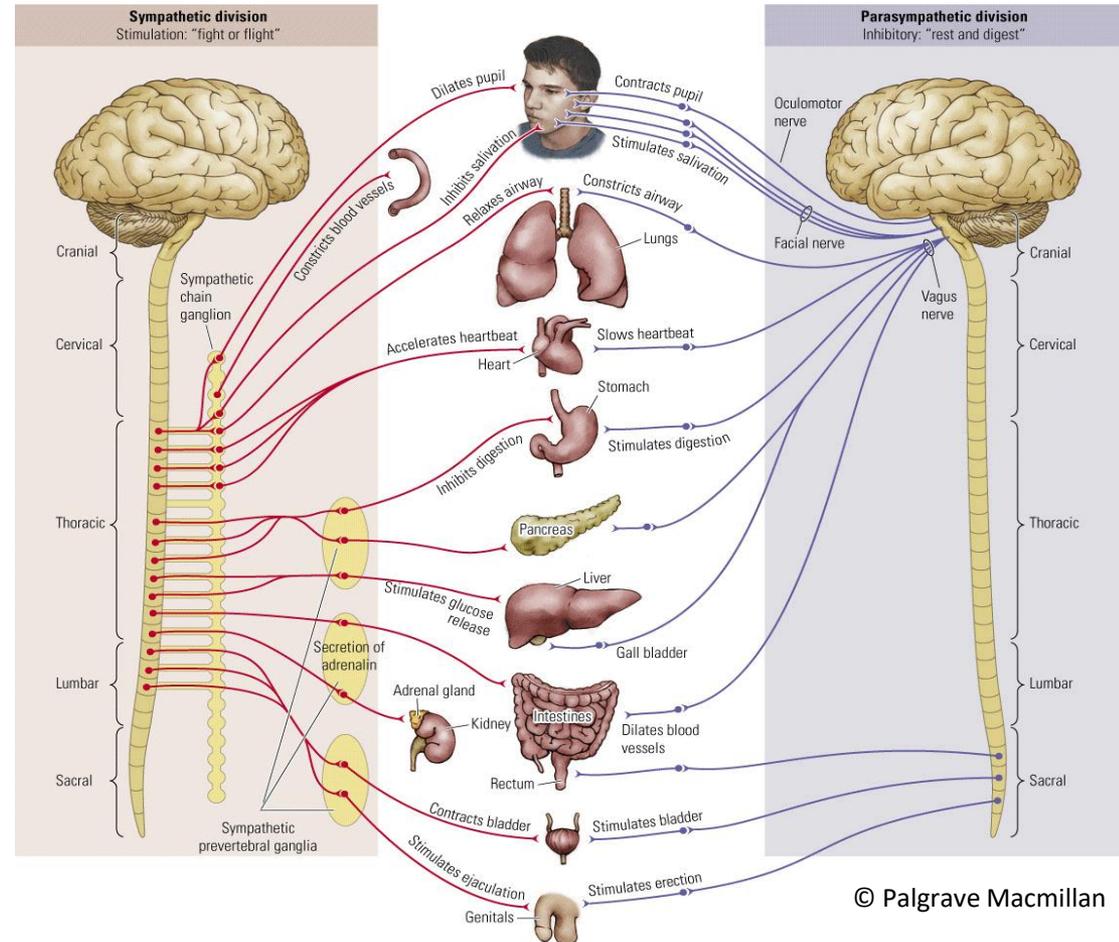
Strukturgleichungsmodell:
Zusammenhänge zwischen energetischer und angespannter Erregung und emotionaler Valenz



(Schimmack & Reisenzein (2002). *Emotion*.

Aspekte der Aktivierung: Aktivierung des sympathetischen Nervensystems

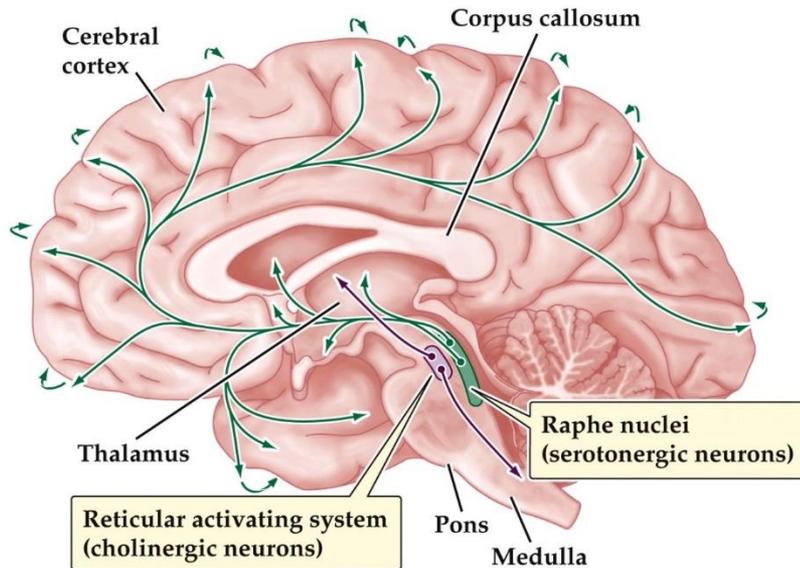
- Erhöhung der Herzrate u. Konstriktion der Blutgefäße → Erhöhte Durchblutung
- Leber setzt Glukose frei → erhöhte Energieversorgung
- Erhöhte Ausschüttung roter Blutkörperchen → mehr Sauerstoff
- Verdauung wird gestoppt
- Fett wird in Blutstrom gelassen → mehr Energie
- Erhöhte Atemfrequenz → bessere Kühlung bei Anstrengung
- Erhöhte Muskelspannung
- Verbesserte Sinneswahrnehmung



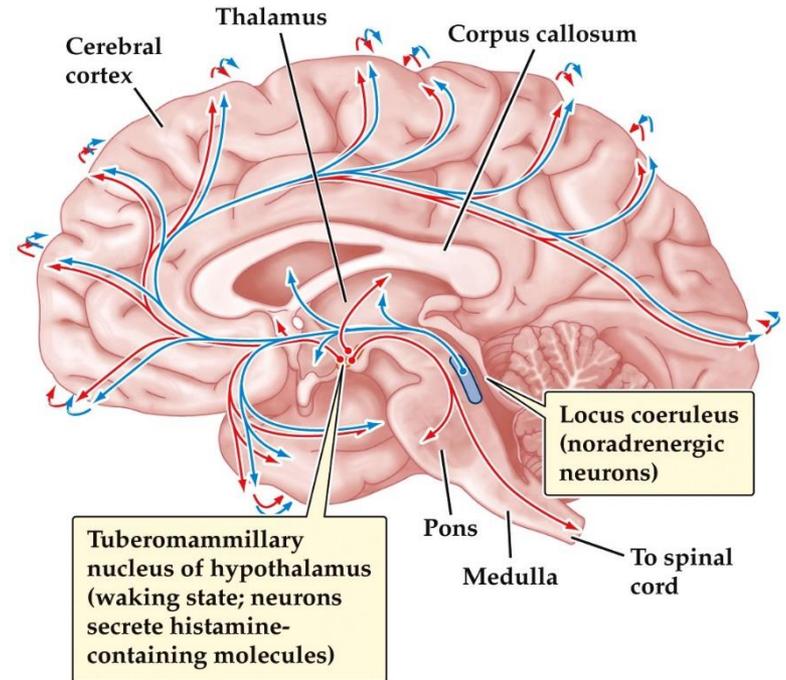
Überblick

- 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



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 7.17 (Part 1)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

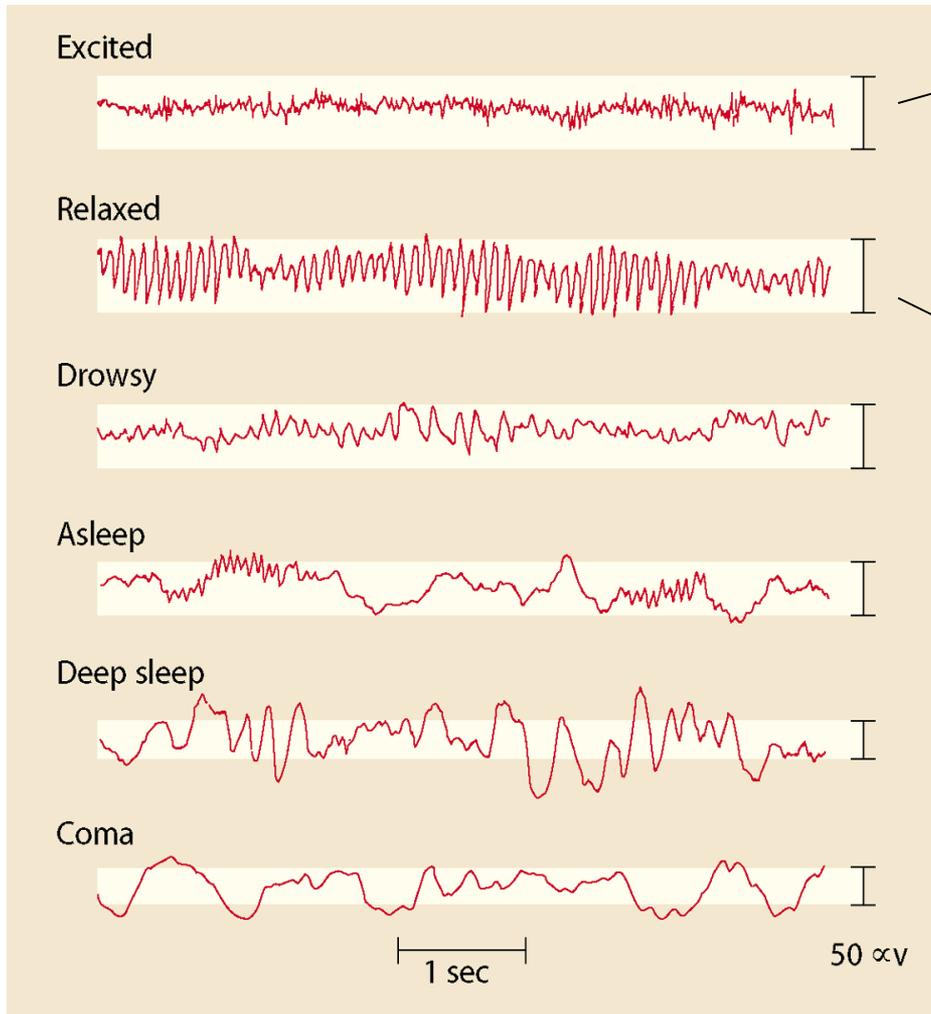


PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 7.17 (Part 2)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Retikulärformation: Gruppe von Nervenzellen im Hirnstamm, die sich von der Ebene der Medulla zum Thalamus erstreckt

