

Vorlesung Motivation, Emotion, Volition
Modul A2

Kognitive Kontrolle

Prof. Dr. Thomas Goschke

Literaturempfehlungen

Lehrbuchkapitel

- Gazzaniga, M., Ivry, R. & Mangun, R. (2018). *Cognitive neuroscience. The biology of the mind (5th ed.)*. W. W. Norton. (Chapter 12: Cognitive Control)
- Purves et al. (2013). *Principles of cognitive neuroscience (2nd ed.)*. Sinauer. (Chapter 13: Executive functions)
- Goschke, T. (2017). *Volition und kognitive Kontrolle*. In J. Müsseler & M. Rieger (Hrsg.), *Allgemeine Psychologie* (3. Auflage, S. 251-315). Berlin: Springer.

Optionale Vertiefung zur klinisch-psychologischen Relevanz von beeinträchtigter kognitiver Kontrolle

- Goschke, T. (2014). Dysfunctions of decision-making and cognitive control as transdiagnostic mechanisms of mental disorders: advances, gaps, and needs in current research. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 23(S1), 41-57. doi:10.1002/mpr.1410

Handbuch zur optionalen Vertiefung spezieller Themen

- Egner, T. (2017). *The Wiley handbook of cognitive control*. Wiley Blackwell.

Sehr empfehlenswertes Sachbuch

- Badre, D. (2020). *On task. How our brain gets things done*. Princeton: Princeton University Press.

Überblick

Was ist kognitive Kontrolle und warum ist es wichtig?

Messung und Faktorstruktur kognitive Kontrollfunktionen

Neuropsychologische und funktionelle Bildgebungsstudien zur kognitiven Kontrolle

Konfliktüberwachung und adaptive Regulation kognitiver Kontrolle



Kognitive Flexibilität und intentionale Umkonfigurierung als zentrale Merkmale willentlicher Handlungssteuerung

Reaktionen können aufgrund von Intentionen oder Instruktionen flexibel auf neue (uns fast beliebige) Weise an reizseitige Auslösebedingungen gekoppelt werden

Wir können auf die gleichen Reize mit (nahezu) unbegrenzt vielen verschiedenen Reaktionen antworten, je nachdem welche Ziele / welche Absicht wir verfolgen

Diese Flexibilität ist eines der bemerkenswertesten Merkmale menschlicher Handlungssteuerung

Setzt die Fähigkeit voraus, Verarbeitungsprozesse von einem Moment zum nächsten auf neue Weise zu konfigurieren und Verhaltensdispositionen an wechselnde Intentionen und Aufgabenanforderungen anzupassen

Hierarchische Organisation von Zielen/Handlungen

Ein sinnvolles Leben führen

Interessanten Beruf ausüben

Diplom erwerben

Prüfung bestehen

Prüfungsstoff aneignen

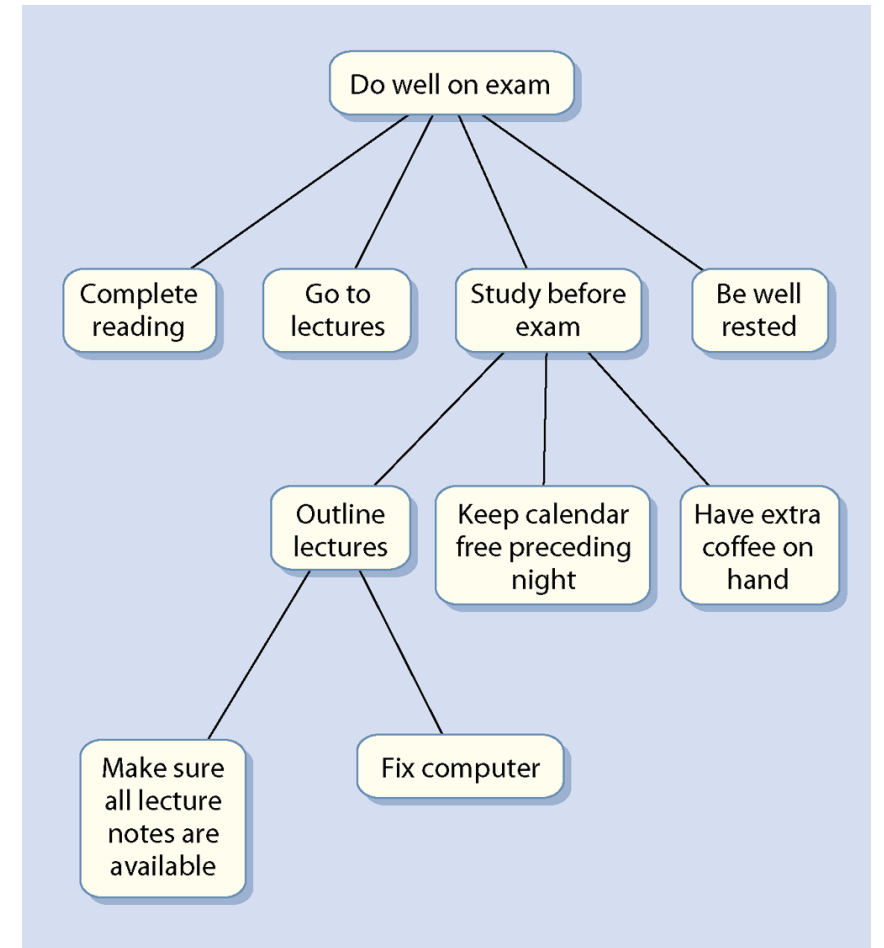
Lehrbuch lesen

Zur Bibliothek gehen

Buch aus Regal nehmen

Arm austrecken

Muskeln kontrahieren



Zwei komplementäre Anforderungen an die zielgerichtete Handlungssteuerung

Kognitive Flexibilität

- Schnelle Umkonfigurierung von Verarbeitungssystemen und Anpassung von Verhaltensdispositionen an wechselnde Ziele, Aufgaben und Kontexte
- Etablierung neuer Reiz-Reaktions-Koppelungen durch Intentionen oder Instruktionen
- Möglichkeit, mit (nahezu) unbegrenzter Zahl verschiedener Reaktionen auf den gleichen Reiz zu antworten

Stabilität und Persistenz

- Aufrechterhaltung von Zielen und aufgabenrelevanten Informationen im Arbeitsgedächtnis
- Selektion relevanter Information und Abschirmung gegen störende Reize
- Unterdrückung konkurrierender Motivationstendenzen, automatisierter oder impulsiver Reaktionen

Goschke, T. (2013). Volition in action: Intentions, control dilemmas, and the dynamic regulation of cognitive control. In W. Prinz, M. Beisert, & A. Herwig (Eds.), *Action science: Foundations of an emerging discipline* (pp. 409-434). MIT Press.

Goschke, T. (2003). Voluntary action and cognitive control from a cognitive neuroscience perspective. In S. Maasen, W. Prinz, & G. Roth (Eds.), *Voluntary action: Brains, minds, and sociality*. (pp. 49-85). Oxford University Press.

Definitionen

Kognitive Kontrolle

- Mechanismen, die die Koordination und Konfiguration sensorischer, kognitiver und motorischer Systeme im Sinne übergeordneter Ziele vermitteln und
- die Selektion einer an sich schwächeren Reaktion oder Informationsquelle ermöglichen, wenn diese in Konflikt mit starken, aber aufgabenirrelevanten Reizen oder Reaktionen stehen

Exekutive Funktionen

- Mechanismen, die die flexible Steuerung kognitiver Prozesse vermitteln, wenn automatische Prozesse nicht ausreichen, um Ziele zu erreichen oder Probleme zu lösen (z.B. beim Wechseln zwischen kognitiven Anforderungen, bei der Vorbereitung auf schwierige Aufgaben, bei der Abschirmung gegen Störungen)

Selbstkontrolle

- Kognitive Strategien und Prozesse, die helfen sollen, Versuchungen oder Gewohnheiten zu widerstehen, Absichten gegen konkurrierende Motivationstendenzen abzuschirmen Belohnungen aufzuschieben und impulsive Reaktionen zu unterdrücken, um das Verhalten in Einklang mit langfristigen Zielen oder sozialen Normen zu bringen

Wann und wofür wird kognitive Kontrolle benötigt?

Reizunabhängiges Verhalten

- Wenn Reaktionen nicht eindeutig durch die aktuelle Reizinformation festgelegt werden, sondern von Zielen, Aufgabenregeln oder Instruktionen abhängen

Neue und nicht-automatisierte Handlungen

- Wenn zur Zielerreichung neue oder ungeübte Handlungen ausgeführt werden müssen und Verarbeitungssysteme oder Reaktionsdispositionen auf neue Weise konfiguriert werden müssen

Planen und Koordination multipler Ziele

- Wenn neue Handlungssequenzen generiert, Teilziele sequenziert und multiple Ziele koordiniert werden müssen

Flexibles Wechseln zwischen Aufgaben

- Wenn Verarbeitungsprozesse und Verhaltensdispositionen schnell an wechselnde Aufgaben und Ziele angepasst werden müssen

Zielabschirmung und Aufmerksamkeitskontrolle

- Wenn aufgabenrelevante Informationen fokussiert und Ziele gegen Ablenkungen und störende Reize abgeschirmt werden müssen

Impulskontrolle und Belohnungsaufschub

- Wenn konkurrierende Motivationstendenzen unterdrückt oder Emotionen reguliert werden müssen, um Verhalten in Einklang mit langfristigen Zielen oder sozialen Normen zu bringen

Beispiele für kognitive Kontrollfunktionen

- Planung neuer Handlungssequenzen, Problemlösen, Strategiewahl, Koordination multipler Ziele,
- Konfiguration sensorischer, affektiver und motorischer Subsysteme im Sinne übergeordneter Ziele
- Flexible Anpassung von kognitiven Prozessen und Verhaltensdispositionen an wechselnde Ziele und Kontexte
- Zielgerichtete Steuerung der Aufmerksamkeit und Abschirmung von Zielen gegen störende Reize
- Inhibition konkurrierender Motivationstendenzen, automatisierter Gewohnheiten oder impulsiver Reaktionen
- Emotionsregulation
- Überwachung von Konflikten, Handlungsergebnissen und Fehlern

→ Grundlage für reizunabhängiges und flexibles zielgerichtetes Verhalten

Relevanz des Themas

Psychologisch-neurowissenschaftliche Perspektive

- Mechanismen der kognitiven Kontrolle und willentlichen Handlungssteuerung sind ein zentrales ungelöstes Forschungsproblem

Klinische Perspektive

- Beeinträchtigungen oder Verlust willentlicher Kontrolle ist zentrales Merkmal psychischer Störungen (z.B. Sucht, Zwang, Angst)
- Auswirkungen von Hirnschädigungen
- Altersbedingte Beeinträchtigungen kognitiver Kontrolle

Philosophische und gesellschaftliche Perspektive

- Fähigkeit zum willentlichen Handeln (Einsicht in die Konsequenzen des eigenen Verhaltens und Fähigkeit zur Selbststeuerung) ist konstitutiv für das Konzept eines autonomen Subjekts und die Zuschreibung persönlicher und strafrechtlicher Verantwortung

Klinische Bedeutung von beeinträchtigter kognitiver Kontrolle

Neurologische Störungen

- frontotemporaler Demenz
- Schädel-Hirn-Trauma
- Dysexekutivem Syndrom
- fetales Alkoholsyndrom

Psychische Erkrankungen und Entwicklungsstörungen

- Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS)
- Autismus
- Korsakoff-Syndrom
- Schizophrenie
- Borderline-Syndrom
- Depression

