

Aufmerksamkeit und Leistung

Referenten: Rita Diolosá, Lauryn Schwarz, Sönke Brendel

Seminar: Kognitionspsychologie

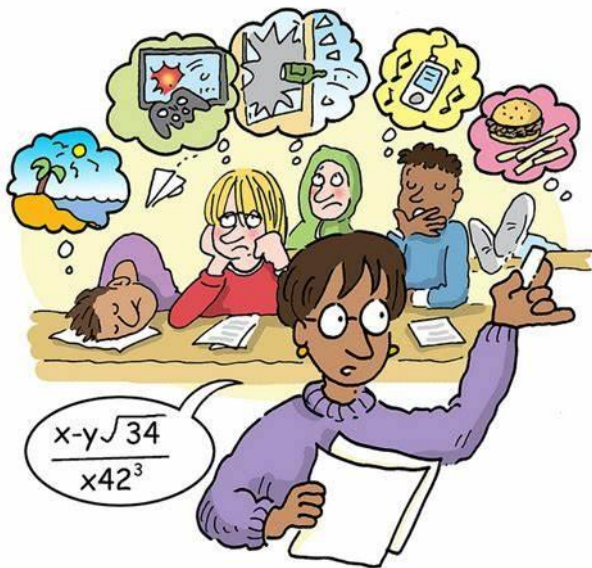
Seminarleiterin: Ulrike Schulz, Dipl.-Psych.

WS 19/20



Gliederung

1. Einführung
2. Frühe Theorien der selektiven Aufmerksamkeit
3. Offene visuelle Aufmerksamkeit
4. Verdeckte visuelle Aufmerksamkeit
5. Neuronale Grundlagen
6. Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden
7. Das Bindungsproblem



1. Einführung: Definition von Aufmerksamkeit

“Attention is...the taking into possession of the mind, in clear and vivid form, of one out of what seem several simultaneously possible objects or trains of thoughts. Focalisation, concentration, of consciousness are of its essence. It implies withdrawal of some things in order to deal effectively with others”

- *William James, 1890*

→ zentrale Funktion von Aufmerksamkeit: selektive Aufmerksamkeit
→ Auswahl wichtiger Informationen zum Zweck effektiver Verarbeitung und Ausblendung irrelevanter Informationen

(vgl. Müsseler, 2005)



William James

1. Einführung: Formen der Aufmerksamkeit

→ Fokussierte/selektive Aufmerksamkeit (Verarbeitung einer Informationsquelle)

- Auditiv (z.B. dichotisches Hören)
- Visuell (z.B. orts- vs. objekt- vs. merkmalsgebunden)

→ Verteilte Aufmerksamkeit (Simultane Verarbeitung mehrerer Informationsquellen)

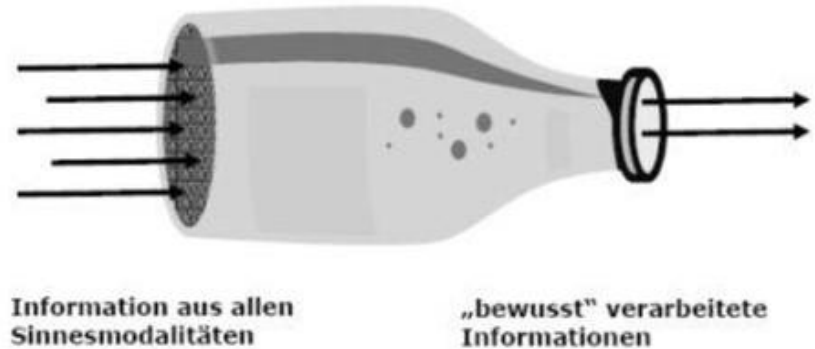
→ Aufmerksamkeit kann endogen (zielgerichtet) oder exogen (reizgesteuert) sein

2. Frühe Theorien der selektiven Aufmerksamkeit

Theorie der seriellen Flaschenhäuse (*serial bottlenecks*)

→ Punkte, an denen eine parallele Verarbeitung nicht mehr stattfinden werden
„**Flaschenhäuse**“ genannt

→ Wo immer sich ein Flaschenhals befindet, müssen unseren kognitiven Prozesse selektieren, welchen Teilinformationen sie Aufmerksamkeit widmen und welche sie ignorieren



take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**

2. Frühe Theorien der selektiven Aufmerksamkeit

Theorien der frühen Auswahl (*early selection*)

- Filtertheorie von Broadbent (1958)
- Dämpfungstheorie von Treisman (1964)

Theorie der späten Auswahl (*late selection*)

- Theorie der späten Auswahl von Deutsch und Deutsch (1963)

Forschungsdebatte: Findet eine Selektion der Aufmerksamkeit bevor oder nachdem wir den Stimulus wahrnehmen statt?

2.1 Frühe Theorien der selektiven Aufmerksamkeit: Auditive Aufmerksamkeit

Experimentelles Paradigma: **Dichotisches Hören** (Cherry, 1953)

Parallele Darbietung zweier Mitteilung auf jedes Ohr → „beschatten“ der Mitteilung auf einem Ohr (*shadowing tasks*)

Befunde:

→ Informationen des unbeachteten Ohres werden kaum wahrgenommen

Test zum dichotischen Hören:

<https://www.youtube.com/watch?v=h-tQgfm2CAs>

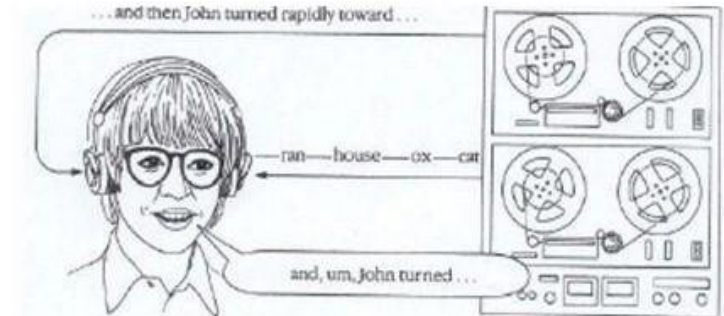


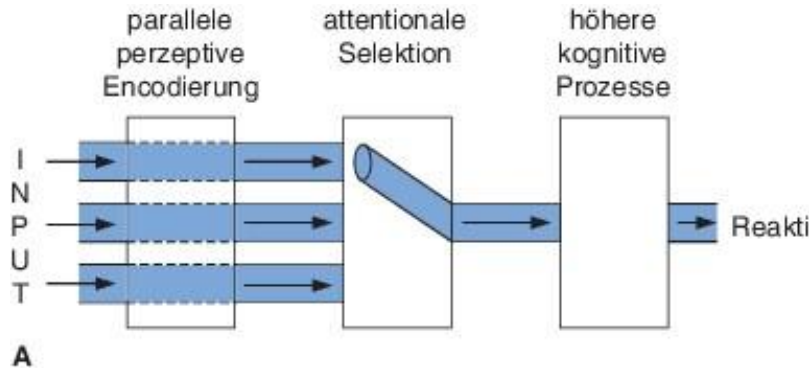
FIGURE 3.1 A typical shadowing task. Different messages are presented to the left and right ears, and the subject attempts to "shadow" one ear. (From Lindsay & Norman, 1977.)