Ebenfalls relevant für die Regulation des Aktivations- / Wachheitszustands sind noradrenerge Neurone im Locus coeruleus und serotonerge Neurone in den Raphé-Kernen

Evidenz für ein Retikuläres Aktivierungssystem (RAS) Elektroenzephalogramm



Aktivierung / Aufmerksamkeit

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

Entspannte Ruhe

- Alpha-Wellen
- synchrone Aktivität

Moruzzi & Magoun (1949):

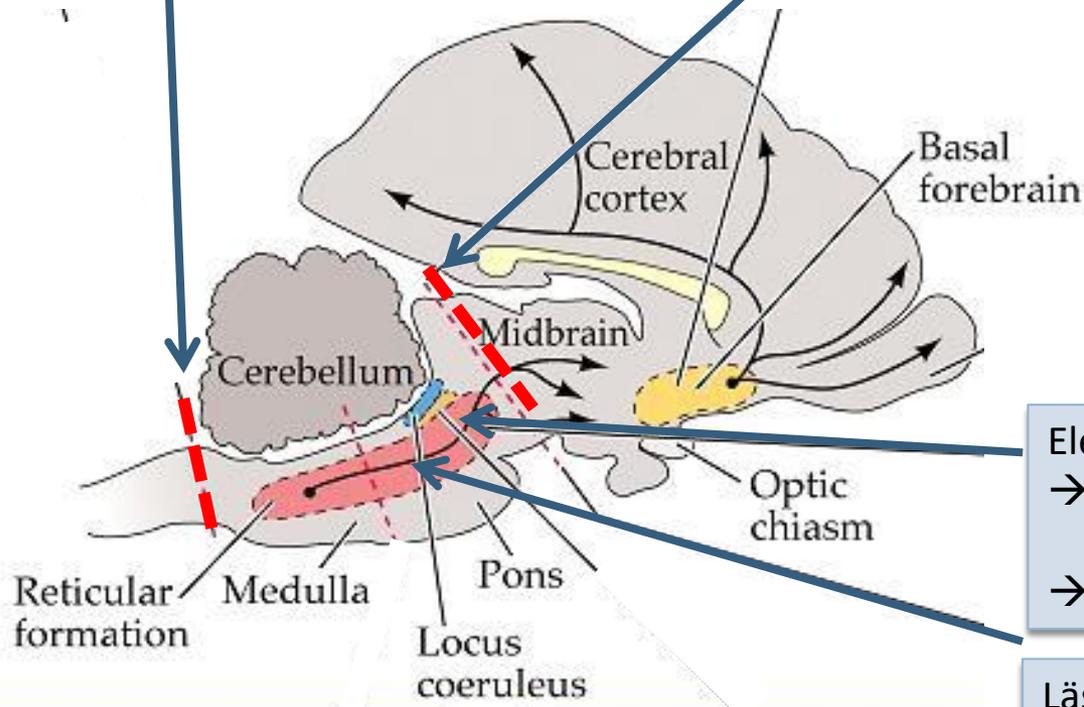
- Elektrische Stimulation des RAS löst Wach-EEG aus

Evidenz für ein Retikuläres Aktivierungssystem (RAS)

Moruzzi & Magoun (1949)

- Durchtrennung des Hirnstamms zwischen Medulla u. Rückenmark = Unterbrechung afferenter sensorischer Bahnen
 - Direktreizung des RAS führt zu Wach-EEG
 - Aktivierung ist nicht über spezifische sensorische Bahnen vermittelt

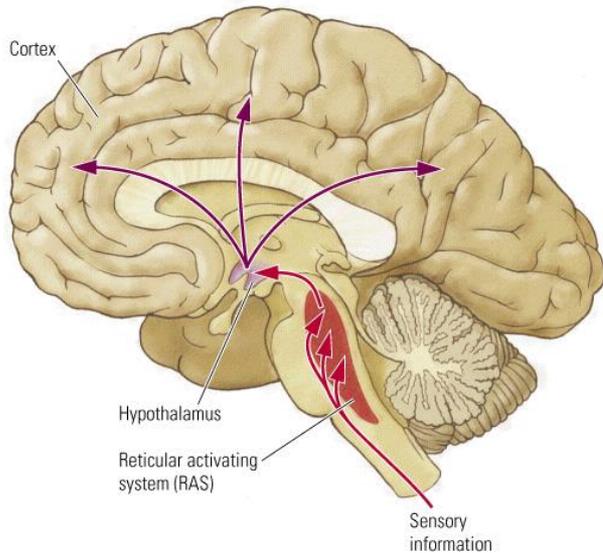
- Durchtrennung des Hirnstamms hinter RAS = Unterbrechung der Bahnen vom RAS zum Kortex
 - Dauerschlaf / Slow-Wave-Schlaf-EEG
 - Direktreizung führt nicht mehr zu Wach-EEG



- Elektrische Reizung des RAS
 - Wechsel vom Schlaf- zum Wach-EEG
 - Weckt schlafende Katzen auf

Läsion des RAS → Dauerschlaf

Retikuläres Aktivierungssystem (RAS)

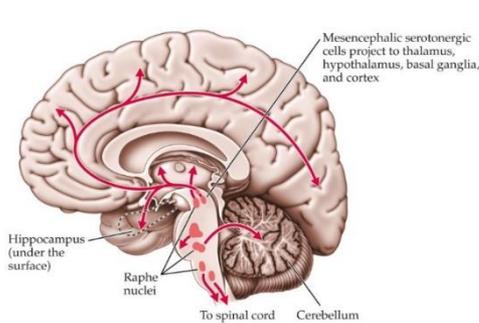


© Palgrave Macmillan

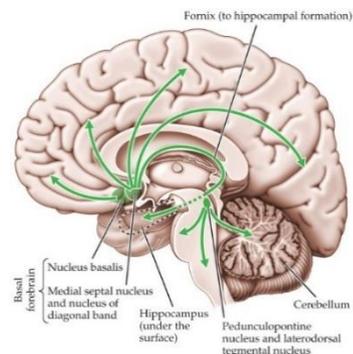
- Von Sinnesrezeptoren wird Information über spezifische afferente Bahnen zu sensorischen Arealen im Neokortex geleitet
- Retikulärformation wird über Kollateralen aktiviert, die von afferenten sensorischen Bahnen abzweigen
- RAS verarbeitet keine spezifischen Reizmerkmale, sondern aktiviert unspezifisch weite Bereiche des Neokortex
 - Erzeugung eines tonischen Wachheitszustandes
 - Erzeugung einer Verhaltensbereitschaft
 - Verstärkung der Verarbeitung sensorischer Information
- RAS wird auch durch vom Kortex *absteigende* Bahnen aktiviert → kortikale Kontrolle der Aufmerksamkeitssteuerung (erhöhte RAS-Aktivierung, wenn Person sich auf Reize konzentriert)

Multiple neuromodulatorische Systeme beeinflussen unterschiedliche Aspekte des Aktivationsniveaus

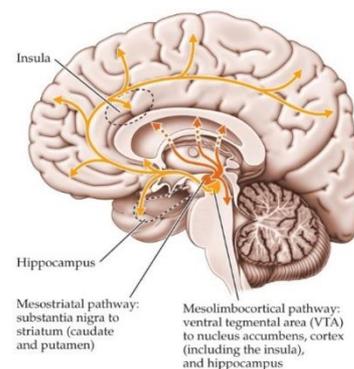
- Unterschiedliche Zellgruppen im Hirnstamm modulieren diverse Aspekte kortikaler Erregbarkeit und Informationsverarbeitung
- Diese Effekte sind über verschiedene Neurotransmittersysteme (Dopamin, Noradrenalin, Serotonin, Acetylcholin) vermittelt, die weitflächig in kortikale Regionen projizieren
- Effekte hängen u.a. ab von (a) jeweiligem Neurotransmitter, (b) der Zielregion, (c) unterschiedlichen Rezeptortypen, (d) tonischer vs. phasischer Aktivität



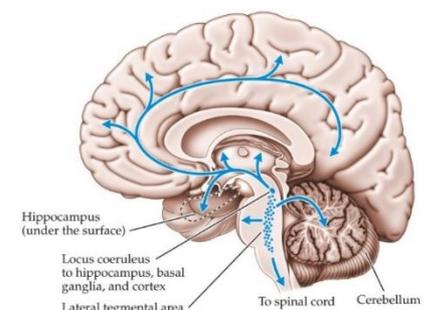
BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 4.6
© 2013 Sinauer Associates, Inc.