Funktionen des präfrontalen Cortex: Frühe Studien

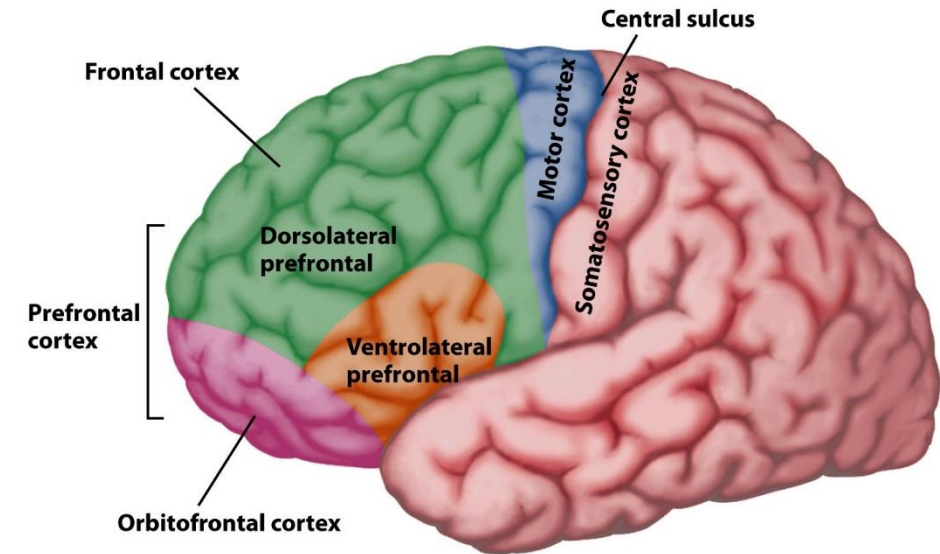
Bis Anfang des 20. Jahrhunderts war die Funktion des Frontalhirns weitgehend unklar

William James in den *Principles of Psychology* (1890): „The anterior frontal lobes... so far as is yet known, have no definitive functions. Neither stimulation nor excision of the prefrontal lobes produces any symptoms whatever“

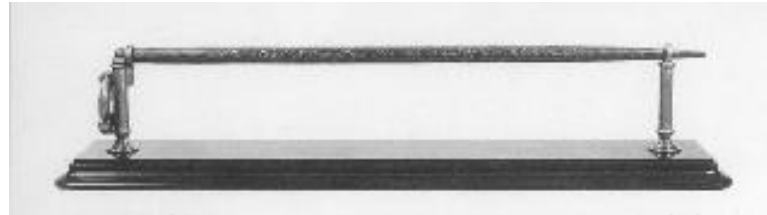
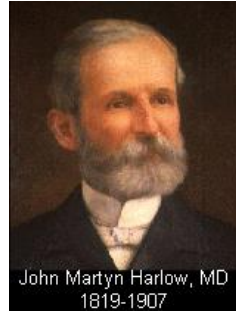
Patienten mit frontalen Läsionen zeigten intakte sensorische, motorische und sprachliche Funktionen und führten Routinehandlungen weitgehend unbeeinträchtigt aus

Häufig keine Beeinträchtigungen in neuropsychologischen oder Intelligenztests (Hebb, 1941)

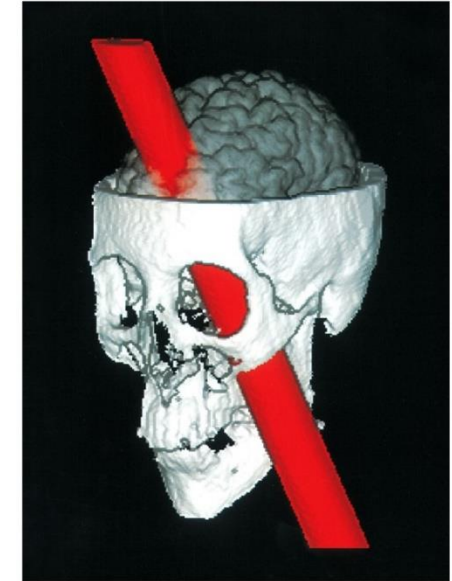
Später dann wachsende Zahl von Fällen hirngeschädigter Patienten, die Beeinträchtigungen in Aufgaben zeigten, die „abstraktes Denken“, „neue Kombinationen“ oder „Urteilsfähigkeit“ erfordern (Rylander, 1939)



Der Fall des Phineas Gage



(A)



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 13.4 (Part 1)
© 2013 Sinauer Associates, Inc.

- 25-jähriger Bahnarbeiter in den USA, dem 1848 bei einer Explosion eine Eisenstange durch den Kopf schoss
- Gage überlebte und erholte sich körperlich, aber zeigte dramatische Persönlichkeitsveränderung („He is no longer Gage“)

Rekonstruktion der Läsion durch Hanna und Antonio Damasio und Mitarbeiter aufgrund des Schädels ließ auf Läsion des anterioren orbitofrontalen und ventromedialen Kortex schließen

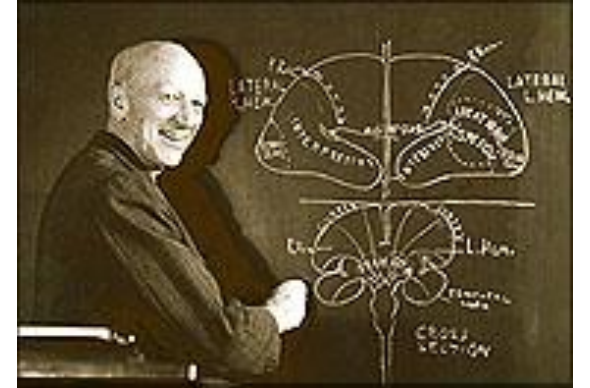
„He used to be a really responsible guy, a family man, very reliable, very trustworthy. But after the accident he was fitful, irreverent, indulging at times in the grossest profanity, manifesting but little deference for his fellows, impatient of restraint or advice, a child in his intellectual capacities and manifestations.“

Patient E.V.R.

- aus medizinischen Gründen hirnchirurgische Entfernung großer Bereiche des orbitofrontalen und ventromedialen PFC
 - überdurchschnittliche Intelligenz
 - normale Sprache und Gedächtnis
 - normale Leistung in kognitiven Tests für “frontale Funktionen”
 - Aber: massive Beeinträchtigungen in komplexen alltäglichen Entscheidungssituationen (Mangelnde Handlungsorganisation, riskante Unternehmungen etc.)
- “At his job at an activity he would read and fully understand the significance of the material but the problem was he was likely, all of a sudden, to turn from the task he had initiated to doing something else and spending an entire day doing that. He might spend an entire afternoon deliberating on which principle of categorization he should apply to files. Should it be the date or the size of the document, pertinence to the case or another?”

Frühe Fallberichte zu Folgen von Frontalhirnläsionen: Beeinträchtigte Planung und Handlungsorganisation

Wilder Penfield's Bericht über seine Schwester 15 Monate nach der operativen Entfernung des rechten Frontallappens wegen eines Hirntumors



One day... she had planned to get a simple supper for one guest and four members of her own family. She looked forward to it with pleasure and had the whole day for preparation. This was a thing she could have done with ease 10 years before. When the appointed hour arrived she was in the kitchen, the food was all there, one or two things were on the stove, but the salad was not ready, the meat had not been started and she was distressed and confused by her long continued effort alone. It seemed evident that she would never be able to get everything ready at once Although physical examination was negative and there was no change in personality or capacity for insight, nevertheless the loss of the right frontal lobe had resulted in an important defect. The defect produced was a lack of capacity for planned administration (p. 131)

Frühe Fallberichte zu Folgen von Frontalhirnläsionen

Dissoziation von Intention und Verhalten

Konow & Pribram (1970) untersuchten eine 69-jährige Frau mit linker Frontalhirnschädigung

- „Asked to make a square, the patient scrawled an “0”.The most striking aspect of her behavior was that she immediately exclaimed as she did this that it was not a square, nevertheless went over and over her “0” laboriously. When asked to draw a square the patient began drawing an A, simultaneously exclaiming “that’s not a square - I guess I draw you an A.” When the command to draw a square was repeated another A was produced. However, when a square was then drawn for her as a visual model and she was asked to make a copy, she quickly and accurately made a square.“
- “There can be no question that our patient could recognize the errors made by ... herself. despite the intact error recognition mechanism, the patient did not utilize this knowledge to control her own behavior.”

Folgen von Frontalhirnläsionen: Zwischenfazit

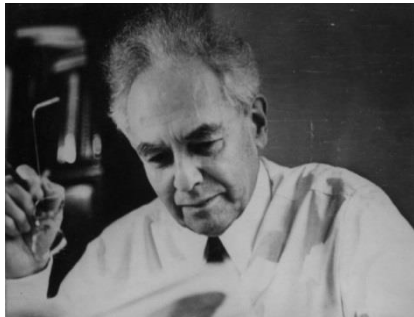
Dissoziation von Intention und Handlung

Reizabhängiges (statt durch Ziele gesteuertes) Verhalten und erhöhte Ablenkbarkeit

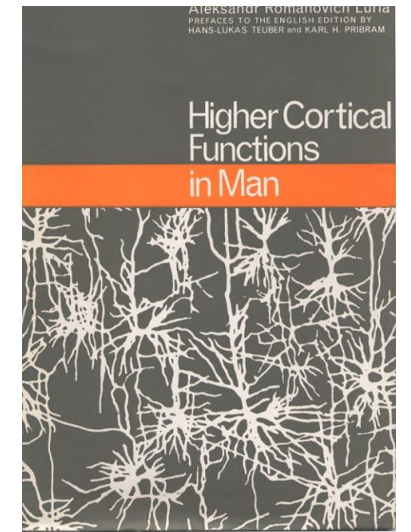
Beeinträchtigte Unterdrückung von Gewohnheitshandlungen und automatisierten Reaktionen

Perseveration und beeinträchtigte Flexibilität

Planungsdefizite



Frontale Läsionen zeigen sich in "einer Unfähigkeit des Patienten, seine Bewegungen den sprachlich geäußerten Intentionen unterzuordnen, in einer Desintegration organisierter Handlungsprogramme, und in der Ersetzung von zielgerichtetem Handeln durch stereotype Wiederholungen von Bewegungen..." (Luria, 1973, S. 37)



Grenzen von neuropsychologischen Standardtests

Patienten auch mit größeren Frontalhirnläsionen zeigen mitunter keine größeren Beeinträchtigungen in Wissens- oder Intelligenztests oder neuropsychologischen Tests

Mögliche Erklärung: die Tests erfassen nicht die Anforderungen an zielgerichtetes Planen und Handeln in offenen, komplexen und dynamischen Alltagssituationen

s. Penfields Beschreibung seiner Schwester bei der Vorbereitung eines Abendessens

- Multiple Ziele müssen gleichzeitig verfolgt werden
- Ziele müssen in Teilziele zerlegt werden und deren zeitliche Abfolge muss koordiniert werden
- Der Fortschritt von Teilzielen muss überwacht werden, während gleichzeitig Handlungen ausgeführt werden, die anderen Zielen dienen
- Handlungen müssen im richtigen Moment ohne externe Hinweise selbst initiiert werden
- Bei auftretenden Problemen / Barrieren müssen neue Problemlösungen gefunden werden

Folgen von Frontalhirnläsionen: Planen und sequentielle Handlungsorganisation

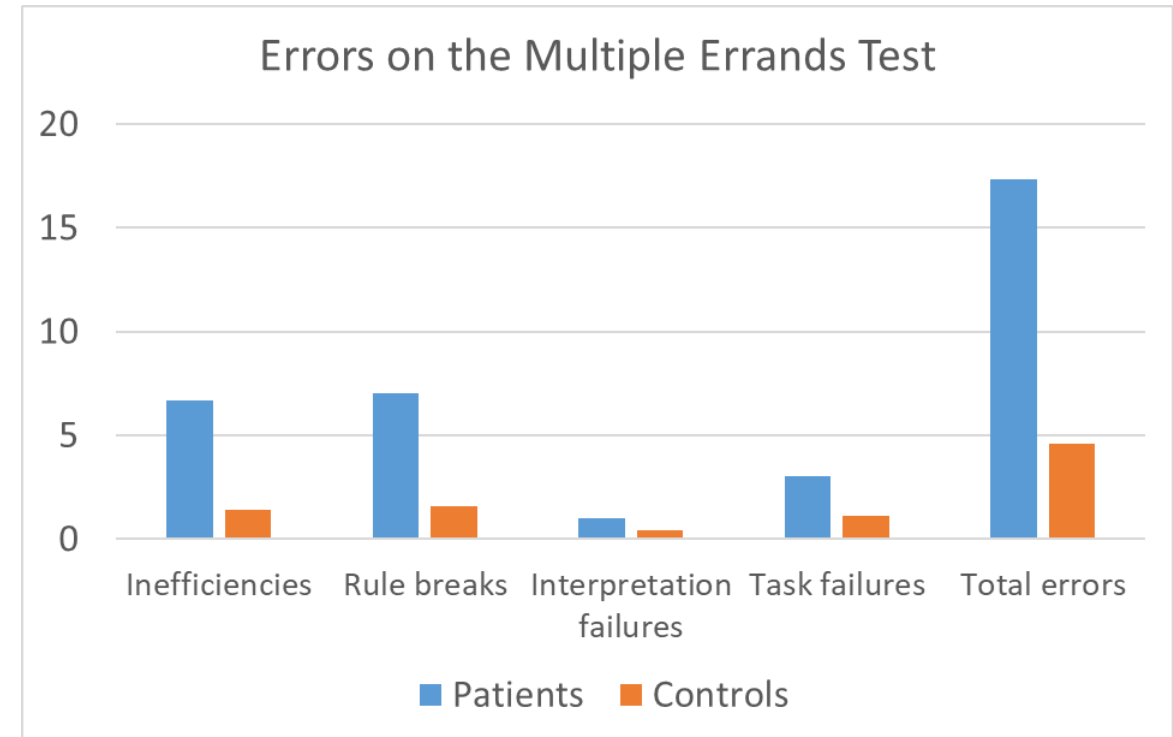
Tim Shallice und Paul Burgess haben in den 1990er Jahren versucht, alternative Aufgaben zu entwickeln, die die Anforderungen von Alltagshandlungen besser erfassen