Test zum dichotischen Hören

Links	Rechts
fails	five
charade	zero
mechanical	nine
grasp	eight
hoof	four
philosophy	eight
bomber	zero
ghetto	two
carcasss	three
godless	five

2.2 Theorie der frühen Auswahl: Filtertheorie (Broadbent, 1958)

Annahme: Sensorische Informationen durchlaufen das System bis sie eine Art Flaschenhals erreichen → dann sind *physikalische Merkmale* dafür entscheidend welche Mitteilungen wir verarbeiten



Kritik



Cocktailparty-Effekt

2.2 Theorie der frühen Auswahl

Gray und Wedderburn (1960):

Experiment: Probanden können einer bedeutungshaltigen Nachricht folgen, die zwischen beiden Ohren hin und her wechselt → Beleg für die Selektion einer Information aufgrund ihres semantischen Gehalts

Treisman (1960):

Experiment: Probanden beschatten Mitteilung auf einem Ohr. Mitteilung zunächst inhaltlich sinnvoll, dann wechselt die sinnvolle Mitteilung auf das andere Ohr → einige Probanden folgen trotz Anweisung Mitteilung auf dem anderen Ohr

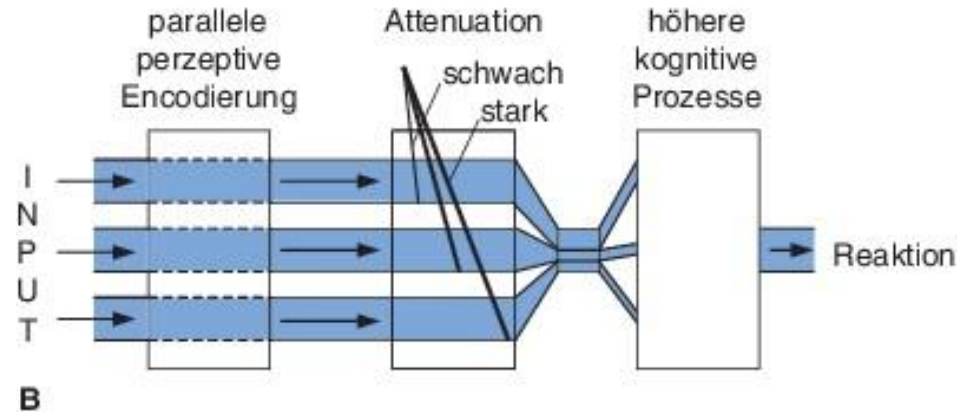
Schlussfolgerung: ***Die Auswahl der Informationsverarbeitung wird manchmal aufgrund physikalischer Merkmale und manchmal aufgrund des semantischen Gehalts getroffen***

take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**

2.3 Theorie der frühen Auswahl: Dämpfungstheorie (Treisman, 1964)

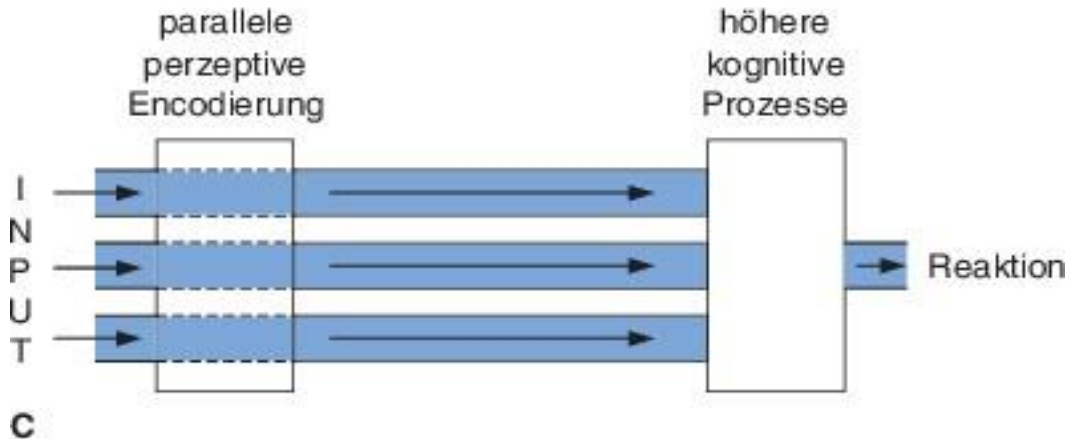
Experiment: Probanden sollen das Signal des unbeachteten Ohres minimieren aber nicht vollständig abstellen, semantische Auswahlkriterien sollen auf alle Informationen angewendet werden



Befund: Abgeschwächte und nicht abgeschwächte Informationen werden von Probanden wahrgenommen
→ nicht abgeschwächte Informationen werden wesentlich leichter aufgenommen

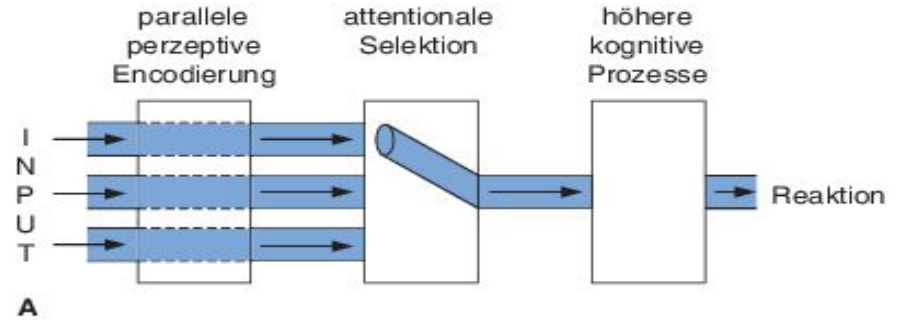
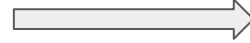
2.4 Theorie der späten Auswahl: (Deutsch und Deutsch, 1963)

Annahme: zahlreiche Mitteilungen werden gleichzeitig wahrgenommen aber nur eine Mitteilung (anhand physikalischer oder semantischer Kriterien) wird beschattet

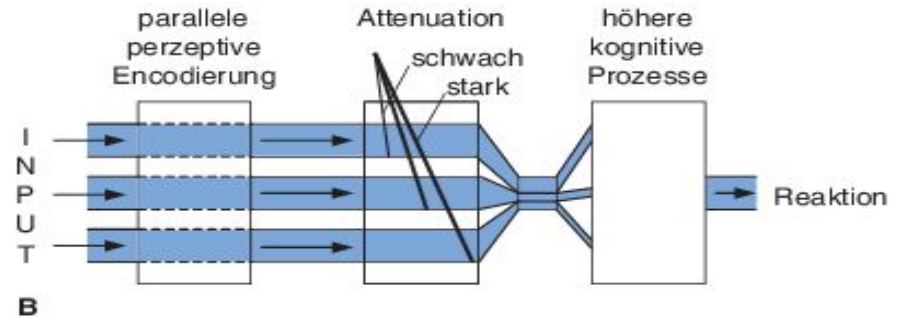
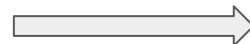


→ d.h. gesamte Information wird ungefiltert verarbeitet
→ *Kapazitätsbegrenzung liegt im Reaktionssystem, nicht im Wahrnehmungssystem*