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



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



BIOLOGICAL PSYCHOLOGY 7e, Figure 4.5
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Probleme des unspezifischen Aktivationskonzepts

- Wenn verschiedene Indikatoren für Aktivations Manifestationen eines unspezifischen Erregungssystems sind, sollten sie hoch korreliert sein
 - Subjektive Erregung
 - Herzfrequenz
 - Hautleitfähigkeit
 - EEG
 - Elektromyogramm (Anspannung des Stirnmuskels)
 - Lidschlaghäufigkeit

- Tatsächlich korrelieren Aktivationsindikatoren häufig nicht (sog. „Reaktionsspezifität“) (Lacey, 1967; s.a. Neiss, 1988)

- Individuell unterschiedliche Muster psychophysiologischer Reaktionen

Probleme des unspezifischen Aktivationskonzepts

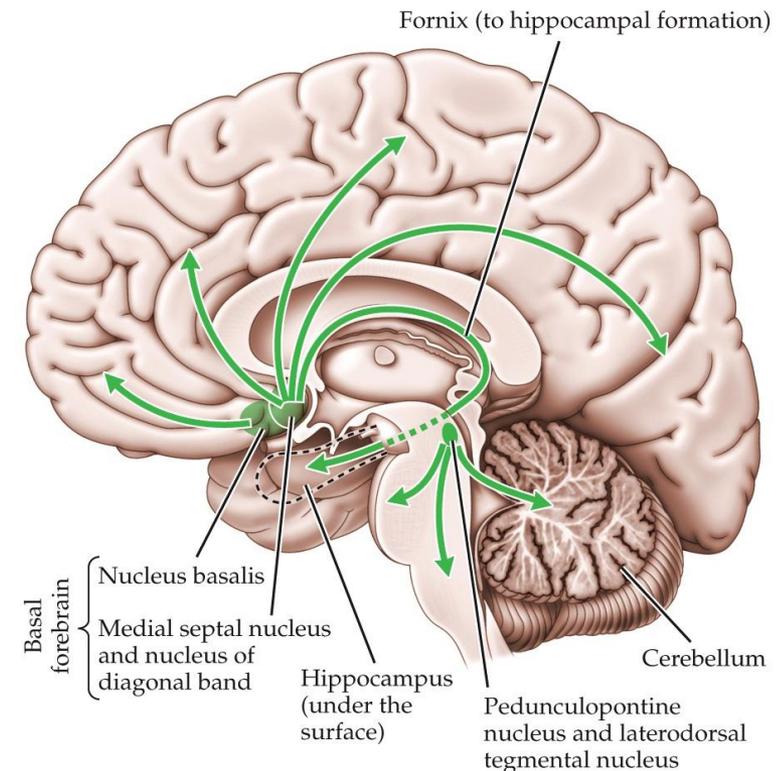
- Aktivierung = mehrdimensionales Konstrukt, das multiple (physiologische und affektive) Aspekte umfasst

- Effekte des Aktivationsniveaus auf die kognitive Leistungsfähigkeit können durch multiple Teilprozesse bedingt sein
 - Aufmerksamkeitsfokussierung, Konzentration
 - Emotionen (Angst, Schreck, Überraschung, Freude)
 - Kognitionen (z.B. aufgabenirrelevante Gedanken, die um gefürchtete Bedrohung oder Misserfolg kreisen)

- Multiple neuromodulatorische Systeme
 - Zellgruppen im Hirnstamm modulieren unterschiedliche Aspekte kortikaler Erregbarkeit und Informationsverarbeitung
 - Effekte sind über verschiedene Neurotransmittersysteme (z.B. Dopamin, Noradrenalin, Serotonin) vermittelt, die weitflächig in kortikale Regionen projizieren
 - Effekte hängen u.a. ab von (a) Zielregionen, (b) Rezeptortypen, (c) tonischer vs. phasischer Aktivität

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

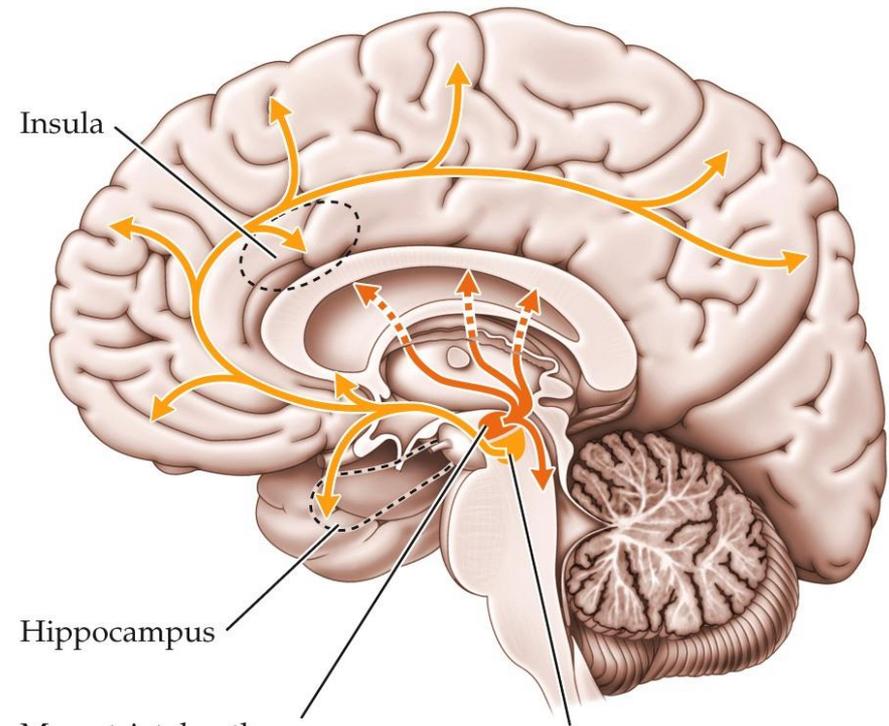
- Substantia nigra → dorsales Striatum
- motorische Funktionen
- Parkinson-Krankheit

■ Mesolimbisches System

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

■ Mesokortikales System

- Ventrales Tegmentum → präfrontaler Kortex
- Arbeitsgedächtnis, kognitive Kontrollfunktionen

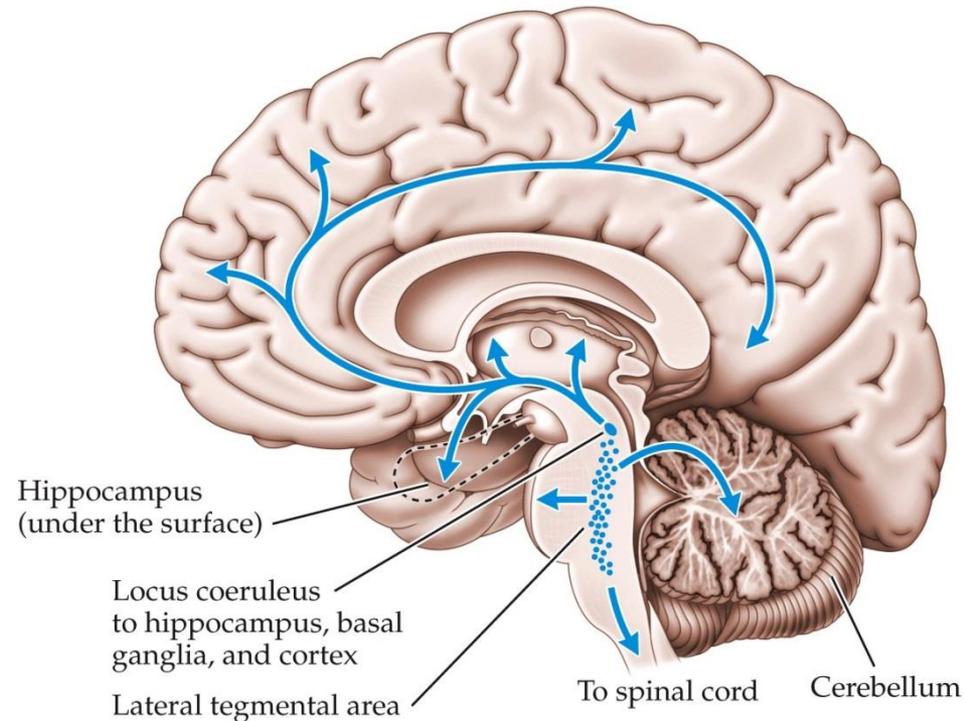


Mesostriatal pathway:
substantia nigra to
striatum (caudate
and putamen)

Mesolimbocortical pathway:
ventral tegmental area (VTA)
to nucleus accumbens, cortex
(including the insula),
and hippocampus

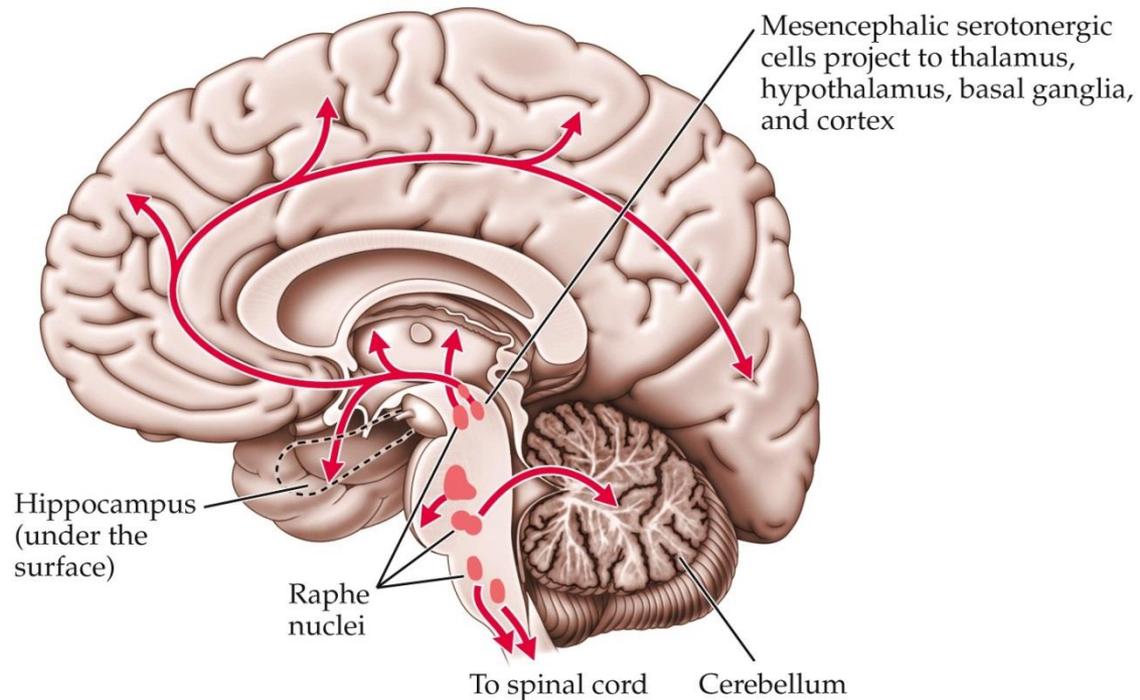
Noradrenerge Bahnen

- 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 im RAS
- 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.