„Multiple errands test“

- Probanden sollen eine Reihe von Alltagshandlungen erledigen
 - 6 einfache Aufgaben (z.B. Brot kaufen)
 - 2 komplexere Aufgaben (nach 15 min an einem bestimmten Platz sein, 4 bestimmte Informationen beschaffen)
- Regeln waren zu beachten
 - z.B. keinen Laden betreten, ohne etwas zu kaufen

Ergebnisse

- Frontalhirnpatienten führten Aufgaben häufig nicht oder nicht korrekt aus und verstießen gegen Regeln



Folgen von Frontalhirnläsionen: Planen und sequentielle Handlungsorganisation

TABLE 7. EXAMPLE OF THE THREE TYPES OF LAPSE MADE BY THE PATIENTS ON THE EXPERIMENTAL TASKS

Plan formulation or modification

1. Going to Post Office before all relevant information obtained (Cases 1–3)
2. No plan for SE (Cases 1–3)
3. Failure to look at watch at start of ME (Case 3)
4. Not knowing quite how he would get to X and therefore not tackling SE. Journey back subtask (Case 1)
5. Generation of inappropriate criteria in an ME subtask (Case 3)

Marker creation or triggering

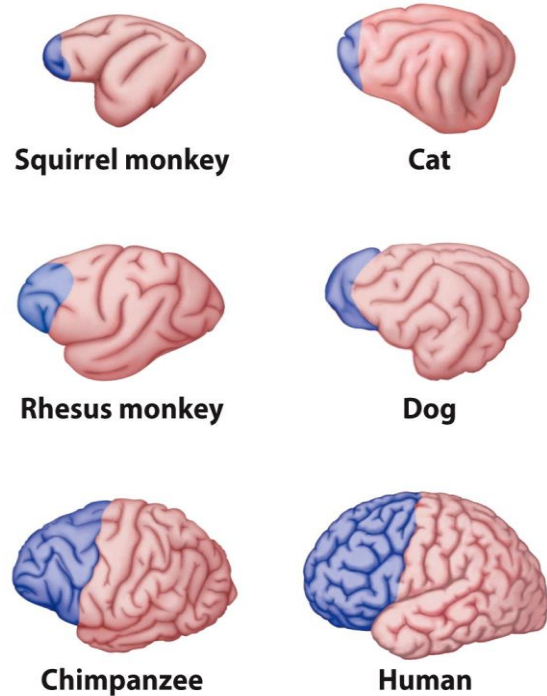
1. A very extended period spent on a single SE subtask without a break (Cases 1,3)
2. Going out of bounds in ME (Cases 2, 3)
3. Attempt not to pay for item in shop (Case 1, 2)
4. Looking in irrelevant shops (Cases 1, 2)
5. Not using the notes made for 4 min about journey at start of SE

Evaluation and goal articulation

1. Posting postcard without all information (Cases 2, 3)
2. Failure to keep a check of money in ME (Cases 2, 3)
3. Thinking finished ME when had not (Case 1)
4. Ending SE attempt 1 min early when far from having completed subtasks (Case 3)
5. Carrying out SE subtasks incorrectly (Cases 2, 3)

SE = Six Elements; ME = Multiple Errands.

Kognitive Kontrolle und willentliche Handlungssteuerung als Ergebnis der Gehirnevolution



Expansion neokortikaler Assoziationsfelder und insb. des Frontalhirns

- Erweiterter Zeithorizont: Antizipation von *beliebig weit in der Zukunft* liegenden Handlungsfolgen
- Planen und mentales Probehandeln
- Antizipation zukünftiger Bedürfnisse
- Belohnungsaufschub im Dienste langfristiger Ziele

→ Abkoppelung des Verhaltens von der *unmittelbaren* Reizsituation

Humans and great apes share a large frontal cortex

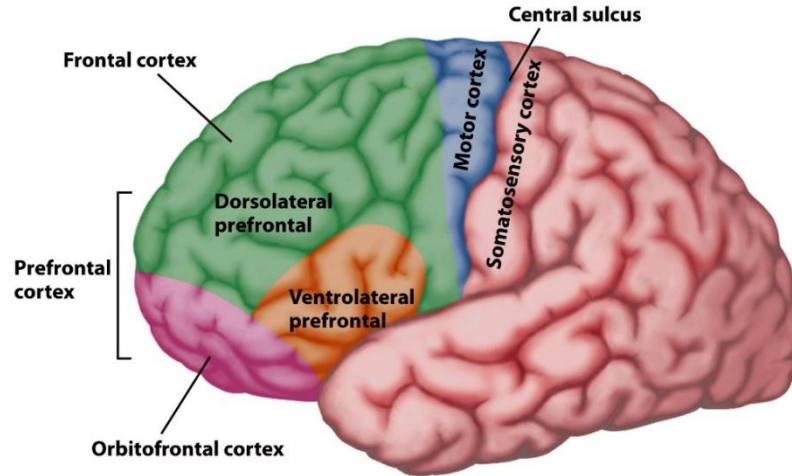
K. Semendeferi¹, A. Lu¹, N. Schenker¹ and H. Damasio²
nature neuroscience • volume 5 no 3 • march 2002

Prefrontal white matter volume is disproportionately larger in humans than in other primates

P Thomas Schoenemann, Michael J Sheehan & L Daniel Glotzer

VOLUME 8 | NUMBER 2 | FEBRUARY 2005 NATURE NEUROSCIENCE

Frontalhirn und präfrontaler Kortex

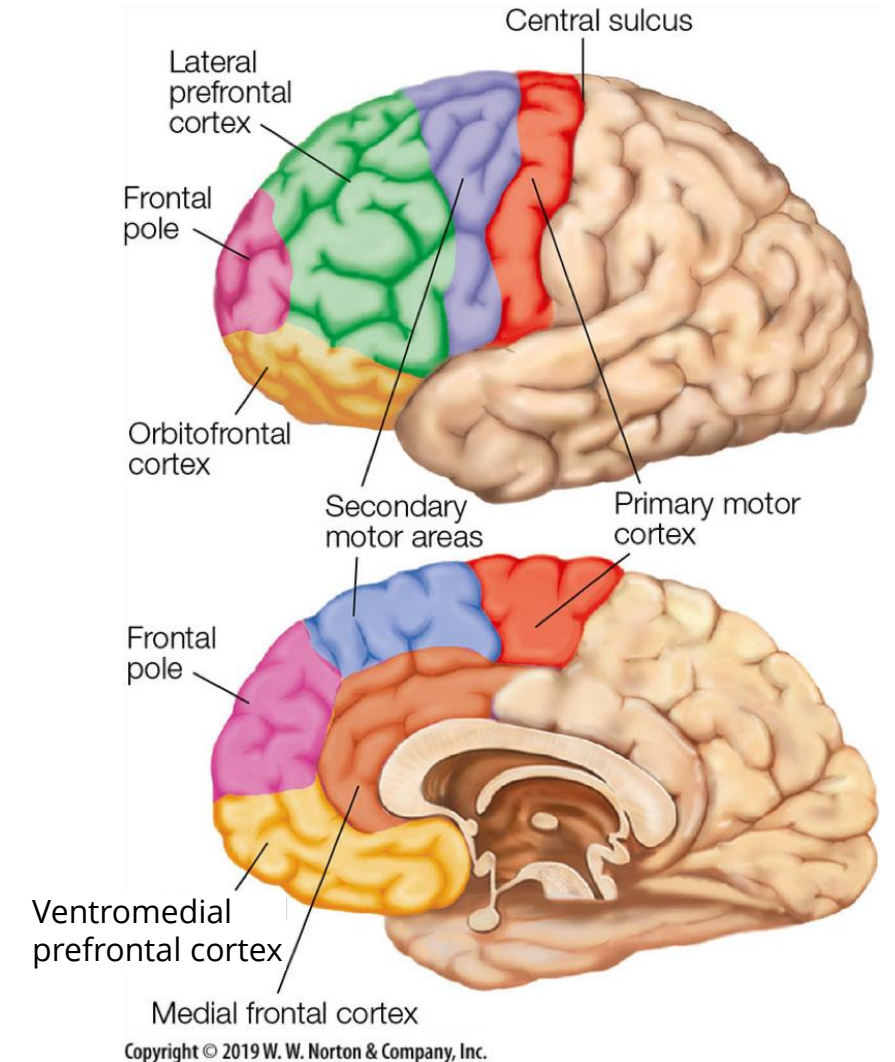


Frontalkortex: ca. 1/3 der menschlichen Großhirnrinde; durch die Zentralfurche vom Parietallappen und durch den lateralen Sulcus vom Temporallappen abgegrenzt

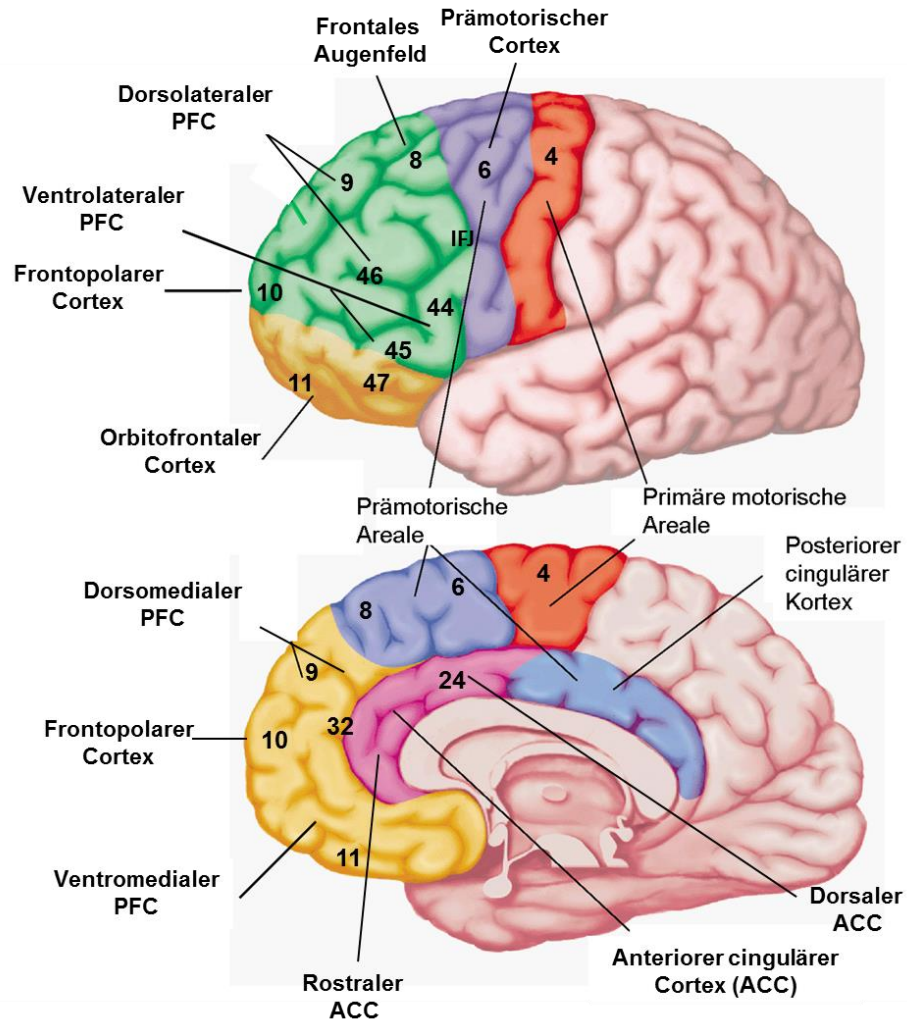
Am weitesten posterior liegt der Motorcortex, weiter anterior die sekundären motorischen Areale (prämotorischer Cortex), das supplementär-motorische Areal, SMA; BA 6), das frontale Augenfeld (BA 8), das Broca-Areal (BA 44, 45) sowie der hintere Teil des cingulären Cortex

Die anterioren Regionen (= *präfrontaler Cortex*) gehören zu den phylogenetisch jüngsten und ontogenetisch am spätesten ausreifenden Strukturen

Der über den Augenhöhlen liegende Teil wird als orbitofrontaler Kortex bezeichnet



Subregionen des präfrontalen Kortex



Lateraler PFC

- Dorsolateral (BA 9 und 46)
- Ventrolateral (BA 44, 45, superiore Teile von BA 47)

Orbitofrontaler Cortex

- Unterer Teil des PFC hinter der oberen Wand der Augenhöhlen (Orbitae) (BA 11 bis 14, Teile von 47).