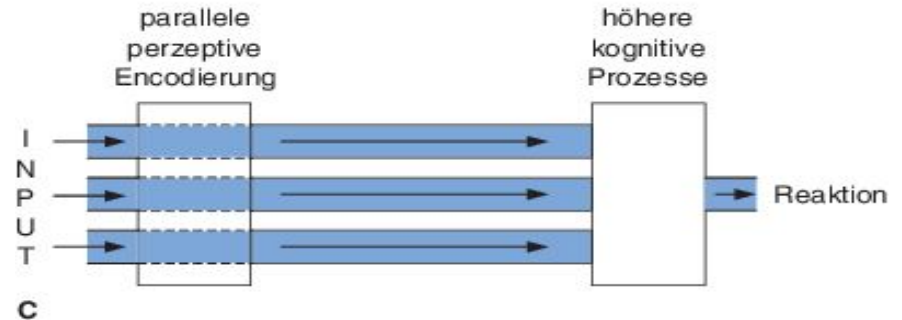
Theorie der frühen Auswahl:
Filtertheorie (Broadbent, 1958)



Theorie der frühen Auswahl:
Dämpfungstheorie (Treisman, 1964)



Theorie der späten Auswahl:
(Deutsch und Deutsch, 1963)

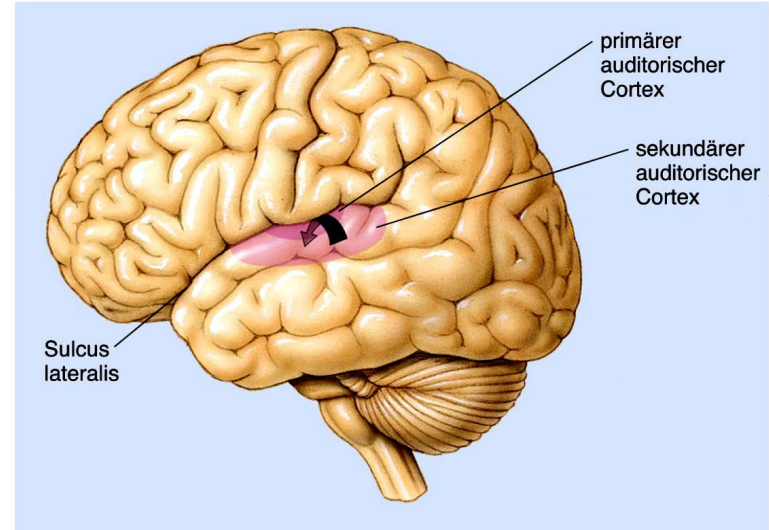


2.5 Weiterführende Forschungsansätze

→ Untersuchungen zeigen, dass der primäre auditorische Cortex verstärkte Antworten auf Signale des beachteten Ohres und abgeschwächte Antworten auf Signale des unbeachteten Ohres aufweist

→ Die Effekte im auditorischen Cortex sind eine Sache von *Abschwächung* und *Verstärkung*

→ Mitteilungen werden nicht komplett ausgefiltert



take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**
3. **Aufmerksamkeit kann auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen.**

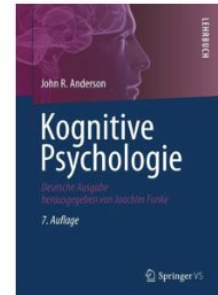
Visuelle Aufmerksamkeit

- Offene und verdeckte Orientierung der visuellen Aufmerksamkeit
- Fokussierte Aufmerksamkeit (Verarbeitung einer Informationsquelle)

z.B. Räumliche (ortsbasierte) Aufmerksamkeit

Orientierung

- ortsgebunden: heutiger Schwerpunkt
- objektgebunden: im Anderson (K.3, S.59) nachlesbar



Martin Cimbard
Paris, France
2011

Dior

LADY

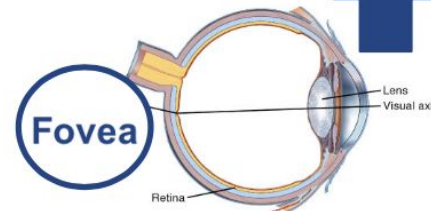
www.dior.com



Offene visuelle Aufmerksamkeit

Visuelle Fixation als
Operationalisierung

- ➔ Bereitstellung der meisten visuellen
Verarbeitungsressourcen
für bestimmten Teil des visuellen
Feldes



max. Sehschärfe

darauf liegt meist die
Aufmerksamkeit

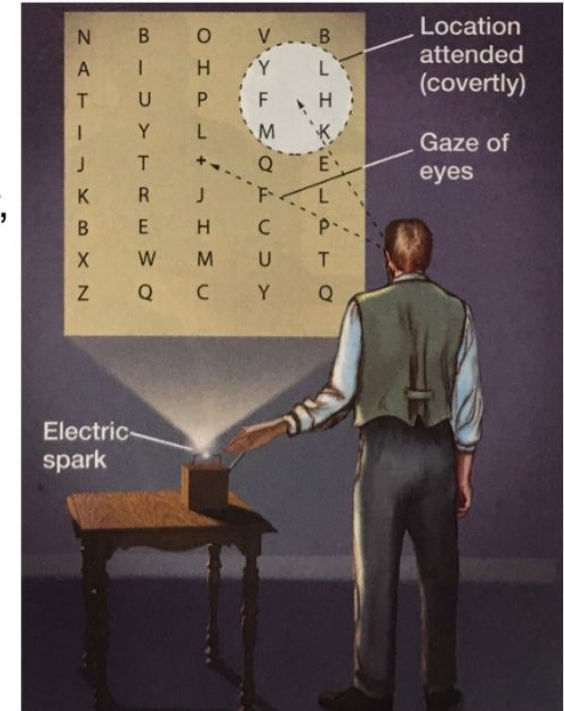
Verdeckte visuelle Aufmerksamkeit

Experiment zur verdeckten visuellen Aufmerksamkeit (Helmholtz, 1867)

Fixation auf mittleren Punkt eines Buchstabenfeldes

vor Lichtaufblitzen: Buchstaben in beachteter Region erkennbar,
alle anderen nicht erkennbar

- **Räumliche Selektivität der Aufmerksamkeit kann ohne Augenbewegung gesteuert werden**



Räumliche (ortsbasierte) Aufmerksamkeit

Experiment zur visuellen Aufmerksamkeit („Spatial-cueing-Paradigm“)
(Posner et al. 1978)

Aufbau:

Probanden müssen Punkt fixieren

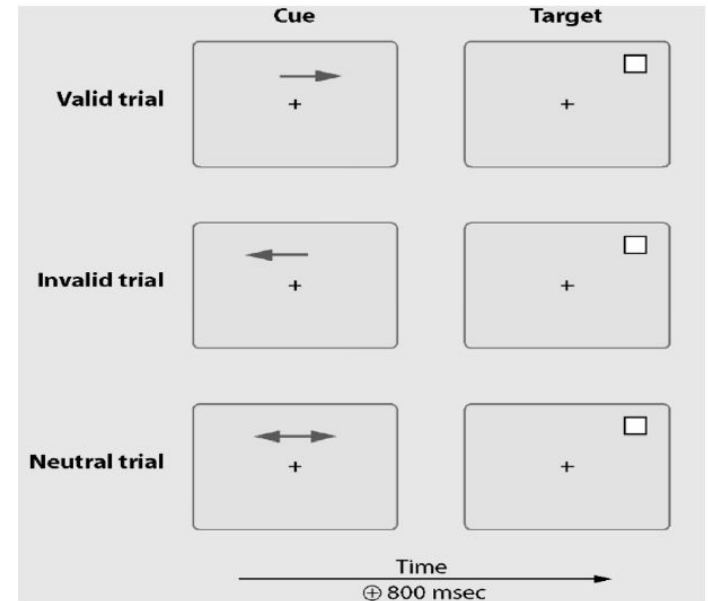
Reiz erscheint links oder rechts von Fix-Punkt

Durchgänge mit validem Hinweis (Pfeil)

invalidem Hinweis

ohne Hinweis

➡ Messung der Reaktionszeit



Visuelle Aufmerksamkeit

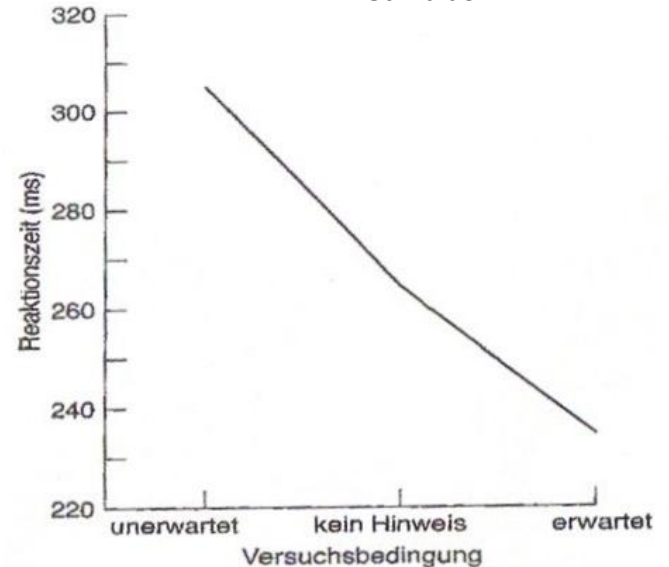
Experiment zur visuellen Aufmerksamkeit („Spatial-Cueing-Paradigm“) (Posner et al. 1978)

Ergebnis: Probanden konnten Aufmerksamkeit ohne Augenbewegung von Fix-Punkt weg verlagern

➡ bis zu 24 Grad von der Fovea

- Stimulus an erwarteter Stelle
➡ schnellere Reaktion
- Stimulus an unerwarteter Stelle
➡ langsamere Reaktion

Abbildung: benötigte Zeit bis zur Reaktion auf den Stimulus



Visuelle Aufmerksamkeit

Hypothese von Posner (1988)

Aufmerksamkeitslenkung auf Stellen außerhalb des fovealen Sehens



Identifizierung der nicht-fovealen Region als interessanter Bereich



korrespondierende Augenbewegung



Fixierung des interessanten Bereichs



maximale Schärfe in der Verarbeitung dieses Bereichs

Visuelle Aufmerksamkeit

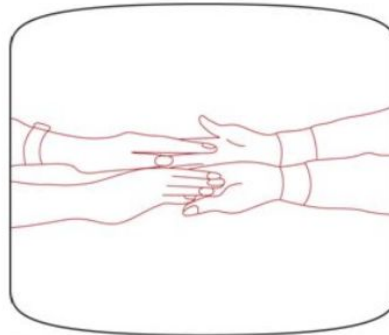
Experiment zur selektiven visuellen Aufmerksamkeit (Neisser und Becklen, 1975)

Aufbau:

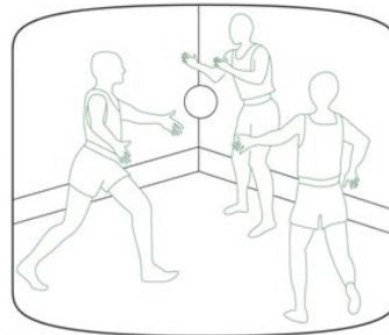
Probanden sehen 2 übereinandergelegte Filme: Handschlag- & Ballspiel

sollen Aufmerksamkeit auf **einen** der beiden Filme bzw. beide Filme richten

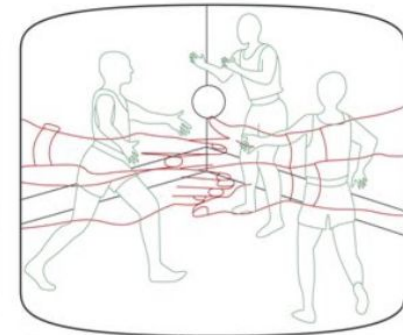
Treten ungewöhnliche
Ereignisse auf ?



(a)



(b)



(c)

Visuelle Aufmerksamkeit

Experiment zur selektiven visuellen Aufmerksamkeit (Neisser und Becklen, 1975)

Ergebnis:

- Probanden konnten einzelne Episode überwachen und Fehler erkennen, andere herausfiltern
- bei gleichzeitigem Überwachen wurden in beiden Episoden kaum Fehler wahrgenommen

➡ Kombination des Gebrauchs physischer und inhaltlicher Hinweisreize

- Um eine komplexe visuelle Szene zu verarbeiten, ist es notwendig, unsere Aufmerksamkeit im visuellen Feld umherzubewegen und somit die visuelle Information zu verfolgen

take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**
3. **Aufmerksamkeit kann auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen.**
4. **Aufmerksamkeit kann auf einige wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden. Um ein bedeutungshaltiges Ereignis zu verarbeiten, kann der Aufmerksamkeitsfokus durch dieses Feld bewegt werden.**

Die neuronale Grundlage visueller Aufmerksamkeit

Willentliche Aufmerksamkeit:
basiert auf PFC, anteriorem Cingulum

Unwillkürliche Aufmerksamkeit:
wird kontrolliert von subcorticalen
Regionen wie den Colliculi Superiores

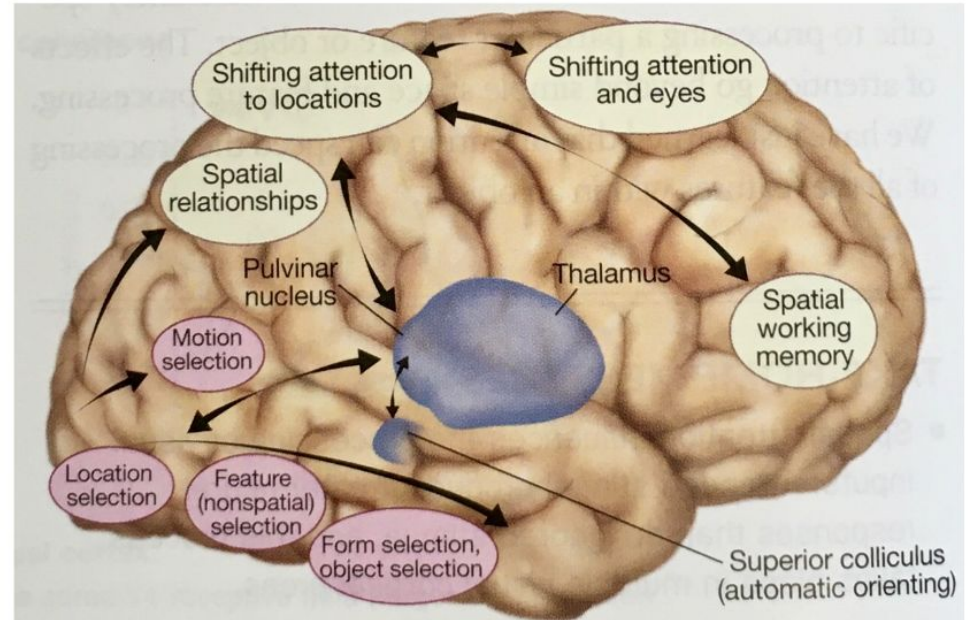


FIGURE 7.41 Sources and sites of attention.