Multiple Aktivierungssysteme

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.

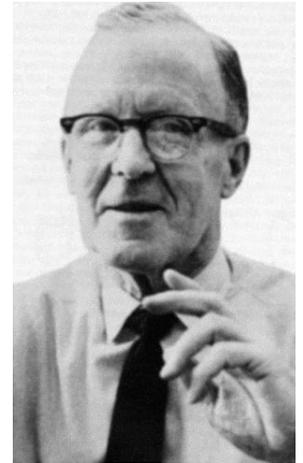
Überblick

- Aktivationskonzept
- Retikuläres aktivierendes System
- Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus
- Sensorische Deprivation
- Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“
- Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

**Erregungsniveau und Leistung:
Die Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus**

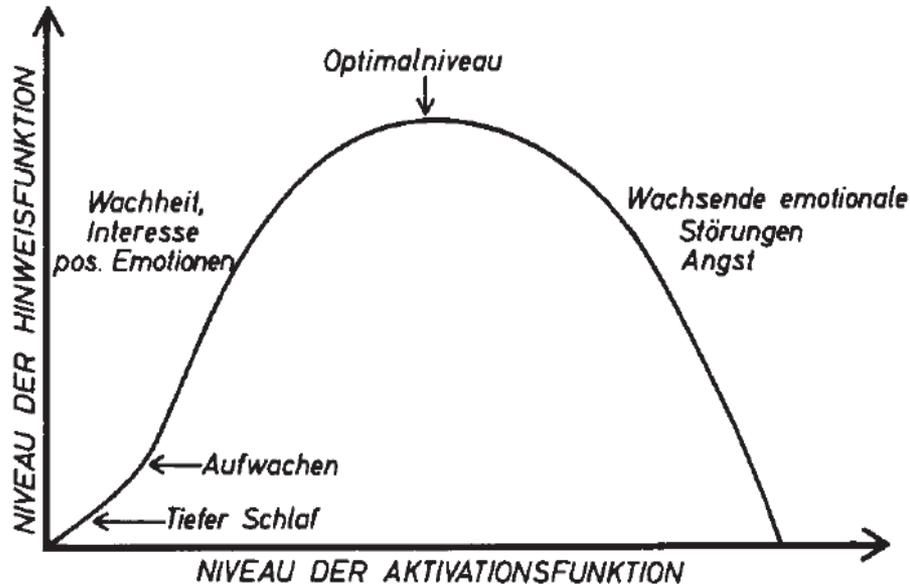
Die Aktivierungstheorie von Donald O. Hebb (1904-1985)

- Reize haben zwei Effekte:
 - aktivierende Funktion (arousal function)
 - steuernde Funktion (cue function)
- Steuernde Funktion setzt hinreichendes unspezifisches Aktivationsniveau voraus
 - Hulls Konzept eines unspezifischen Triebs wird durch Idee unspezifischer Aktivierung ersetzt
- Psychische Prozesse (Gedanken, Vorstellungen) beruhen darauf, dass Neuronenverbände in geordneter Abfolge erregt werden (sog. Phasensequenzen)
- Zu hohes Aktivationsniveau → Zusammenbruch der Phasensequenzen und des geordneten Denkablaufs



Hebb, D. (1955): Drives and the CNS (conceptual nervous system). *Psychological Review*, 62, 243-254

Umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen Leistungsfähigkeit (Hinweisfunktion) und Aktivationsniveau



Hebb, D.O. (1955). Drive and the C.N.S. (Conceptual nervous system). *Psychological Review*, 62, 243-254.

- Geringe Abweichung vom optimalen Aktivationsniveau (mäßige Inkongruenz, Neuheit, Komplexität) = angenehm → Neugier, Interesse, Exploration
- Stimulation weit über optimalem Niveau (sehr unerwartete, diskrepante oder intensive Reize) = aversiv → motiviert Vermeidungsverhalten und führt im Extrem zu Desintegration des Verhaltens (Panik)
- Stimulation weit unter dem optimalen Niveau = unangenehm → motiviert Suche nach Stimulation
- Organismen sind bestrebt, mittleres Aktivationsniveau herzustellen und aufrechtzuerhalten
- Entscheidend ist nicht physikalische Reizintensität, sondern Informationsgehalt, Komplexität und Erwartungsdiskrepanz von Reizen

Die Aktivierungstheorie von Donald O. Hebb: Unterschiede zu Hulls Triebtheorie

Aktivierungstheorie

- Kurvilineare Beziehung zwischen Aktivierung u. Leistung
- Organismen streben mittleres Aktivationsniveau an
- Aktivierung hängt von Reizmerkmalen (Komplexität, Diskrepanz etc.) ab

Triebtheorie

- monotone Beziehung zwischen Triebniveau u. Reaktionspotential
- Organismen streben möglichst niedrigen Triebzustand an
- Unspezifischer endogener Trieb, der sich aus spezifischen Bedürfnissen speist

Folgen eines zu niedrigen Aktivationsniveaus: Sensorische Deprivation

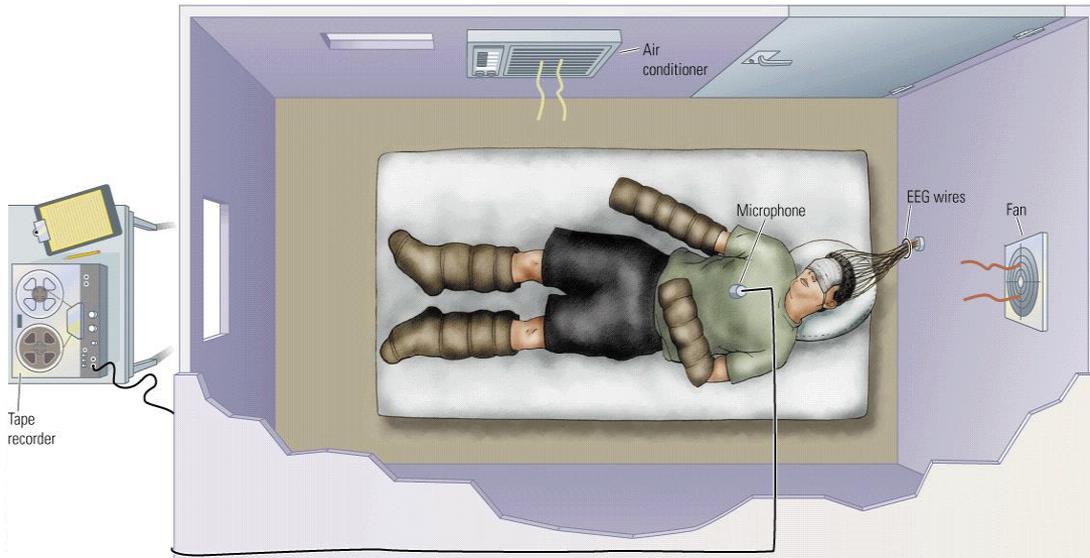


Abb. 15: Graphische Darstellung eines Zimmers zur Einschränkung der sinnlichen Wahrnehmung. Die Versuchsperson liegt auf einer Pritsche, trägt eine Schutzbrille und Stulpenhandschuhe über ihren Händen und Unterarmen. Über ihrem Kopf sind ein Ventilator und zu den Füßen eine Klimaanlage installiert. Weiter 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
- Eigentlich langweilige Informationen (Auszüge aus Telefonbuch) wurden begierig aufgenommen
- Großteil der Probanden brach Versuch trotz hoher Bezahlung am 2. oder 3. Tag ab

Überblick

- Aktivationskonzept
- Retikuläres aktivierendes System
- Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus
- Sensorische Deprivation
- Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“
- Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Aktivierung und Leistung

Das Yerkes-Dodson-„Gesetz“ (1908)

- *Annahme 1:* Leistungsfähigkeit ist am höchsten bei mittlerem Aktivationsniveau
- *Annahme 2:* Optimales Aktivationsniveau ist bei leichten Aufgaben höher als bei schwierigen Aufgaben

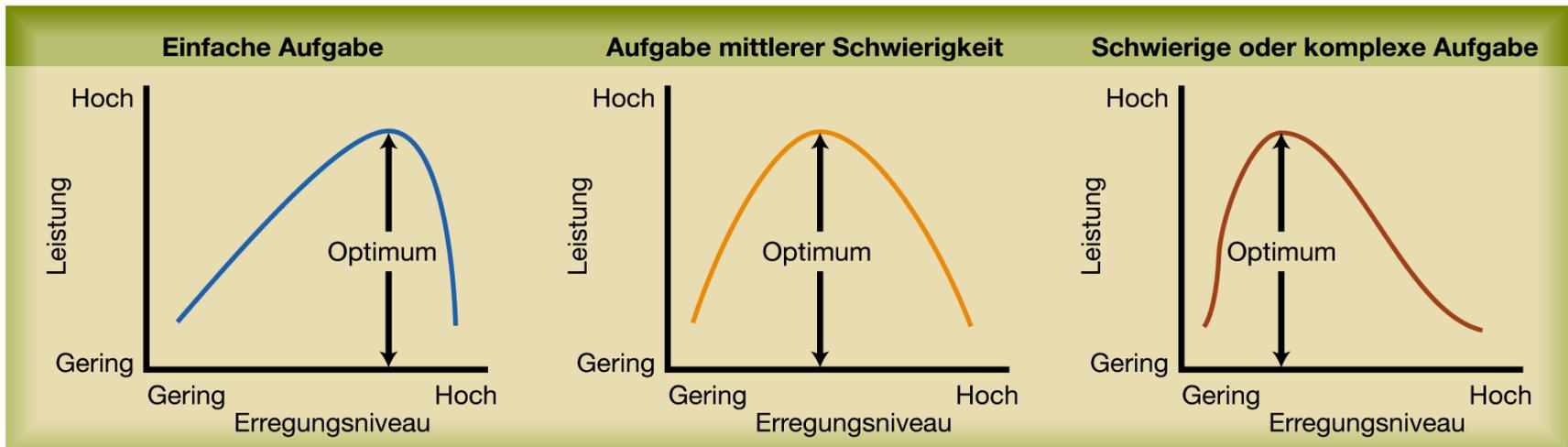


Abbildung 13.4: Das Yerkes-Dodson Gesetz

Die Leistung variiert mit dem Erregungsniveau und der Aufgabenschwierigkeit. Bei einfachen Aufgaben fördert ein höheres Erregungsniveau die Leistung. Bei schwierigen oder komplexen Aufgaben jedoch ist ein niedrigeres Erregungsniveau optimal. Ein moderates Erregungsniveau ist im Allgemeinen für Aufgaben von mittlerer Schwierigkeit am besten. Diese umgekehrt U-förmigen Funktionen zeigen, dass die Leistung an den Extremen geringer und hoher Erregung am schlechtesten ist.