Frontopolarer Cortex

- Anteriorer oder rostraler PFC (BA 10)

Medialer PFC

- *Ventromedialer PFC*: inferiore Teile von BA 47; mediale Teile BA 9 bis 12).
- *Anteriorer cingulärer Cortex*: BA 24, 25 und 32
 - *Dorsaler ACC*: Verbindungen zum DLPFC und parietalen, prä- und supplementärmotorischen Regionen
 - *Rostraler ACC*: Verbindungen zu limbischen Regionen und zum OFC

Einige Funktionen von Subregionen des präfrontalen Kortex

Lateral PFC

- Working memory and active maintenance of information
- Inhibition of prepotent responses
- Planning of event-action sequences and action selection
- Selective attention
- Enactment of behavioral rules
- Strategic planning

Orbitofrontal cortex (OFC)

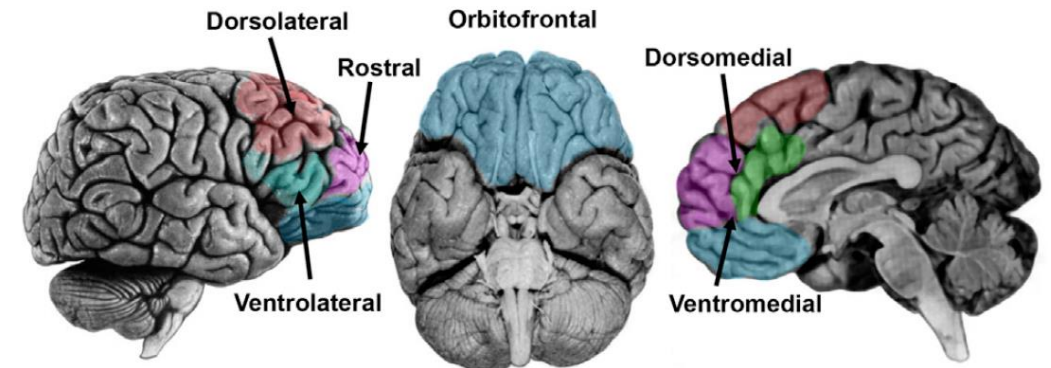
- Decision making, emotion, reward

Frontopolarer Kortex

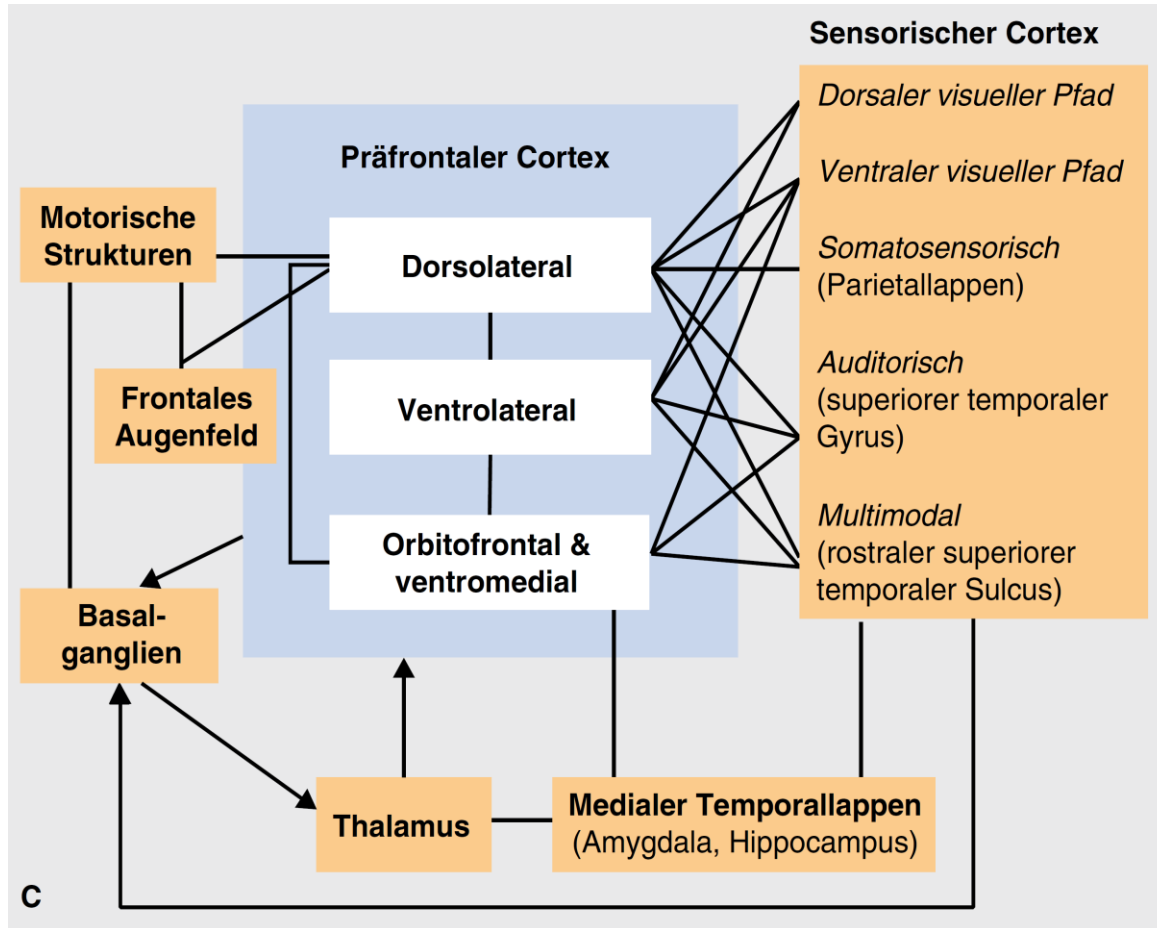
- Prospective memory
- Hierarchical representation of action goals

Medial frontal cortex (dACC)

- Error- and conflict-monitoring
- Cost of control



Wichtige Verbindungen des präfrontalen Cortex



Der PFC hat Verbindungen zu

- neokortikalen Regionen, in denen visuelle, somatosensorische, auditorische und multimodale Repräsentationen verarbeitet werden
- subkortikalen Regionen, die an Emotion, Motivation, Belohnung und motorischer Steuerung beteiligt sind
- DLPFC: Verbindungen zu motorischen Systemen (SMA, Prä-SMA, prämotorischer Cortex, frontales Augenfeld, Basalganglien)
- OFC / VMPFC: Verbindungen zu limbischen Regionen, die an Emotionen und Belohnungs- sowie Gedächtnisfunktionen beteiligt sind (Amygdala, cingulärer Cortex, Hypothalamus, Hippocampus, ventrales Striatum)

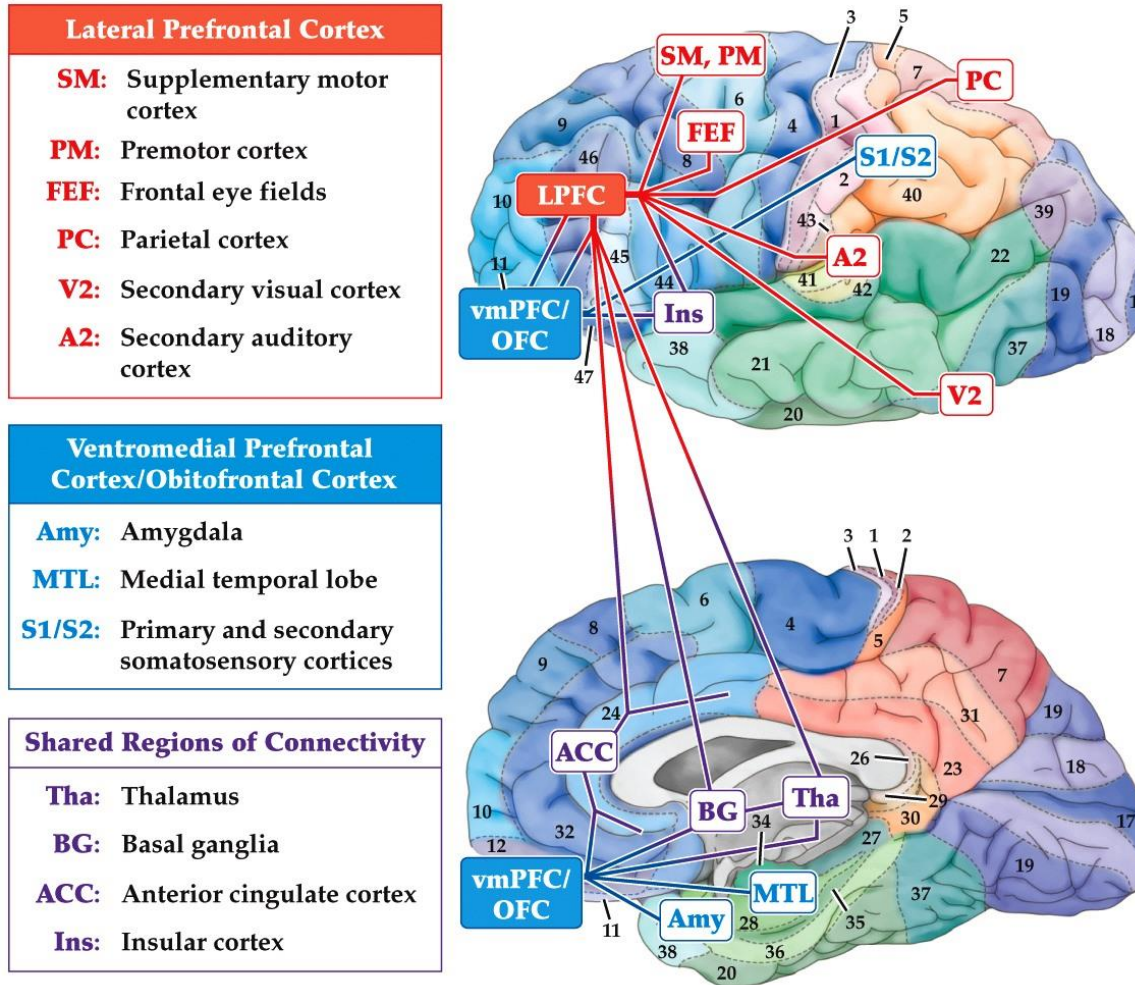
Viele Verbindungen sind reziprok: vom PFC führen efferente Verbindungen in die meisten Regionen, aus denen er afferente Projektionen erhält

Aufgrund seiner anatomischen Position kann der PFC Informationen über äußere Reize und innere (emotionale und motivationale) Zustände integrieren und die Verarbeitung in kortikalen und subkortikalen Systemen modulieren

→ **Integrative Funktionen**
→ **Kontrollierende Funktionen**

Aber: Der PFC ist keine "zentrale Exekutive", die untergeordnete Systeme kontrolliert, sondern präfrontale Prozesse werden ihrerseits durch emotionale und motivationale Systeme moduliert

Wichtige Verbindungen des präfrontalen Cortex



PRINCIPLES OF COGNITIVE NEUROSCIENCE 2e, Figure 13.3

© 2013 Sinauer Associates, Inc.