Die neuronale Grundlage visueller Aufmerksamkeit

Experiment von Mangun et. al (1993)

Aufbau:

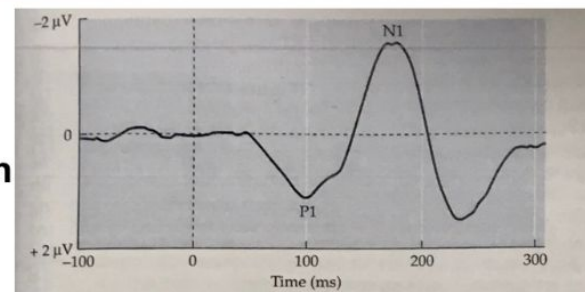
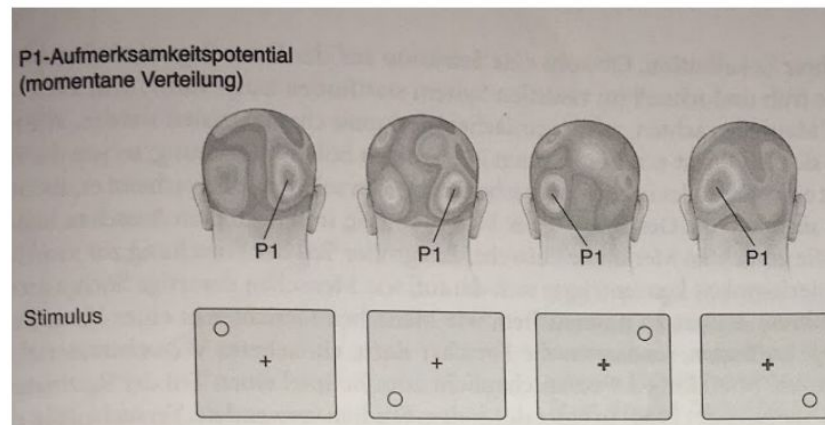
Probanden legen Aufmerksamkeit auf eine der dargestellten Regionen des visuellen Feldes, während Fixation auf Bildschirmmitte

➔ Messung der Hirnaktivität mittels EKP

Ergebnis:

Größte Aktivierung der dem Stimulus gegenüberliegenden Kopfseite

■ verstärkte neuronale Verarbeitung in denjenigen Teilen des visuellen Kortex, die mit der entsprechenden Raumregion korrespondiert



take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**
3. **Aufmerksamkeit kann auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen.**
4. **Aufmerksamkeit kann auf einige wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden. Um ein bedeutungshaltiges Ereignis zu verarbeiten, kann der Aufmerksamkeitsfokus durch dieses Feld bewegt werden.**
5. **Wenn die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Raumregion gerichtet wird, dann ist eine verstärkte neuronale Verarbeitung in denjenigen Teilen des visuellen Kortex festzustellen, die mit der entsprechenden Raumregion korrespondieren.**

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

- Menschen können visuelle und auditive Reize auswählen und ihnen Aufmerksamkeit widmen
 - auf Grundlage physikalischer Reize und Lokalisation

Aber: Nicht alles, worauf Menschen achten, kann mittels einfacher Merkmale charakterisiert werden.

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

Wie finden wir ein Objekt mit bestimmten Merkmalen höherer Ordnung?

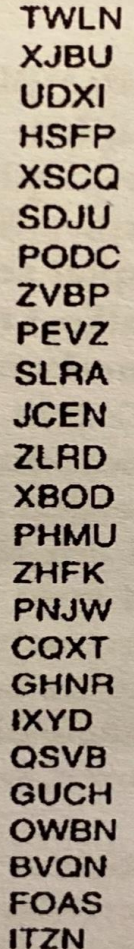
Wie führen wir derartige Suchprozesse aus?

Beispiel: Gesicht eines/r FreundIn in einer Menschenmenge

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

Experiment zur visuellen Suche (Neisser, 1964)

- Probanden sollten den Buchstaben *K* finden
 - Zeitmessung



TWLN
XJBU
UDXI
HSFP
XSCQ
SDJU
PODC
ZVBP
PEVZ
SLRA
JCEN
ZLRD
XBOD
PHMU
ZHFK
PNJW
CQXT
GHNR
IXYD
QSVB
GUCH
OWBN
BVQN
FOAS
ITZN

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

Experiment zur visuellen Suche (Neisser, 1964)

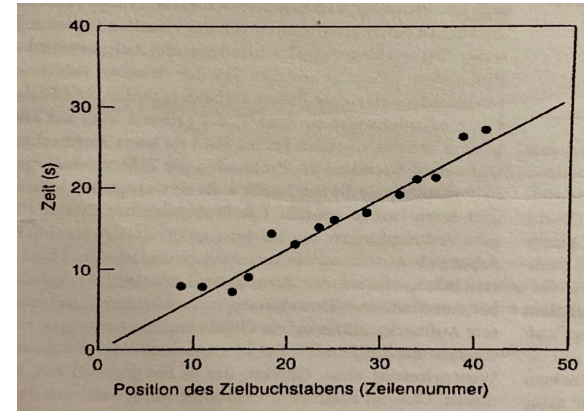
- Probanden sollten den Buchstaben *K* finden
 - Zeitmessung

Ergebnis:

- 0,6 ms pro Zeile während des Suchprozesses
- Zeit variierte in Abhängigkeit zur Position des Zielbuchstaben

Ergebnisse neuer bildgebender Verfahren (vgl. Kanwisher & Wojciulik, 2000):

- Deutliche Aktivierung des parietalen Kortex während solcher Suchprozesse
 - Raumwahrnehmung



(vgl. Anderson, Abb. 3.12)

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

Stimulusgetriebene Aufmerksamkeit

Aufgabe: Suche die rote Figur.