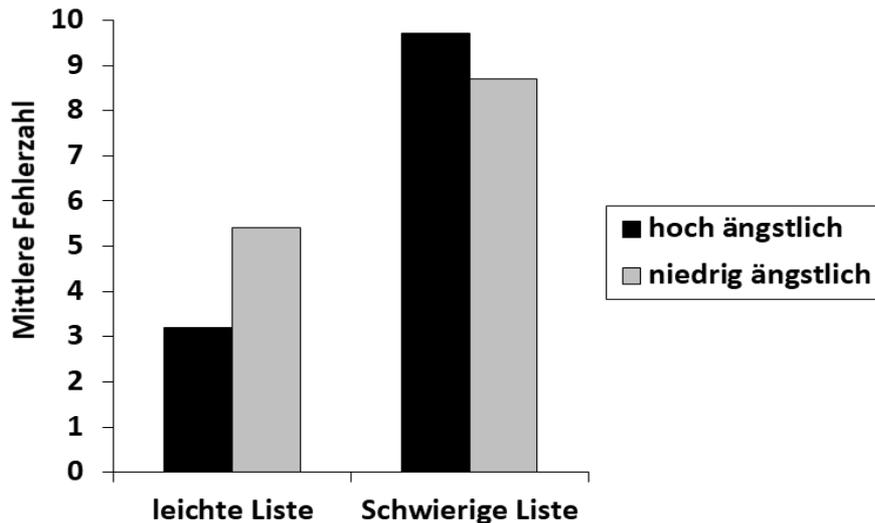
Experimentelle Belege

- In zahlreichen Experimenten wurde variiert:
 - UV1: Aktivationsniveau
 - z.B. Stärke elektrischer Schocks
 - UV2: Aufgabenschwierigkeit
 - z.B. unterschiedlich schwierige visuelle Diskriminationsaufgabe
 - AV: Proportion von Fehlern bzw. korrekten Lösungen
- Ergebnis:
 - Leichte Aufgaben: Anstieg richtiger Lösungen mit zunehmender Aktivierung
 - Schwere Aufgaben: erst Anstieg, dann Abfall der Leistung → optimales Aktivationsniveau liegt niedriger

Angst und Leistung

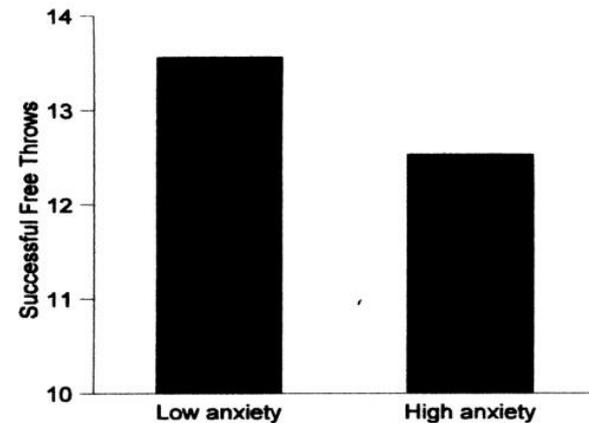
Gedächtnisleistung und Ängstlichkeit

Spence, Taylor & Ketchel, 1956



Anzahl erfolgreicher Basketballwürfe (aus 20 Versuchen)

Wang et al. (2004). *J. of Sport Behavior*.



Triebtheoretische Erklärung nach Hull:

- Ängstlichkeit (= erhöhtes Triebniveau) energetisiert alle Reiz-Reaktions-Assoziationen
- Leichte Aufgaben (= korrekte Reaktion ist dominant): hohes Triebniveau verstärkt Unterschiede zwischen korrekter und konkurrierenden Reaktionen → bessere Leistung
- Komplexe Aufgaben (= korrekte Reaktion ist schwächer als falsche Reaktionen): erhöhtes Triebniveau erhöht die Wahrscheinlichkeit falscher Reaktionen

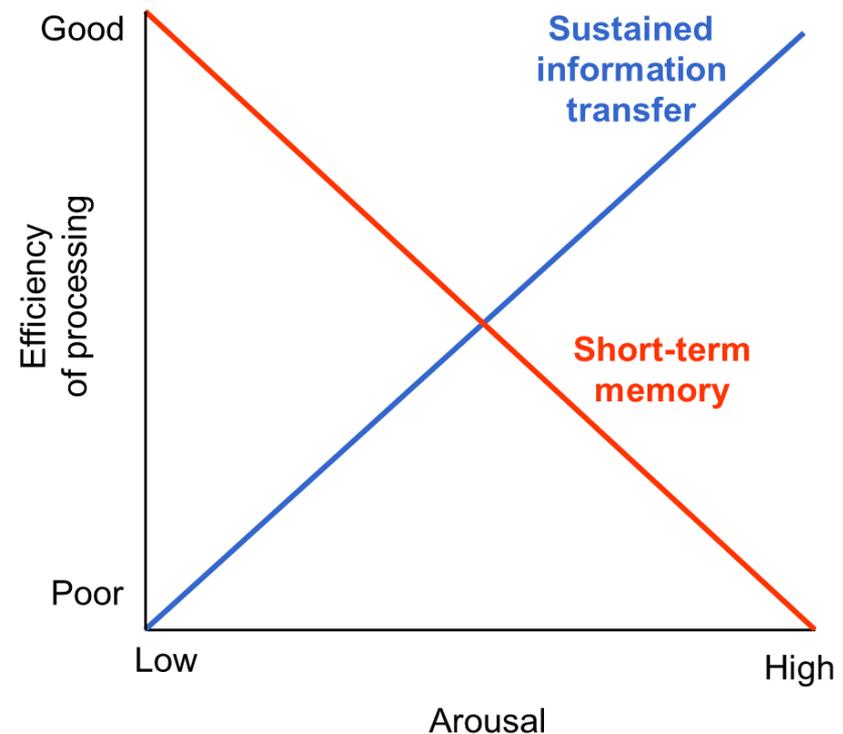
Alternative Erklärungen des Yerkes-Dodson-Gesetzes I

Cue Utilization (Easterbrook, 1959)

- Aufmerksamkeitstheoretische Erklärung
 - Zu einem Zeitpunkt kann nur begrenzte Informationsmenge verarbeitet werden
 - Je höher das Aktivationsniveau, umso enger der Aufmerksamkeitsfokus
- Erklärung des Yerkes-Dodson-Gesetzes
 - Moderate Erhöhung der Aktivierung → Fokussierung auf relevante Reize → irrelevante Reize werden ausgeblendet → bessere Leistung
 - Zu hohe Aktivierung → Extrem enger Aufmerksamkeitsfokus → auch relevante Reize werden ausgeblendet → schlechtere Leistung
 - Schwierige Aufgaben erfordern Verarbeitung einer größeren Zahl von Reizen/Informationen → niedrigeres optimales Aktivationsniveau

Informationsverarbeitungsmodell (Humphreys & Revelle, 1984)

- Zwei Informationsverarbeitungsprozesse
 - *Sustained information transfer (SIT)*: automatische Reizverarbeitung und Reaktionsaktivierung
 - *Short-term memory (STM)*: aktive Aufrechterhaltung und Manipulation relevanter Information beim Problemlösen
- Aufgabenschwierigkeit
 - Leichte Aufgaben können durch automatische Prozesse (SIT) gelöst werden
 - Schwierige Aufgaben beanspruchen STM
- Erhöhung des Aktivationsniveaus
 - verbessert SIT
 - verschlechtert STM



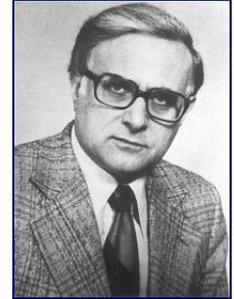
Überblick

- Aktivationskonzept
- Retikuläres aktivierendes System
- Hypothese des optimalen Aktivationsniveaus
- Sensorische Deprivation
- Aktivierung und Leistung: Das Yerkes-Dodson-“Gesetz“
- Aktivierung, Exploration und Neugiermotivation

Aktiviation, Exploration und Neugiermotivation

D.E. Berlyne (1924-1976): Kollative Variablen und Anregungspotenzial

- War beeinflusst durch Entdeckung des RAS, Hebbs Theorie und Hulls Neo-Assoziationismus
- Forschungsinteresse:
 - Welche Reizmerkmale bestimmen das Aktivationsniveau?
 - Welche motivationalen Effekte haben unterschiedliche Aktivationsniveaus?
- Zentrale Annahmen
 - Aktivationsniveau resultiert aus einem Vergleich von Reizinformation mit gespeicherten Gedächtnisinhalten
 - Vergleich kann zu unterschiedlich starker Inkongruenz mit Vertrautem oder Erwarteten führen
- Kollative („vergleichende“) Variablen
 - Neuigkeit, Veränderung, Ungewissheit, Konflikt, Komplexität, Überraschungsgehalt
 - bestimmen das Anregungspotenzial (arousal potential) eines Reizes