Funktionale und anatomische Fraktionierung kognitiver Kontrolle

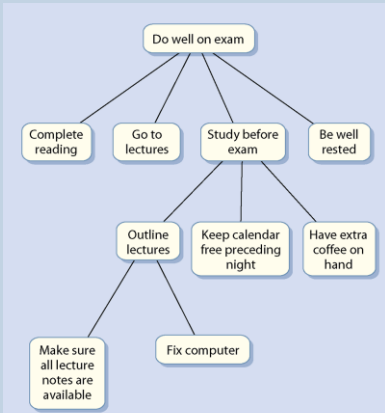
Kognitive Kontrolle beruht nicht auf einer einheitlichen „zentralen Exekutive“, sondern weit verteilten Netzwerken von Hirnregionen

Der Präfrontalcortex ist kein einheitliches System, sondern umfasst separate Regionen, die an jeweils unterschiedlichen Kontrollfunktionen beteiligt sind

Präfrontale Regionen, die an kognitiver Kontrolle beteiligt sind, werden ihrerseits durch subkortikale Systeme moduliert, die Emotionen, Stress und Belohnungseffekte vermittelt

Funktionale Dekomposition kognitiver Kontrollfunktionen

Planen und Sequenzieren von Teilzielen



Flexible Anpassung an wechselnde Ziele und Kontexte



Zielabschirmung und Aufmerksamkeitsfokussierung



Koordination multipler Ziele



Volitionale Handlungen

- Reizunabhängigkeit
- Zukunftsorientierung
- Flexibilität
- Persistenz

Inhibition habitueller oder automatisierter Reaktionen



Antizipation von Handlungseffekten



Selbstkontrolle und Belohnungsaufschub



Emotionsregulation



Messung kognitiver Kontrolle

Tests

Behavioural Assessment of Dysexecutive Syndrome (BADS)

Tests zur Planungsfähigkeit (Turm von London)

Iowa Gambling task

Trail-Making Test

Wisconsin Card Sorting Test

Verbale Flüssigkeit

Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery (CANTAB)

- Cambridge Gambling Task (CGT)
- Intra-Extra Dimensional Set Shift (IED)
- Multitasking Test (MTT)
- One Touch Stockings of Cambridge (OTS)
- Spatial Span (SSP)
- Stockings of Cambridge (SOC)
- Stop Signal Task (SST)

Skalen

Barkley Deficits in Executive Functioning Scales (BDEFS)

Brief Self Control Scale

Barratt Impulsiveness Scale (BIS) (Subskalen: Attentional, Motor, Nonplanning)

Experimentelle Paradigmen

Flanker und Stroop-Aufgaben

Stop-Signal und Go/Nogo-Aufgaben

Aufgabenwechselfparadigmen

Arbeitsgedächtnisaufgaben (z.B. N-Back)

Emotionsregulationsparadigmen

Belohnungsaufschub und Intertemporale Entscheidungsaufgaben

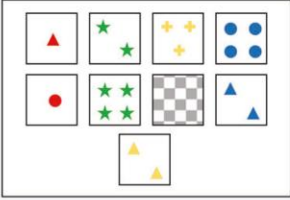
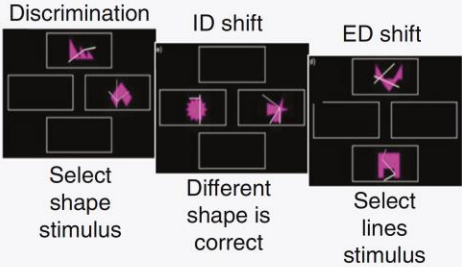
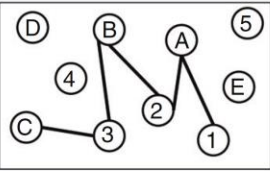
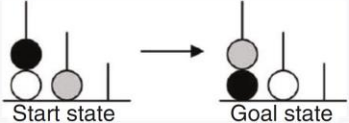
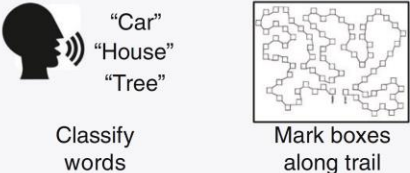
Aufgaben zur Messung kognitiver Kontrolle und exekutiver Funktionen


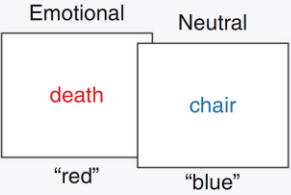
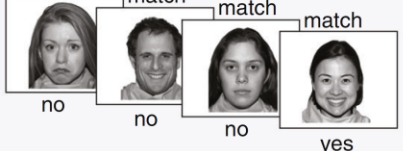
Response Inhibition and Interference Control Tasks		
Antisaccade	Stop a reflexive eye movement to a brief cue and instead look in the opposite direction in time to identify a briefly appearing target stimulus before it is masked.	
Stop-signal	Stop a prepotent categorization response on rare trials during which a stop signal occurs after the trial starts.	
Stroop	Name font color, resolving conflict from more dominant word reading response.	
Flanker	Indicate the identity of central letter, resolving response interference from flanking letters that may have different (but not prepotent) response associations.	

Aufgaben zur Messung kognitiver Kontrolle und exekutiver Funktionen

Working Memory and Updating Tasks		
N-back	Indicate whether each stimulus (whether verbal or visuospatial) matches the one nback (e.g., 2 trials before in the 2-back task, shown here).	
Letter memory	Upon each new letter presented on the screen, say aloud the three most recent letters in order.	
Backward digit span	Recite 3658789 backwards	"9878563"
Self-ordered selection tasks	Choose a new stimulus from an array on each trial, avoiding choosing items that were selected on prior trials.	
Mental Set Shifting Tasks		
Cued switch tasks	Shift between categorizing stimuli (e.g., color or shape, numbers or letters) based on a cue, using the same response keys for both (e.g., left indicates circle or green, right indicates red or triangle). The switch cost is the difference in response time for switch vs repeat trials.	

Aufgaben zur Messung kognitiver Kontrolle und exekutiver Funktionen

Complex Frontal Lobe Mental Flexibility and Planning Tests		
Wisconsin card sorting test	Sort cards into piles under reference cards based on color, number, or shape, discovering rule based on feedback. After 10 correct sorts, the rule changes.	
Intra- and extra-dimensional shifting and reversal learning	Select shape or line stimuli based on rules that are inferred based on feedback. After six correct trials, the rule changes. Shift trials require applying old rules to new stimuli in the same shape category (intradimensional) or the other line category (extradimensional). Reversals require selecting the previously ignored stimuli within- or between-categories.	<p>Discrimination ID shift ED shift</p>  <p>Select shape stimulus Different shape is correct Select lines stimulus</p>
Trail Making	Alternate between connecting sequential numbers and letters (e.g., 1-A-2-B-3-C) in a visual array. Usually compared to baseline conditions that require connecting sequential numbers or sequential letters (not alternating).	
Tower of London	Rearrange blocks to a desired configuration in as few moves as possible.	
Verbal fluency	Recall as many words as possible beginning with F in 60 seconds.	"food, fort, fan,..."
Dual task	Complete two tasks simultaneously (e.g., classify auditorily presented words as man-made vs. natural while crossing boxes on paper), compared to completing each one separately.	<p>“Car” “House” “Tree”</p>  <p>Classify words Mark boxes along trail</p>

Hot Cognitive Control and Decision Making Tests		
Delay discounting	Choose between a smaller immediate reward or a larger delayed reward.	Would you rather have \$20 today, or \$100 in 7 days?
Iowa gambling task	Learn to choose among decks A-D which have different reward/loss pay-offs.	
Emotional Stroop	Name font color of emotionally salient words.	<p>Emotional Neutral</p>  <p>“red” “blue”</p>
Emotional n-back	Indicate whether the valence of each stimulus (e.g., faces) matches the one n-back (e.g., 2 trials before in the 2-back task, shown here).	<p>non-match non-match non-match match</p>  <p>no no no yes</p>

SFB 940 Cognitive Control Task Battery

Inhibition	Shifting	Updating
Stop signal	Color-shape	N-Back
Go-Nogo	Number-letter	Letter memory
Stroop	Category switch	Keep track

SFB 940 Cognitive Control Task Battery

Task (adapted from)	Description	Outcome measure
AX-CP (Cohen et al., 1999)	Each trial started with a fixation cross (500 ms). Then a red letter (300 ms) was shown, followed by a blank screen (200 ms). Next, three black distractor letters (300 ms each) were shown, followed by another blank screen (200 ms). Eventually, a green letter (1,000 ms) was shown. There were 150 trials in total. In 105 “AX” trials, the red letter was an A and the green letter was an X. In 15 “AY” trials, the red letter was an A and the green letter was a non-X. In 15 “BX” trials, the red letter was a non-A and the green letter was an X. In 15 “BY” trials, the red letter was a non-A and the green letter was a non-X. Non-A, non-X, and distractor letters were randomly drawn from a list of letters (B, D, E, F, G, J, L, M, O, P, R, S, U, W, Z), with the constraint that each letter could appear only once per trial. Participants were instructed to give a response as soon as the green letter was shown. There were two response keys ^a (“Y” and “M”), and the instruction was to press the right key on “AX” trials and the left key on all other trials.	IES on “AX” trials
Shifting tasks ^c Number-letter (Rogers & Monsell, 1995)	Throughout the task, the screen was divided into four quarters by a horizontal and a vertical line. On each trial a number-letter pair (e.g., 2a or g9) was shown for 3,000 ms in the central corner of the quarters. Numbers were either even or odd (2, 4, 6, 8 or 3, 5, 7, 9), and letters were either vowels or consonants (a, e, i, u or g, k, m, r). Participants were instructed to use two response keys ^a (“Y” and “M”) to indicate whether the number was even or odd when the stimulus was shown above the horizontal line, and to indicate whether the letter was a vowel or a consonant when the stimulus was shown below the horizontal line. “Switch” trials alternated with “no-switch” trials as the stimulus location was rotated in a clock-wise direction from trial to trial. There were 128 trials in total. As the first trial had no preceding trial, there were 64 “switch” and 63 “no-switch” trials.	Switch cost, calculated as the IES difference between “switch” and “no-switch” trials
Color-shape (Miyake, Emerson, Padilla, & Ahn, 2004)	Each trial started with a fixation cross (600 ms). Then a cue word (either <i>color</i> or <i>shape</i>) was shown for 200 ms, followed by a 200 ms blank-screen cue-stimulus interval (CSI). Then a stimulus (1,500 ms) was shown. The stimulus had the shape of either a circle or a triangle, and its color was either red or green. Participants were instructed to use two response keys ^a (“Y” and “M”) to indicate whether the color was red or green if the cue was <i>color</i> , and whether the shape was a circle or triangle when the cue was <i>shape</i> . There were 80 trials in total. As the first trial had no preceding trial, there were 39 “switch” and 40 “no-switch” trials.	Switch cost, calculated as the IES difference between “switch” and “no-switch” trials
Category switch (Mayr & Kliegl, 2000)	Each trial started with a fixation cross (600 ms), then a cue symbol (either a heart or a cross) was shown for 200 ms, followed by a blank-screen CSI with variable duration. Then one of sixteen stimulus words (<i>mug, pen, button, sock, car, house, desk, mountain, mouse, frog, sparrow, cricket, tiger, horse, dolphin, cow</i>) was shown for 1,500 ms. There were two response keys ^a (“Y” and “M”). When the cue was a cross, the instruction was to indicate whether the object described by the word was smaller or larger than a soccer ball. When the cue was a heart, the instruction was to indicate whether the object was animate or inanimate. There were four blocks (each 32 trials) in this task: CSIs were short (200 ms) in the first and third block, and long (1,000 ms) in the second and fourth block. For the current study, only the 64 short-CSI trials were analyzed. Because the first trial had no preceding trial, analyses included 31 “switch” and 32 “no-switch” trials.	Switch cost, calculated as the IES difference between switch and no-switch trials

Note. IES = inverse efficiency score; RT = response time; ER = error rate.

^a The “Y” and “Z” keys are transposed on German compared with English-layout keyboards. ^b For each participant, all correct “go” trials were arranged in ascending order, and the RT whose quantile corresponded to the participant’s ER on “stop” trials was selected (e.g., the 52nd percentile RT for an ER of .52). The SSRT was then calculated by subtracting the average SSD from the quantile RT.

^c All shifting tasks comprised two subtasks, and on each trial there was a cue to inform participants which subtask should be performed. Thus, there were “switch” trials (where the task set was different from the preceding trial) and “no-switch” trials (where the task set was the same as in the preceding trial). To avoid problems caused by item-specific negative priming, randomization of trials was constrained so that the same stimulus never appeared in two consecutive trials (except for the color-shape task, where the small number of stimuli did not allow such a constraint).