- Einzigartige Merkmale stechen heraus
 - Objekt kann ohne jegliches Suchen gefunden werden

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

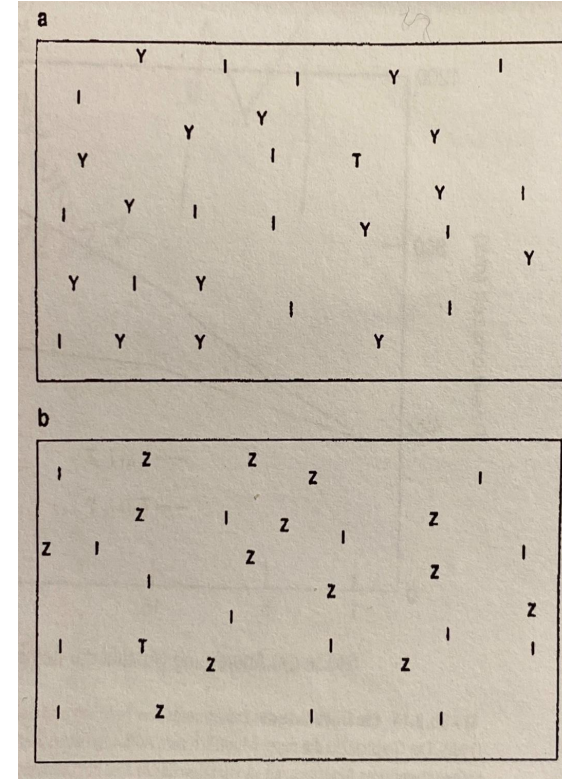
Experiment zur stimulusgetriebenen Aufmerksamkeit (Treisman & Gelade, 1980)

- Probanden sollten in beiden Abb. ein **T** entdecken

Ergebnis:

- a) ca. 400 ms (Querstrichmerkmal)
- b) > 800 ms (Querstrich & vertikaler Strich)
 - Merkmalsverknüpfung

Die Mustererkennung benötigt mehr Zeit, wenn Merkmale zuerst verknüpft werden müssen(b).

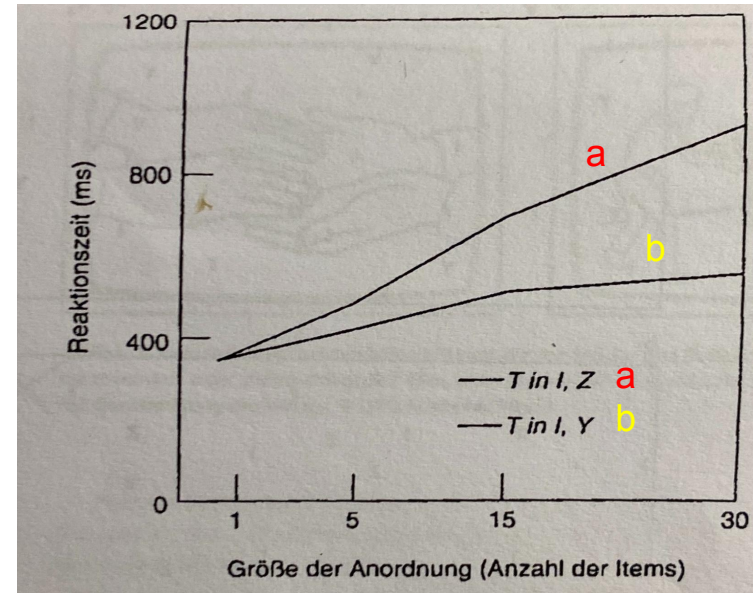


(vgl. Anderson, Abb. 3.13)

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

Experiment zur stimulusgetriebenen Aufmerksamkeit (Treisman & Gelade, 1980)

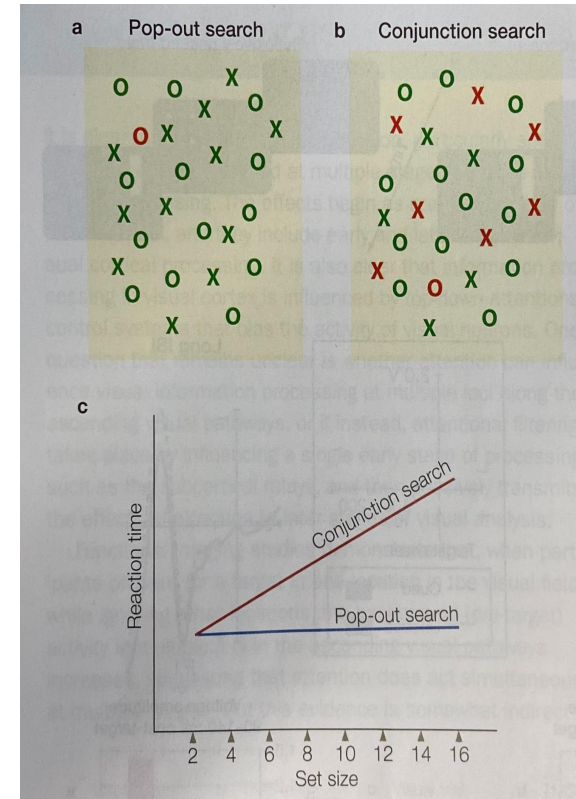
- Anzahl der Distraktoren (Ablenker) erhöht RTs
 - Je mehr Distraktoren, desto höhere RTs
 - Stärkerer Einfluss bei Merkmalskombinationen (a)



(vgl. Anderson, Abb. 3.14)

Visuelle Aufmerksamkeit - merkmalsgebunden

- Pop-out-Effekt (Hervorstehen)
- Pop-out search: parallele Suche
 - präattentiv (vorbewusste Wahrnehmung)
 - Merkmal von Zielreiz hebt sich stark von anderen Merkmalen ab
 - Anzahl der Distraktoren hat keinen Einfluss
- Conjunction search: serielle Suche
 - gerichtete Aufmerksamkeit ist erforderlich
 - Merkmale von Zielreiz sind teilweise identisch mit Merkmalen der Ablenker



(vgl. Gazzangia, Ivry, Mangun, Abb. 7.3)

take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**
3. **Aufmerksamkeit kann auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen.**
4. **Aufmerksamkeit kann auf einige wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden. Um ein bedeutungshaltiges Ereignis zu verarbeiten, kann der Aufmerksamkeitsfokus durch dieses Feld bewegt werden.**
5. **Wenn die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Raumregion gerichtet wird, dann ist eine verstärkte neuronale Verarbeitung in denjenigen Teilen des visuellen Kortex festzustellen, die mit der entsprechenden Raumregion korrespondieren.**
6. **Der Suchprozess wird nur benötigt, wenn das gesuchte Objekt keine einzigartigen Merkmale aufweist.**

Das Bindungsproblem

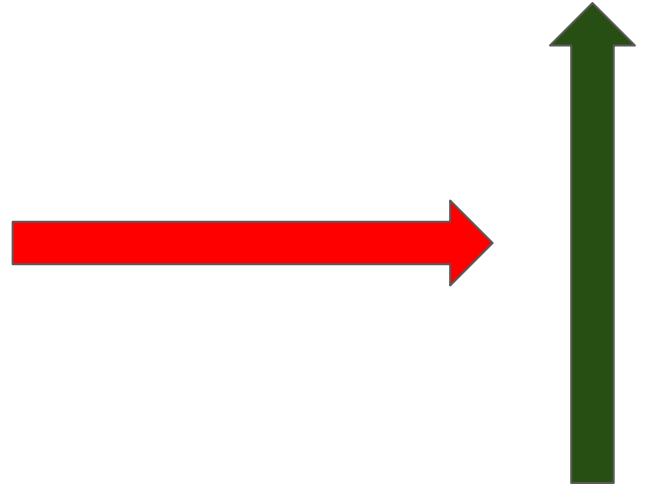
- Visuelles System:
 - unterschiedliche Arten von Neuronen reagieren auf unterschiedliche Merkmale