Anregungspotenzial, Aktivationsniveau und Affekt

Anregungspotenzial → Affekt

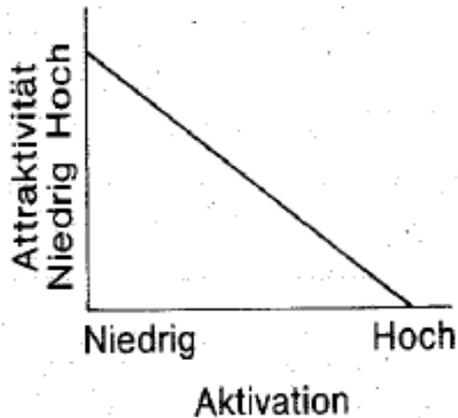
- zu niedriges oder zu hohes Anregungspotenzial = aversiv
- mittleres Anregungspotenzial = angenehm

Anregungspotenzial → Aktivierung

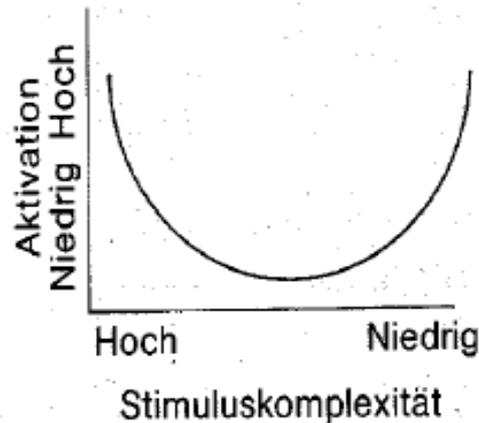
- zu niedriges / zu hohes Anregungspotenzial → hohe Aktivierung
- Mittleres Anregungspotenzial → niedrige Aktivierung
- Organismen präferieren Stimulation mit *mittlerem* Anregungspotenzial

Aktivationsniveau → Affekt

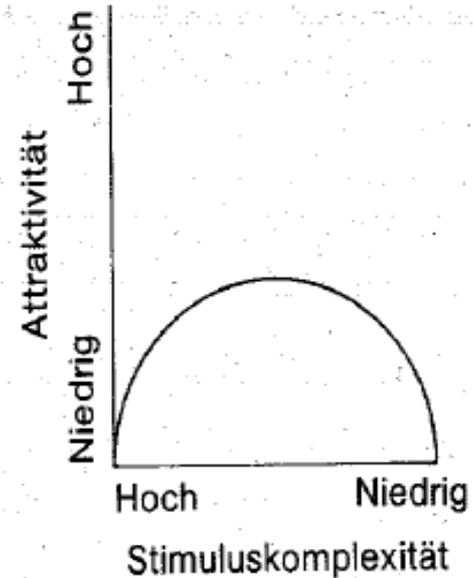
- Niedriges Aktivationsniveau wird als angenehm erlebt
- Erhöhung eines zu niedrigen oder Verringerung eines zu hohen Anregungspotenzials wirkt verstärkend



(A)



(B)



(C)

Neugiermotiv

- Neugier = (vermutliche angeborene) Tendenz, die Umwelt zu explorieren
- Explorationsverhalten
 - dient dem Erwerb von Wissen (z.B. über Gefahren, Belohnungen, bedürfnisrelevante Reize etc.)
 - bietet Selektionsvorteil für Lebewesen, die nicht auf reflexhaftes oder instinktives Verhalten in einer bestimmten ökologischen Nische festgelegt sind
 - fördert die Gehirnentwicklung (z.B.: Ratten, die in angereicherter Umgebung aufwachsen, zeigten optimalere Entwicklung neuronaler Strukturen im ZNS (Rosenzweig, 1990))
- Möglichkeit zur Exploration wirkt positiv verstärkend
- Bereits Kleinkinder erkunden ihre Umwelt
 - Habitationsversuche: Säuglinge schauen länger auf eine unbekannte als auf eine bekannte Reizvorlage
 - Ross et al. (1972): 1-jährige Kinder, die in einen vertrauten oder unbekanntem Raum kriechen konnten, präferierten den unbekanntem Raum und verbrachten dort deutlich 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 Explorationsverhalten

- Zu hohes Anregungspotenzial → **spezifische Exploration**
 - Auslöser: kollative Variablen / Diskrepanzen / Reizüberflutung
 - Suche nach spezifischer Stimulation + Erkundung der Reizinformation
 - Ziel: Vertrautheit oder Verständnis zu erhöhen

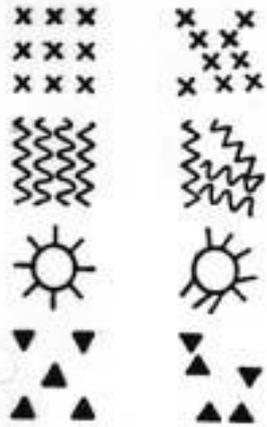
- Zu niedriges Anregungspotenzial → **diversive Exploration**
 - Auslöser: Mangel an Stimulation („Langeweile“)
 - Suche nach mehr Reizvariation, Spannung, Neuigkeit

Spezifische Neugier: Neuheit

- Berlyne & Crozier (1971): 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

Spezifische Neugier: Reizkomplexität

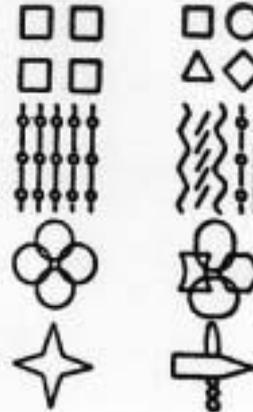
Komplexität als Funktion
der Vielfältigkeit und
Verschiedenartigkeit der
Teile eines Ganzen



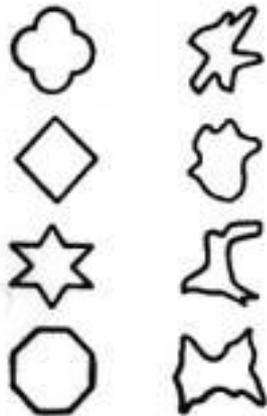
**Unregelmäßigkeit
der Anordnung**



Materialmenge



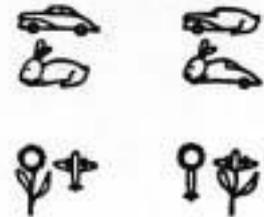
**Heterogenität
der Elemente**



**Unregelmäßigkeit
der Form**



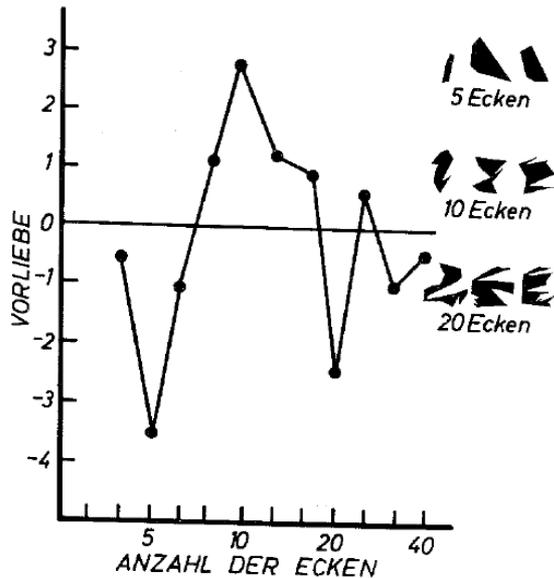
Unstimmigkeit



**Unvereinbare
Zusammen-
stellungen**

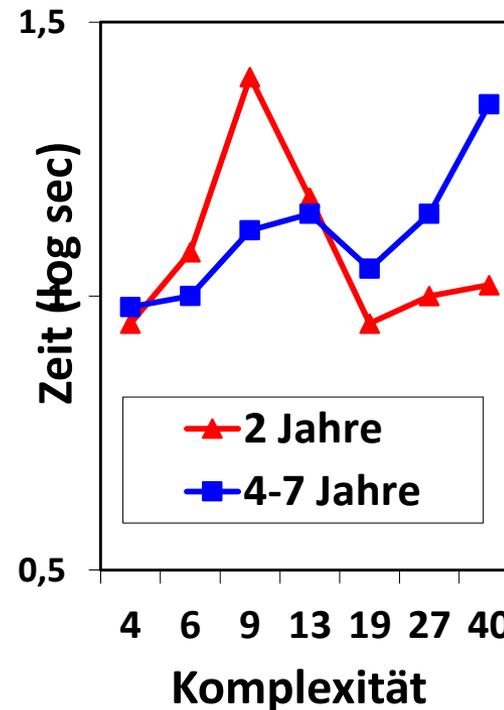
Präferenzurteile für visuelle Figuren unterschiedlicher Komplexität

Präferenzurteile für visuelle Figuren unterschiedlicher Komplexität



Munsinger & Kessen (1964)

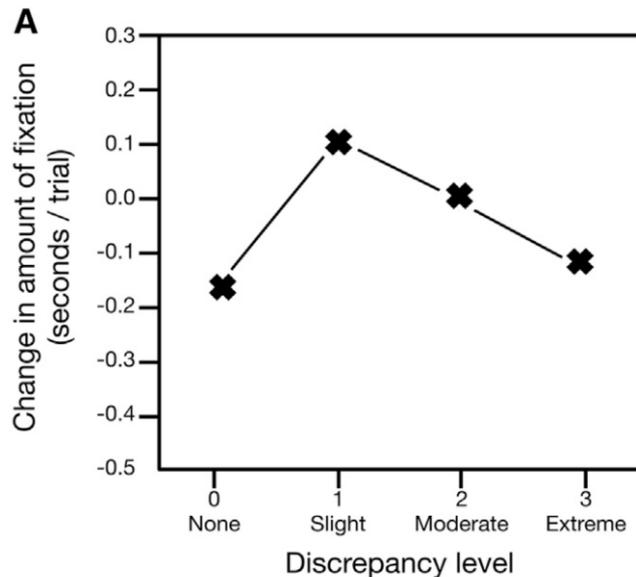
Dauer der Beschäftigung mit unterschiedlich komplexen Objekten