SFB 940 Cognitive Control Task Battery

Task (adapted from)	Description	Outcome measure
Inhibition tasks		
Go-nogo	On each trial, a fixation cross (750 ms) was followed by two either vertically or horizontally arranged dots (500 ms). Participants were instructed to press the response key ("space") on "go" trials (dots vertically arranged), but to withhold the response on "no-go" trials (dots horizontally arranged). There were 280 "go" and 40 "no-go" trials. Randomization of trials was constrained so that "no-go" trials were separated by at least five "go" trials.	IES, calculated as the mean RT for correct "go" trials divided by the proportion of correct responses on "no-go" trials
Stop signal (Congdon et al., 2012; Rubia, Smith, Brammer, & Taylor, 2003)	On each trial, a fixation cross (750 ms) was followed by an arrow pointing to either the left or the right. There were 200 "go" and 40 "stop" trials. On "go" trials, the arrow was shown for 1,000 ms, and participants were instructed to press either the left or the right response key ^a ("Y" or "M"), according to the direction of the arrow. On "stop" trials, the sideward-pointing arrow was replaced by an upward-pointing arrow after a variable stop-signal delay (SSD), and participants had to withhold the response. To achieve a stop-trial ER of approximately 50% for all participants, the initial SSD of 200 ms was adapted after each "stop" trial by adding 50 ms for a (correct) nonresponse, and subtracting 50 ms for a (faulty) response. Randomization of trials was constrained so that "stop" trials were separated by at least five "go" trials.	Stop signal reaction time (SSRT), estimated according to the quantile method ^b (Congdon et al., 2012)
Stroop (Bush et al., 1998; Krönke et al., 2015)	On each trial, a fixation cross (750 ms) was followed by a stimulus (1,000 ms) consisting of a row of one, two, three, or four identical digits from 1 to 4. Number and denotation of digits were either congruent (1, 22, 333, 4444; 80 trials) or incongruent (111, 2222, 3, 44; 80 trials). There were four response keys ^a ("Y", "C", "B", and "M"). Participants were instructed to ignore denotations, but to respond according to the number of presented digits by pressing the leftmost key for one digit, the second-leftmost key for two digits, and so forth.	IES-difference between "congruent" and "incongruent" trials
Updating tasks		
2-back (Friedman et al., 2008)	Throughout the task, eight circles circularly arranged around the screen center were shown. For the first 1,500 ms of each trial, no circle was filled out. Then one of the circles was filled out for 500 ms, giving the impression that it flashed. There were two response keys ^a ("Y" and "M"). Participants were instructed to press the right key when the flashing circle was the same one that had flashed two trials earlier ("yes" trials), and to press the left key otherwise ("no" trials). There were 40 "yes" and 120 "no" trials. Randomization of trials was constrained so that the flashing circle was never the same as one or three trials earlier.	IES across all trials
Letter memory (Morris & Jones, 1990)	On each of the 18 trials, a sequence of either five, seven, or nine letters was shown in the screen center. The letters were randomly drawn from the twenty-one consonants of the English alphabet, with the constraint that each drawn letter could appear only once per trial. A fixation cross was shown for 2,000 ms before each letter, and each letter was shown for 2,000 ms. After the last letter of the sequence, three question marks were shown. Participants were instructed to enter at this point the last three letters of the sequence via the keyboard. For instance, if the presented sequence was S, H, X, R, B, T, C, the correct response was to press "B", "T", and "C". Speeded responses were not required, and the next trial started only after the participant had entered three letters.	Proportion of not recalled letters (responses were scored as correct even if letters were not entered in the correct order)

Faktorstruktur exekutiver Kontrollfunktionen: Latente Variablenmodelle

Konfirmatorische Faktorenanalysen von Aufgabenbatterien zur Messung exekutiver Funktionen haben Modelle mit drei latenten Variablen ergeben:

Shifting:

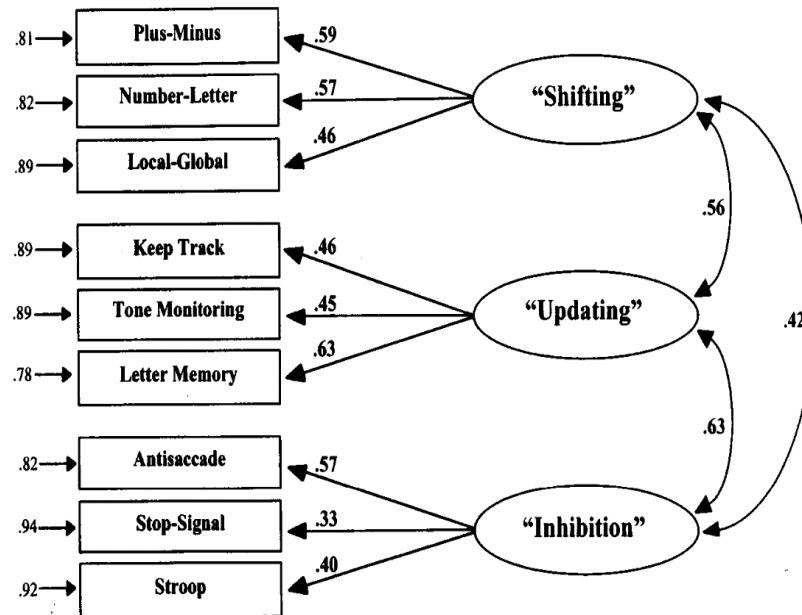
- Flexibles Wechseln zwischen Aufgaben

Updating:

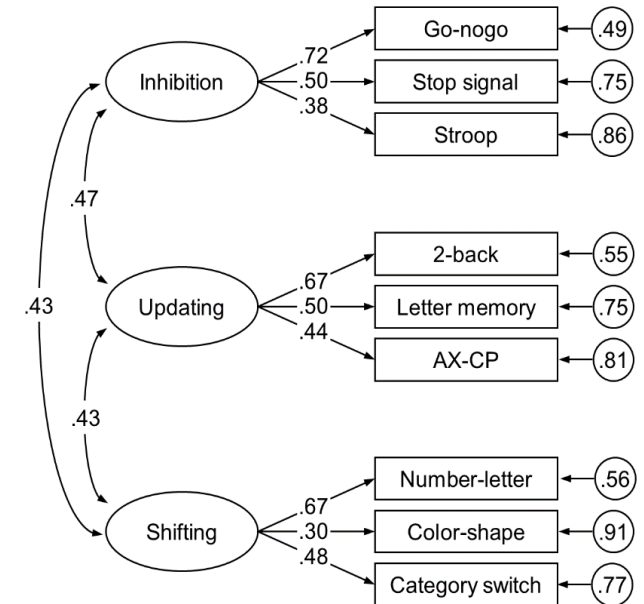
- Aktualisierung des Inhalts des Arbeitsgedächtnisses

Inhibition:

- Unterdrückung unerwünschter dominanter Reaktionen



Miyake et al. (2000). *Cognitive Psychology*.



Wolff, Krönke, Kräplin, Smolka, Bühringer & Goschke (2016). *J. of Exp. Psychology: General*

- Rechtecke: gemessene Variablen
- Ellipsen: latente Variablen
- Zahlen hinter Pfeilen zu Rechtecken: Residuen
- Zahlen an geraden Linien: standardisierte Faktorladungen
- Zahlen an gekrümmten Linien: Korrelationen zwischen latenten Variablen

Exemplarischer Überblick über kognitive Kontrollfunktionen des PFC

Flexible (Um-)Konfigurierung von Verhaltensdispositionen und kognitiven Einstellungen.

Aktive Aufrechterhaltung aufgabenrelevanter Informationen und Top-down-Modulation der Aufmerksamkeit

Top-down-Modulation motorischer Systeme: Reaktionsinhibition

Top-down-Modulation motivationaler Bewertungssysteme: Intertemporale Entscheidungskonflikte und Selbstkontrolle

Handlungsplanung, Koordination multipler Ziele und zukunftsorientiertes Denken.

Präfrontale Funktionen
**Inhibition von Gewohnheitshandlungen und
automatisierten Reaktionen**

Beeinträchtigte kognitive Kontrolle bei Frontalhirnläsionen: Environmental dependency syndrome und “utilization behavior”

- Alltagsgegenstände lösen die Ausführung von gewohnten Handlungen aus
- Deutet auf mangelnde Inhibition automatisierter Routinen hin

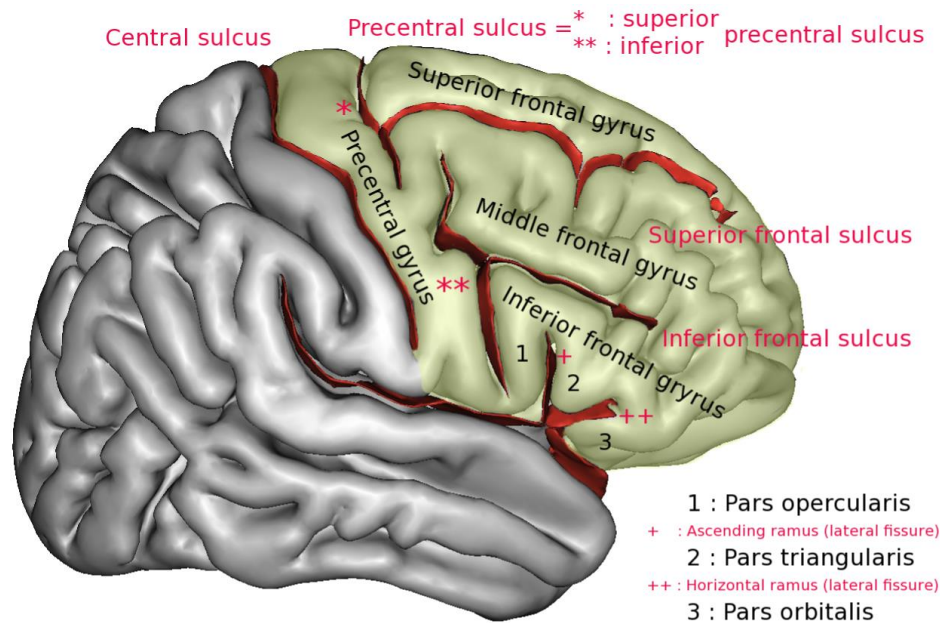


TABLE I: Summarizing data for lesion sites shown in literature to be concomitant with utilization behavior (UB) or Environmental Dependency Syndrome (EDS).

	Orbitofrontal region	Caudate nucleus	Mesial frontal lesions	Thalamus	Frontal white matter	Frontal and prefrontal cortex	Inferior frontal lobe	Superior frontal regions	Cingulate cortex (gyrus)	Temporo-polar lesion	Temporo-mesial lesion	Fronto-striatal projections	Supplementary motor area	Fronto-temporal lesions	Paraventricular and subventricular regions	Rolandic region	Olfactory cortex
Lhermitte, 1983 [1]	X	X															
Assal, 1985 [2]			XB				XR										
Lhermitte et al., 1986a [11]		XB	X	XL													
Lhermitte et al., 1986b (EDS) [11]					X		X										
Shallice et al., 1989 [9]			XB				XB										
Eslinger et al., 1991 [13]				XB													
Hoffmann and Bill, 1992 [31]						XB											
Degos et al., 1993 [29]		XR							XL								
Fukui et al., 1993 [32]									XB								
Brazzelli et al., 1994/1998 [33, 34]	XB		XB			XB			X	X	X	X					
Ghika et al., 1995 (EDS) [35]												X					
Hashimoto et al., 1995 [15]				XR													
Tanaka et al., 2000 (EDS) [36]								XL						XL			
Boccardi et al., 2002 [37]													XB				
Ishihara et al., 2002 [14]					XL			XL									
Conchiglia et al., 2007 (EDS) [38]														XL			
Ghosh and Dutt, 2010, 2012 [3, 4]														XB			
Besnard et al., 2010 [7]	X					X							X		X		
Spiegel and Lamm, 2011 (EDS) [30]		XL	X														
Besnard et al., 2011 [8]	X		X			X	X	X						X			X
Balani et al., 2012 [39]			XB						X		XB			XB			

X: involvement without specified laterality; XB: bilateral involvement; XL: left hemisphere involvement; XR: right hemisphere involvement.