Neuron 1: horizontale Linie

Neuron 2: vertikale Linie

Neuron 3: rot

Neuron 4: grün

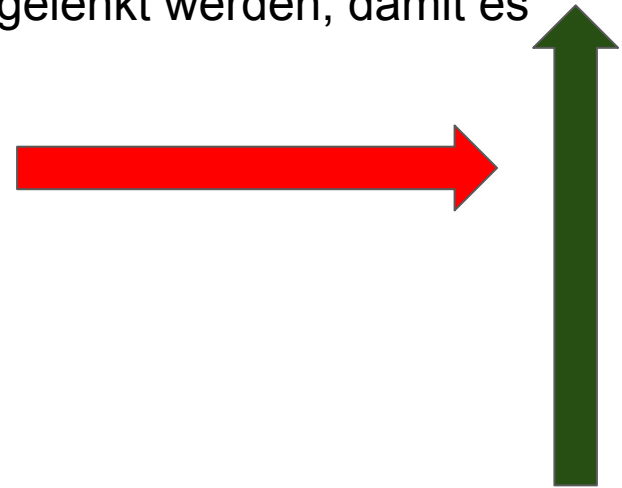


Frage: *Wie setzt unser Gehirn die einzelnen Merkmale verschiedener Objekte wieder richtig zusammen?*

Das Bindungsproblem

Merkmalsintegrationstheorie (Treisman & Gelade, 1980)

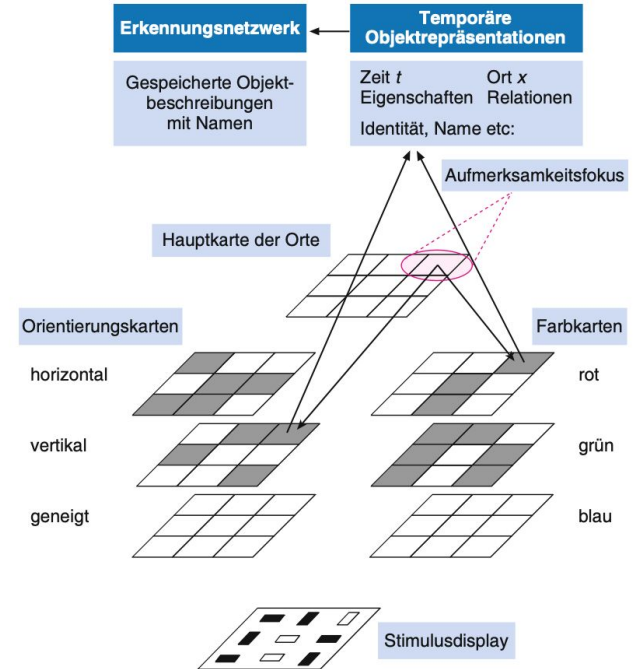
- Annahme: Aufmerksamkeit muss auf einen Stimulus gelenkt werden, damit es zur Musterverknüpfung kommen kann.
 - Beispiel: 1. Aufmerksamkeit auf rote Linie
2. Aufmerksamkeit auf grüne Linie



Das Bindungsproblem

Merkmalsintegrationstheorie (Treisman & Gelade, 1980)

- Parallele Kodierung von elementaren Merkmalen in Merkmalskarten
- Integration der Merkmale erfolgt seriell durch räumlichen Aufmerksamkeitsfokus
- Vergleich der erstellten temporären Objektrepräsentationen mit gespeicherten Objektbeschreibungen



→ *Deshalb dauert serielle Suche länger als parallele Suche*

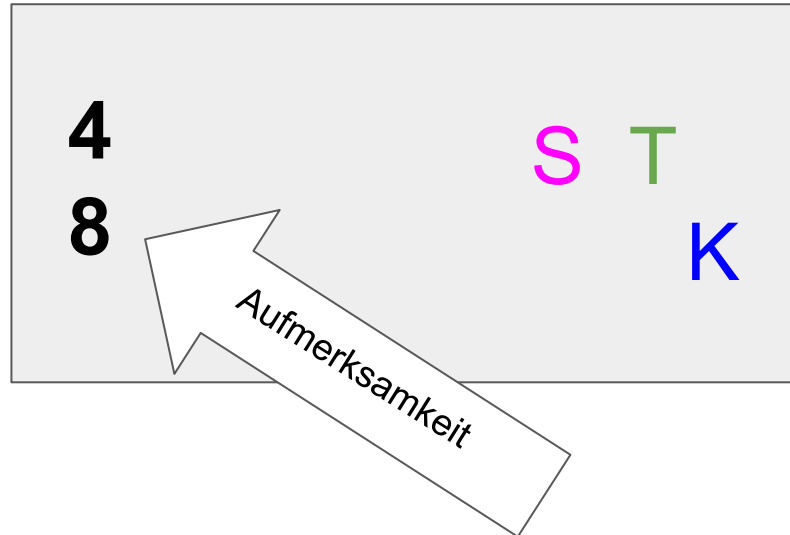
(vgl. Müsseler, Abb. 5.7)

Das Bindungsproblem

Illusorische Verbindungen (Treisman & Schmidt, 1982)

- Frage: *Was passiert bei der Kombination von Merkmalen, wenn die Stimuli außerhalb des Fokus der Aufmerksamkeit liegen?*

- Versuchsaufbau:

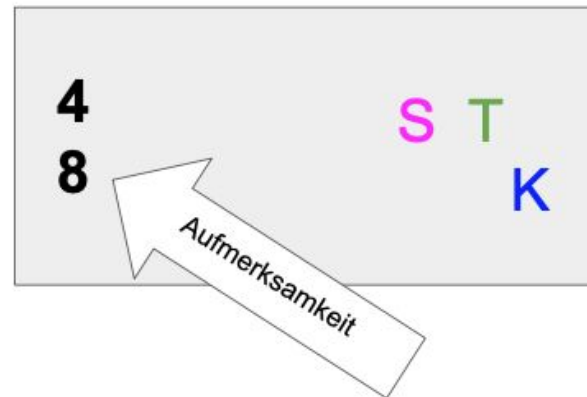


Das Bindungsproblem

Illusorische Verbindungen (Treisman & Schmidt, 1982)


- Frage: *Was passiert bei der Kombination von Merkmalen, wenn die Stimuli außerhalb des Fokus der Aufmerksamkeit liegen?*
- Ergebnis:
 - Ziffernwiedergabe problemlos
 - Buchstabe plus Farbe:
 - illusorische Verknüpfung von Merkmalen (T,K,S)
ebenso häufig wie korrekte Kombinationen