Switzky et al., 1974

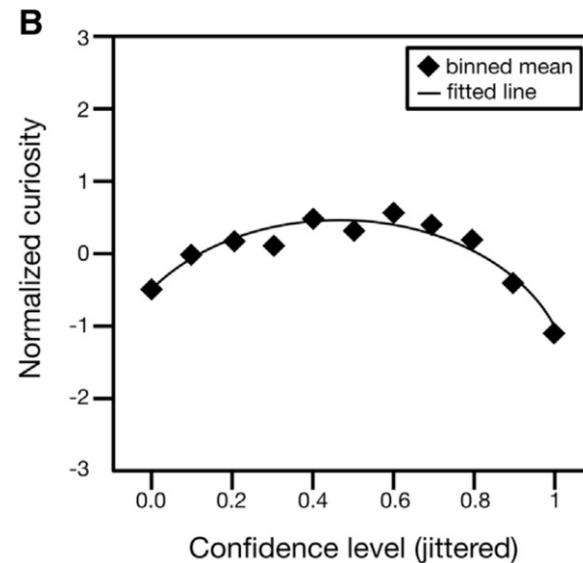
Spezifisches Neugierverhalten: Komplexität und Diskrepanz

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



Kinney and Kagan (1976)

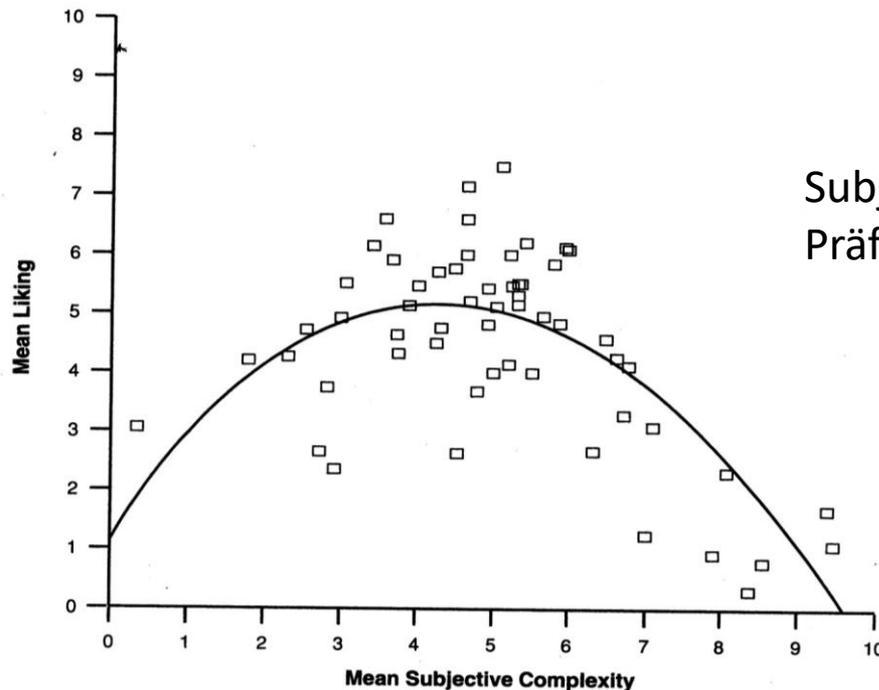
Neugier auf Antworten zu Fragen, für die Probanden unterschiedlich sicher waren, die Antwort zu kennen



Kang et al. (2009)

Spezifisches Neugierverhalten: Komplexität und Diskrepanz

- Erworbene Präferenzen für zunächst als aversiv / diskrepant empfundene Dinge (z.B. exotisches Essen; Bier; Kaffee)
- Ästhetische Urteile: Je mehr Expertise/Erfahrung, umso höherer Grad von Komplexität wird als angenehm erlebt (z.B. abstrakte Malerei, atonale Musik, komplexe intellektuelle Probleme)

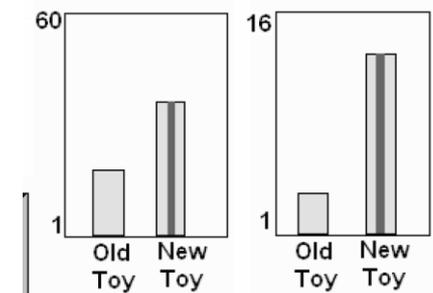
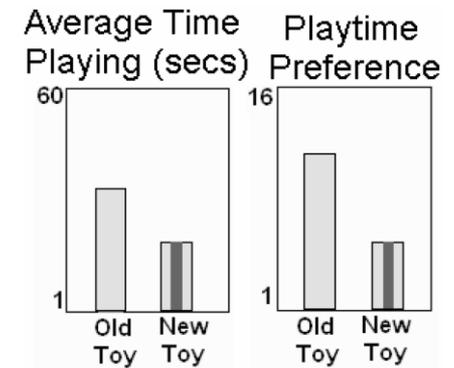
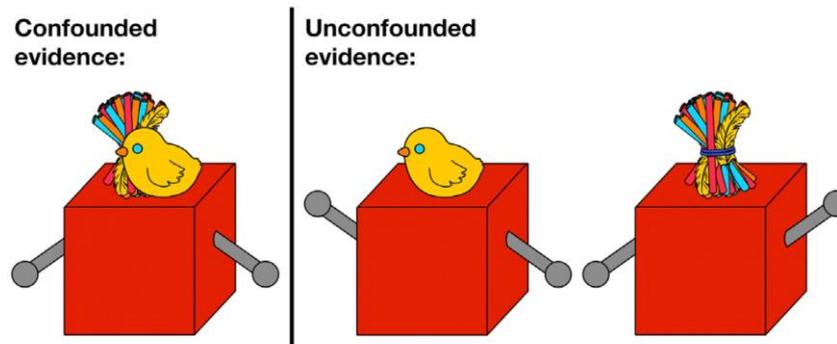


Subjektive Komplexität und
Präferenzurteile für populäre Musik

Neugier und Suche nach kausalen Beziehungen

Schulz and Bonawitz (2007)

- Vorschulkinder (mittleres Alter 57 Monate) 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 strukturierten ihr Spielverhalten so, dass sie unklare kausale Mechanismen aufdecken konnten
- Neugier motiviert spezifisch Verhalten, das geeignet ist, kausale Relationen in der Welt aufzudecken

Fazit

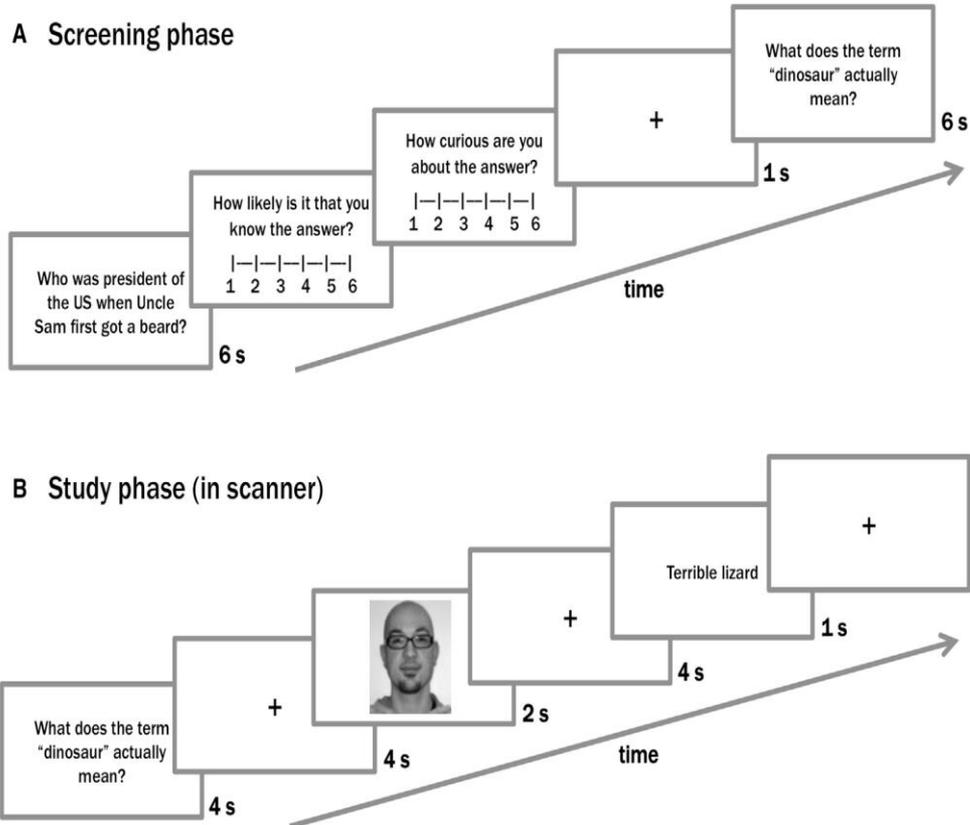
- Neue, zweideutige, komplexe, unerwartete Reize lösen Überraschung und subjektive Unsicherheit aus und motivieren spezifische Exploration (Wissenssuche, Erklärungsversuche)
- Neugierverhalten hat die Funktion,
 - Unsicherheit zu reduzieren, indem neues Wissen erworben wird, so dass überraschende oder diskrepante Reize in kohärente kognitive Schemata integriert werden können
 - Verhalten zu motivieren, das darauf gerichtet ist, kausale Beziehungen zwischen Ereignissen in der Welt aufzudecken
- Reduktion von Unsicherheit durch Wissenserwerb Lernen wirkt positiv verstärkend
 - Neuere Studien: Lernerfolg und neue Einsichten aktivieren Belohnungssysteme im Gehirn