Läsionen im rechten inferioren Frontalkortex beeinträchtigen die Reaktionsinhibition in der Stop-Signal-Aufgabe



https://en.wikipedia.org/wiki/Inferior_frontal_gyrus

GO-Trials:

Cue → Reaktion

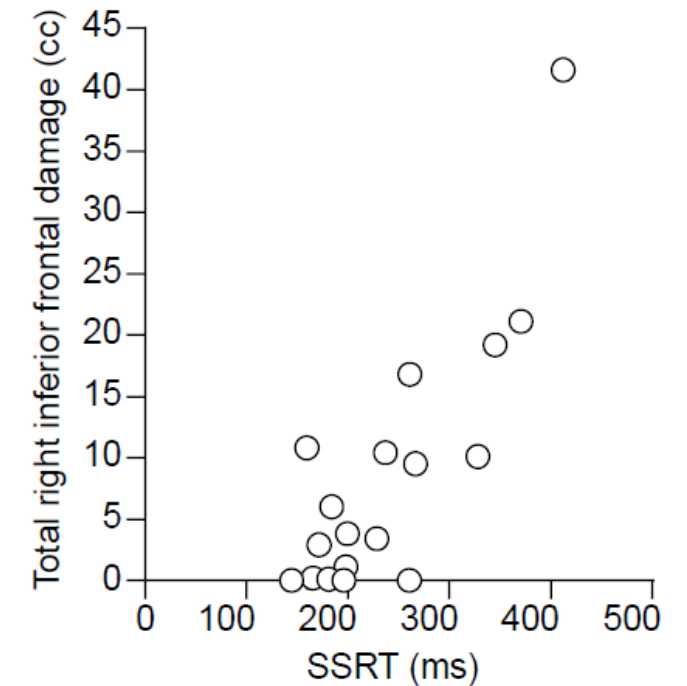
Stop-Trials:

Cue → Variables Delay → Stop-Signal

(a)



(b)



Stroop-Aufgabe

Grün

Rot

Blau

Gelb

Rot

Blau

Grün

Grün

Rot

Blau

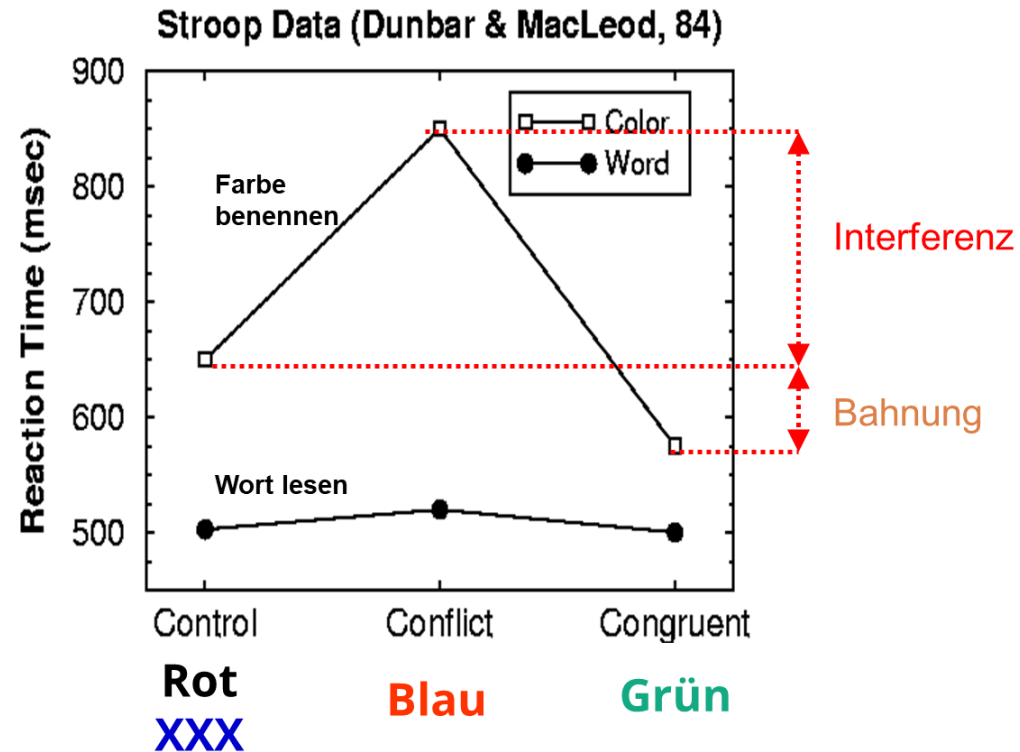
Gelb

Rot

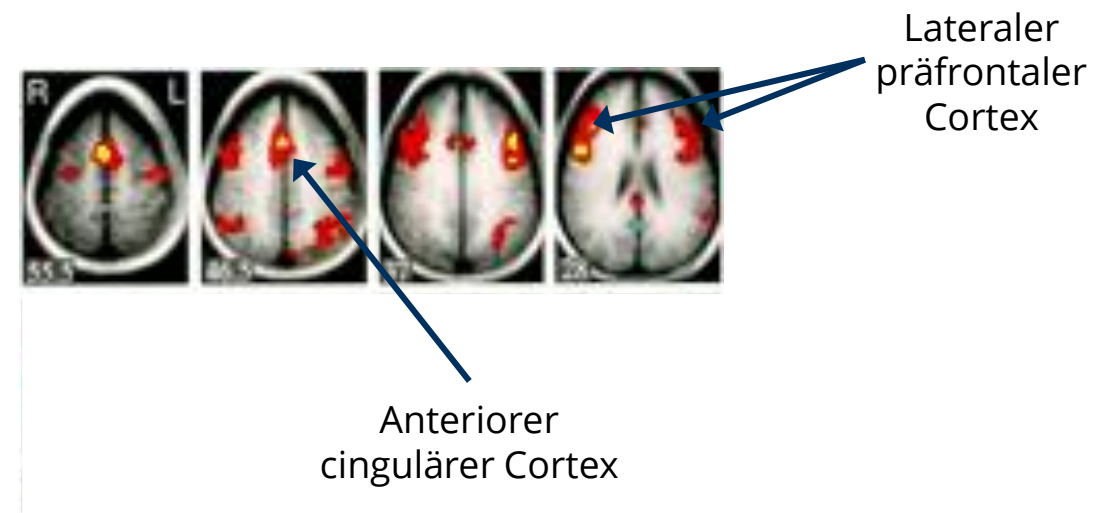
Blau

Grün

Reaktionszeiten und Hirnaktivierung in der Stroop-Aufgabe



Kontrast: Inkongruente - kongruente Reize



Leung, Skudlarski, Gatenby, Peterson, & Gore (2000). *Cerebral Cortex*, 10, 552-560.

Präfrontale Funktionen

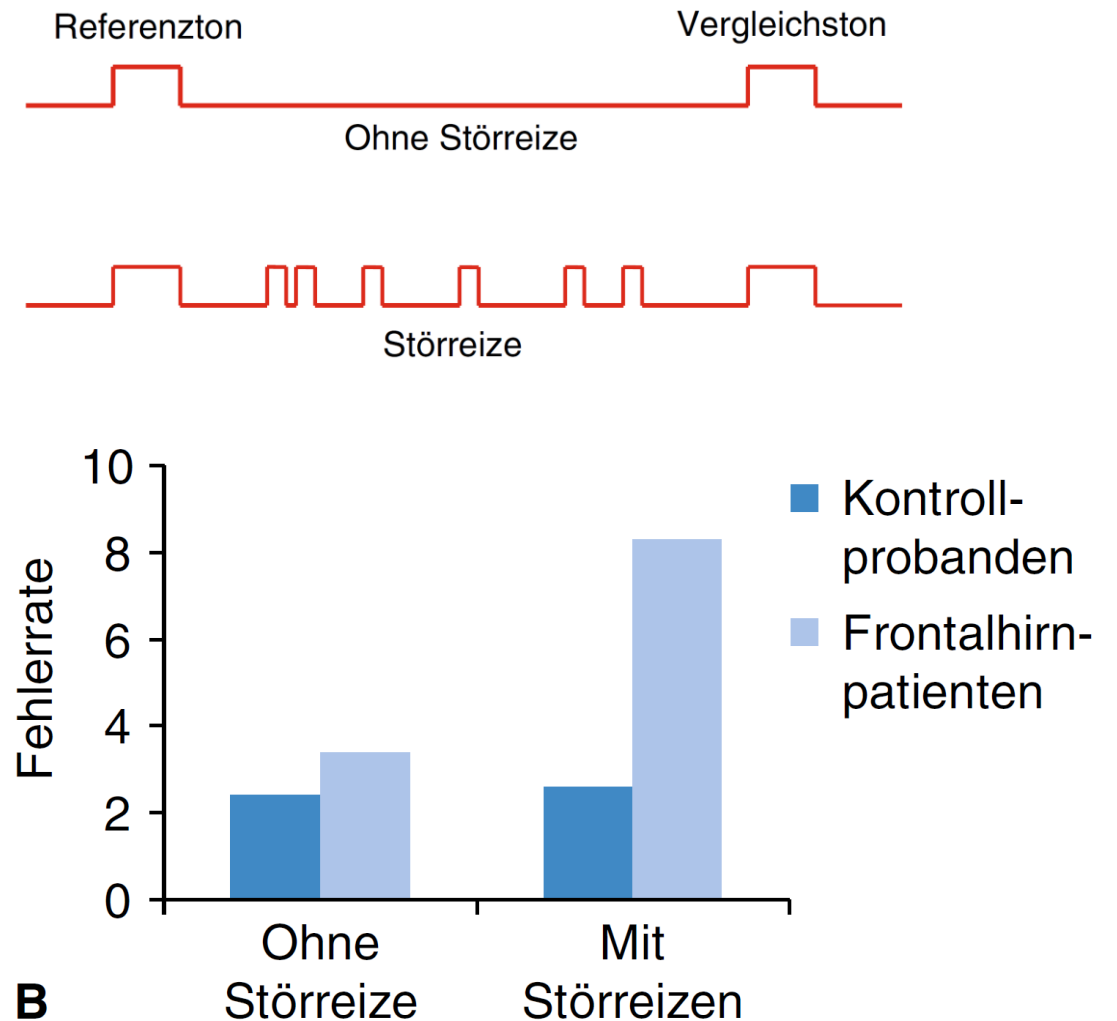
Abschirmung von Information gegen Interferenz

Abschirmung von Information gegen Interferenz

Probanden wurde in jedem Durchgang ein Alltagsgeräusch dargeboten und sie sollten nach einem Delay entscheiden, ob ein Vergleichsreiz identisch mit dem zuerst dargebotenen Reiz ist

Patienten mit lateralen Frontalhirnläsionen waren insbesondere dann beeinträchtigt, wenn während des Delays irrelevante Störgeräusche dargeboten wurden

→ beeinträchtigte Fähigkeit, relevante Information im Arbeitsgedächtnis gegen störende Reize abzuschirmen



Kognitive Flexibilität: Anpassung des Verhaltens an wechselnde Ziele, Aufgaben und Kontexte



Folgen von Frontalhirnläsionen

Wisconsin Card Sorting Test

Probanden sollen Karten nach einem ihnen unbekanntem Kriterium sortieren (Farbe, Form, Anzahl)

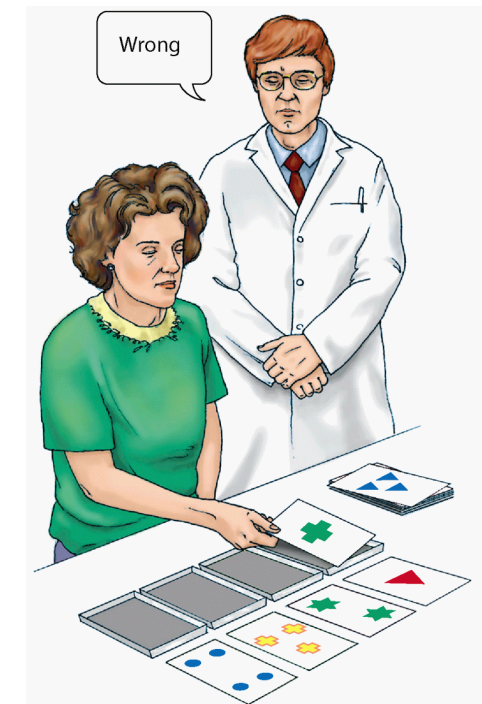
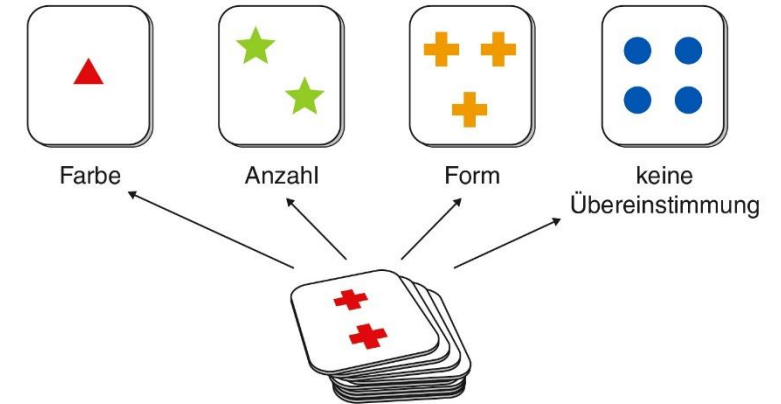
Feedback nach jeder Zuordnung