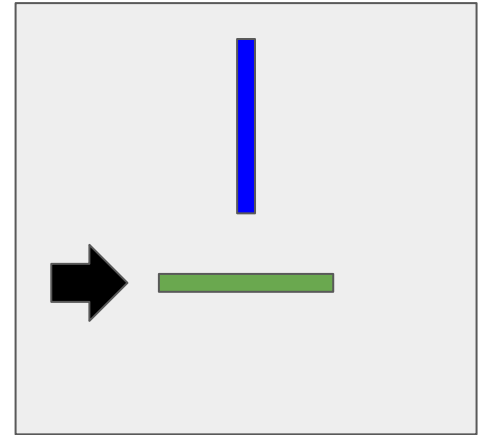
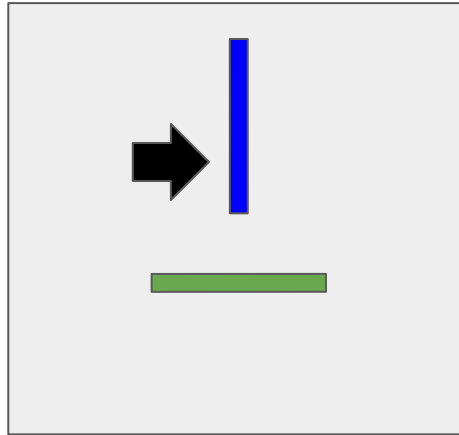
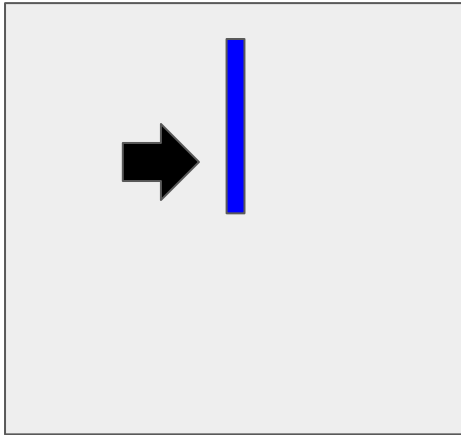
Merkmale können nur dann zu einer zutreffenden Wahrnehmung kombiniert werden, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf ein Objekt lenken.



Das Bindungsproblem

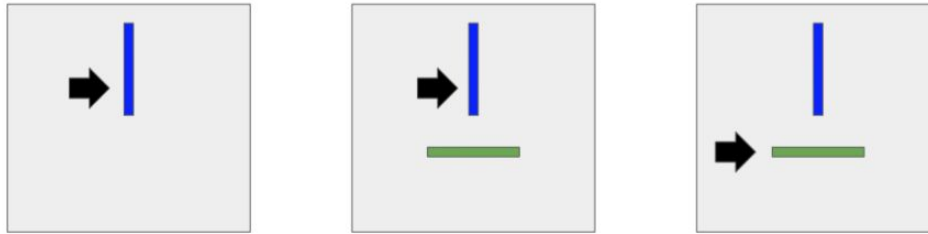
Neuronale Mechanismen bei Aufmerksamkeit auf ein Objekt (Luck et al., 1997)

- einige Neurone reagieren spezifisch auf bestimmte Typen von Objekten (z.B. V4)
-  = Aufmerksamkeit



Das Bindungsproblem

Neuronale Mechanismen bei Aufmerksamkeit auf ein Objekt (Luck et al., 1997)



- Blaue Linie: hohe neuronale Aktivität
- Blaue und grüne Linie (Aufmerksamkeit auf blaue Linie): hohe neuronale Aktivität
- Blaue und grüne Linie (Aufmerksamkeit auf grüne Linie): niedrige neuronale Aktivität

Wenn die Aufmerksamkeit auf die Suche nach einem bestimmten Objekt ausgerichtet wird (blaue Linie), werden die dieses Objekt kodierenden Merkmale verstärkt, während die Merkmale anderer Objekte (grüne Linie) unterdrückt werden.

Das Bindungsproblem

Neuronale Mechanismen bei Aufmerksamkeit auf ein Objekt

- fMRT-Studien fanden ähnliche Ergebnisse (Kastner, DeWeerd, Desimone, Ungerleider, 1998):
 - Vergleich des fMRT Signal bei Zielreiz allein oder bei Zielreiz mit anderem Reiz
 - Zielreiz: hohe fMRT-Antwort
 - Zielreiz + 2. Reiz, Aufmerksamkeit auf Zielreiz: gleichbleibende fMRT-Antwort
 - Zielreiz + 2. Reiz, Aufmerksamkeit auf 2. Reiz: abgeschwächte fMRT-Antwort

Das Bindungsproblem



Versuch

Tauscht euch nicht untereinander aus!

Das Bindungsproblem

Gruppe 1

Zählt die Ballwechsel des
Teams mit weißen T-Shirts.

Das Bindungsproblem



Versuch

Das Bindungsproblem

Gruppe 2

Zählt die Ballwechsel des
Teams mit schwarzen
T-Shirts.

Das Bindungsproblem



Versuch

Das Bindungsproblem

Gruppe 3



Schaut euch das Video an.

Das Bindungsproblem



Versuch

<http://www.simonslab.com/videos.html>

Das Bindungsproblem

Effekte anhaltender Aufmerksamkeit (*Simons & Chabris, 1999*)

- Ergebnisse (Wie viele Vpn bemerkten den Gorilla?)
 - Aufmerksamkeit auf weiß gekleidete SpielerInnen: 8%
 - Aufmerksamkeit auf schwarz gekleidete SpielerInnen: 67%
 - Passive BeobachterInnen: 100%

take-home message

1. **Aufmerksamkeit selektiert die zu verarbeitende Information an seriellen Flaschenhälsen, an denen es nicht mehr möglich ist, Dinge parallel zu tun.**
2. **Die Filtertheorie von Broadbent verwendet die These, dass wir physikalische Merkmale verwenden, um eine zu verarbeitende Nachricht auszuwählen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass zur Auswahl auch der semantische Inhalt genutzt werden kann.**
3. **Aufmerksamkeit kann auditive Mitteilungen im primären auditorischen Kortex verstärken oder abschwächen.**
4. **Aufmerksamkeit kann auf einige wenige Grad des visuellen Feldes fokussiert werden. Um ein bedeutungshaltiges Ereignis zu verarbeiten, kann der Aufmerksamkeitsfokus durch dieses Feld bewegt werden.**
5. **Wenn die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Raumregion gerichtet wird, dann ist eine verstärkte neuronale Verarbeitung in denjenigen Teilen des visuellen Kortex festzustellen, die mit der entsprechenden Raumregion korrespondieren.**
6. **Der Suchprozess wird nur benötigt, wenn das gesuchte Objekt keine einzigartigen Merkmale aufweist.**
7. **“Damit Merkmalsinformationen zu einem Muster kombiniert werden können, müssen sie im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen.” (vgl. Anderson, 2013)**

Quellen

- M. W. Eysenck & M. T. Keane (2010). *Cognitive Psychology*. Hove and New York: Psychology Press.
- Anderson, J. R. (2013). *Kognitive Psychologie*. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Müsseler, J. (2000). *Lexikon der Psychologie. Aufmerksamkeit*. <https://www.spektrum.de/lexikon/psychologie/aufmerksamkeit/1655> (13.11.2019).
- Müsseler, J., Rieger M. (2005): *Allgemeine Psychologie*. 5. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Müsseler, J., Rieger M. (2017): *Allgemeine Psychologie*. 3. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Gazzaniga, Michael S., Ivry, Richard B., Mangun, George R. (2013). *Cognitive Psychology The Biology of the mind / 4e*. 4.Auflage. WW Norton & Co.