Interindividuelle Unterschiede im Explorationsverhalten und der Erregbarkeit

- Explorationsverhalten wird durch individuelle persönliche Dispositionen beeinflusst → unterschiedliche Ausprägungen des Neugiermotivs und der Erregbarkeit
- wichtige Ansätze:
 - Eysenck: Extraversion/Introversion
 - Gray: Behavioral inhibition und activation system
 - Zuckermann / Cloninger: Sensation seeking / novelty seeking

**Aktuelle Forschung:
Neuronale Korrelate von Explorationsverhalten**

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:

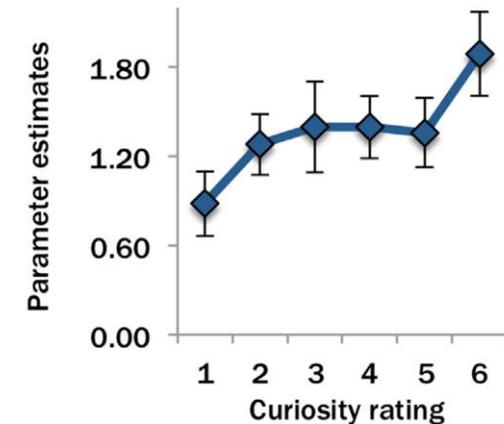
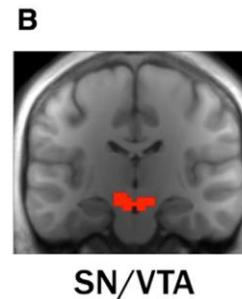
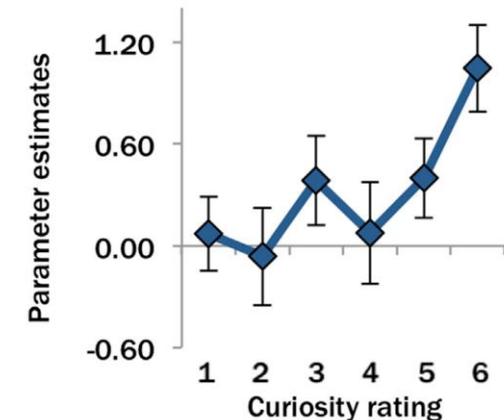
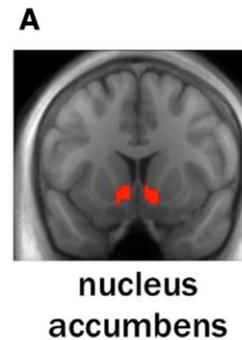
On each trial, a question was presented and the participant anticipated presentation of the answer. During this period, participants had to make an incidental judgment to a face.

Memory test

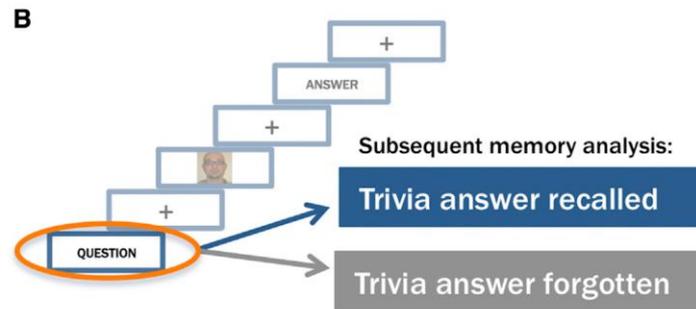
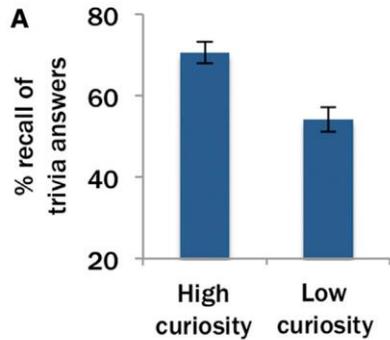
After the study phase, participants completed memory tests on the trivia answers and the faces

Neuronale Korrelate von Neugier und Effekte auf Lern- und Belohnungssysteme

- Selbstberichtete Neugier auf die Antworten war assoziiert mit Hirnaktivierung im mesolimbischen Dopaminsystem
- Korrelation zwischen Neugier-Ratings und Aktivitätserhöhungen im Nucleus accumbens und in der Substantia Nigra/ im ventralen Tegmentum

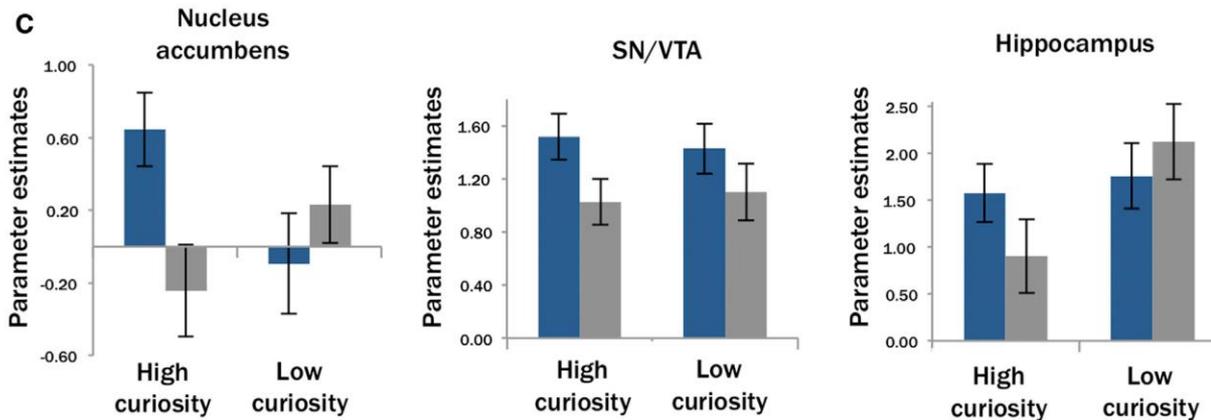


Neuronale Korrelate von Neugier und Effekte auf Lern- und Belohnungssysteme



(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.

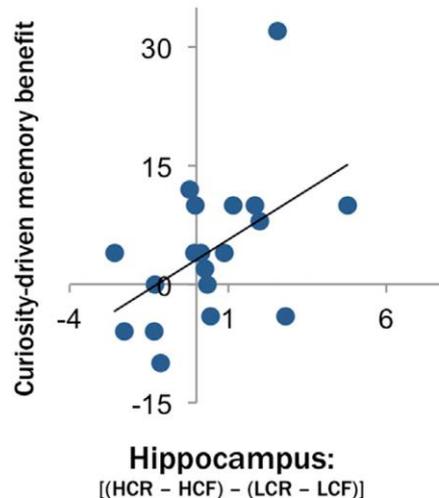
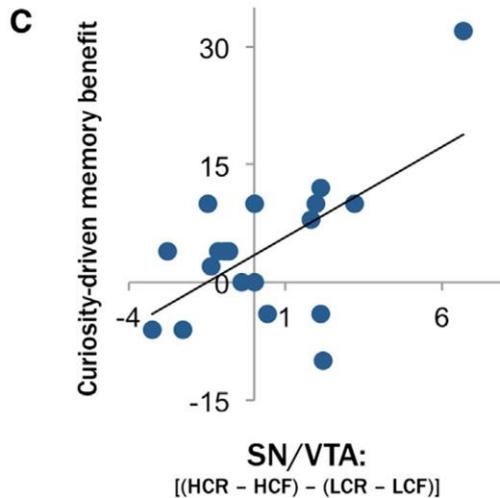
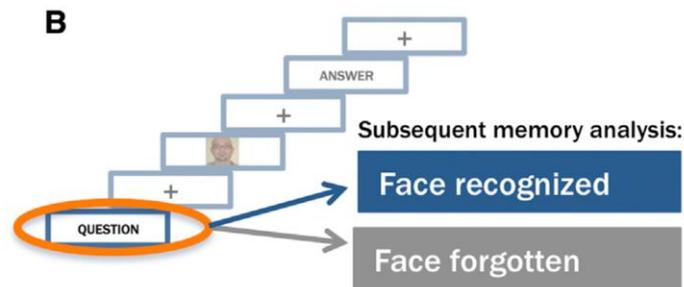
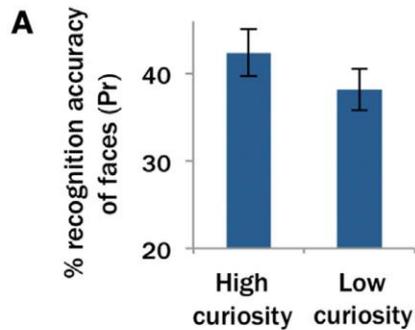


Activation in N. accumbens evoked by the question was increased for high-curiosity questions whose answers were later recalled

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 (y axis) 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)

Aktivierungstheoretische Ansätze und Neugiermotivation: Zentrale Aspekte

- Entdeckung **aktivierender Systeme** im Hirnstamm
- **Aktivierung** löste als Konstrukt das unspezifische Triebkonzept ab (statt biologischen Bedürfnissen lag Fokus jetzt auf zentralnervösem Erregungsniveau)
- Annahme eines **optimalen (mittleren) Aktivierungsniveaus**: Umgekehrt U-förmige Beziehung zwischen Aktivierung und Leistung
- Erforschung der **Reizmerkmale**, die Erregungsniveau beeinflussen (z.B. Neuartigkeit, Erwartungsdiskrepanz)
- Betonung der adaptiven Funktion von **Explorationsverhalten**: Reduktion von Unsicherheit und Aufdeckung kausaler Relationen in der Umwelt
- Neuere Forschung belegt, dass Neugier und die Antizipation von Unsicherheitsreduktion mit Aktivierung im **mesolimbischen Dopaminsystem** einhergeht und **hippokampus-basierte Lernprozesse** fördert