Nach 10 korrekten Zuordnungen Wechsel des Klassifikationskriterium

Frontalhirnpatienten (insb. DLPFC) machen mehr Perseverationsfehler und meistern weniger Kategorien

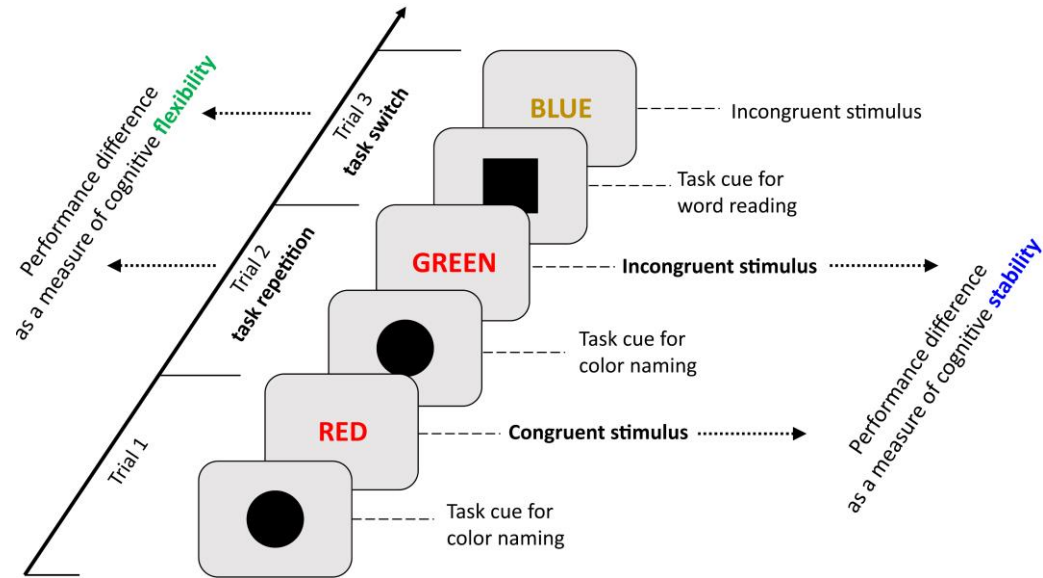
Einschränkungen des WCST

- trennt nur bedingt zwischen frontalen und nicht-frontalen Läsionen
- Gibt nur bedingt Aufschluss darüber, welche kognitiven Mechanismen beeinträchtigt sind
 - Deaktivierung / Inhibition der nicht mehr gültigen Regel
 - Unzureichende Beachtung / Verarbeitung von Feedback
 - Aufrechterhaltung der neuen Regel im Arbeitsgedächtnis
 - Implementierung der neuen Regel im Verhalten

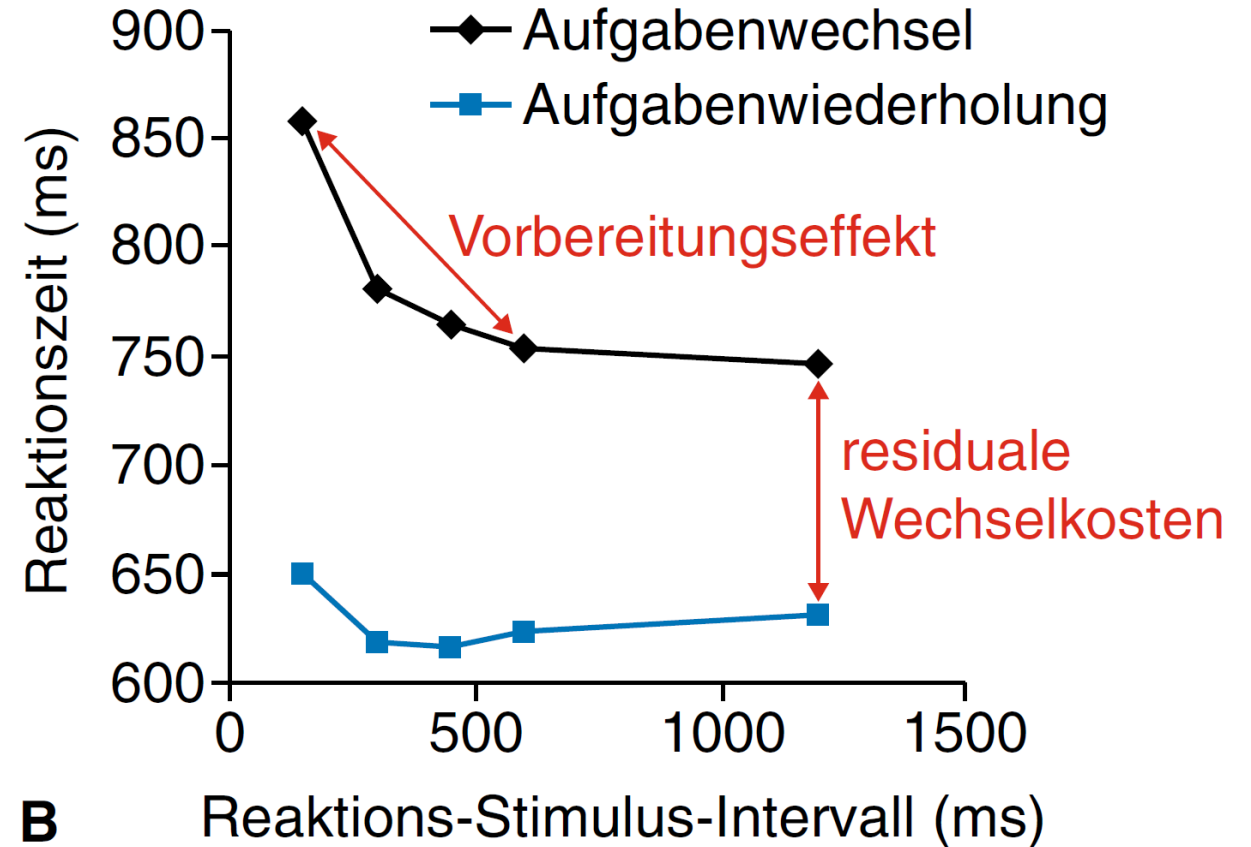
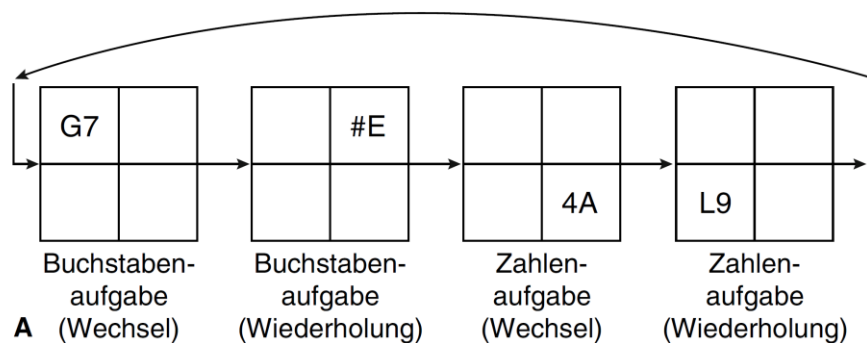


Kognitive Flexibilität: Aufgabenwechselfparadigma

Cued task switching paradigm



Alternating runs paradigm



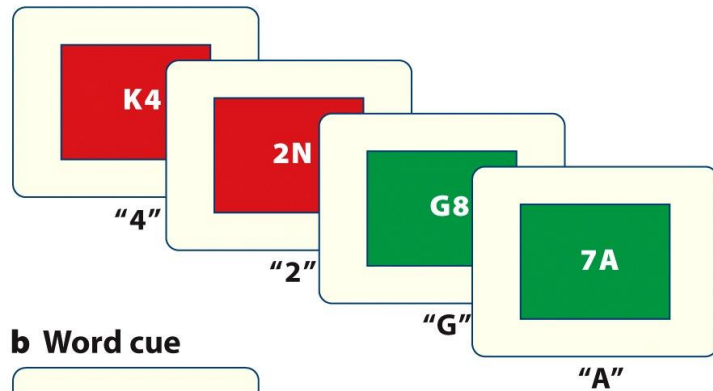
Aufgabenwechsel bei Patienten mit präfrontalen Läsionen

Vp soll entweder Buchstabe oder Zahl benennen

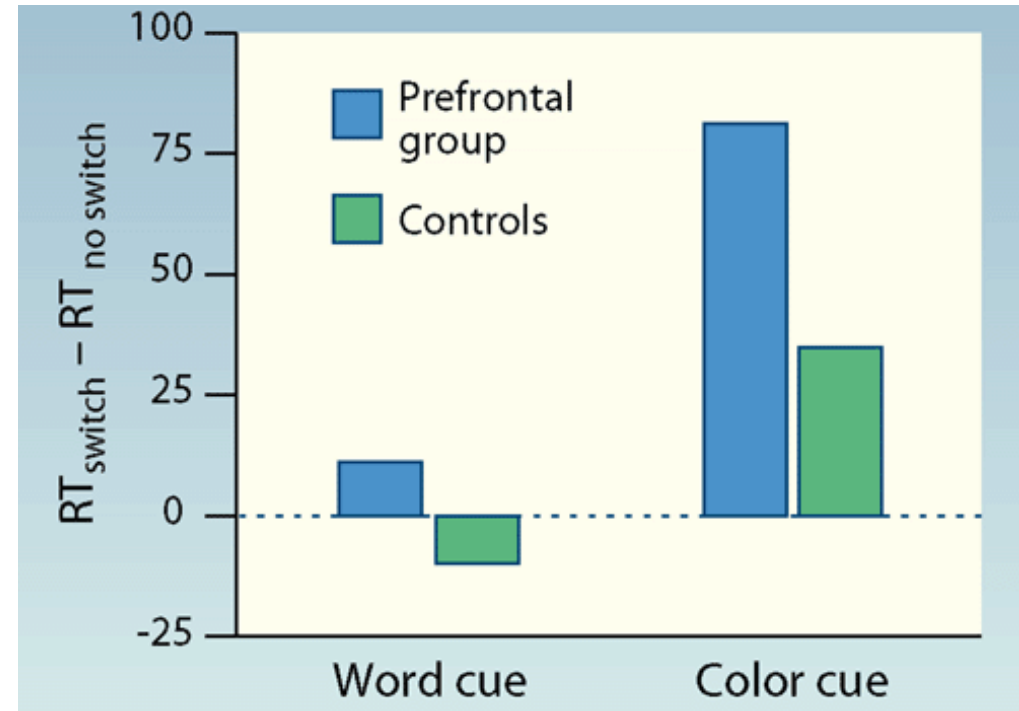
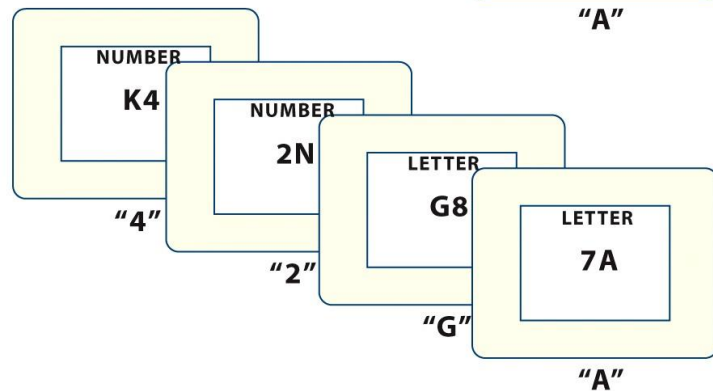
Aufgabe wird in jedem Trial durch (a) Farb-Cue oder (b) Wort-Cue angezeigt

Task-switching experiment

a Color cue

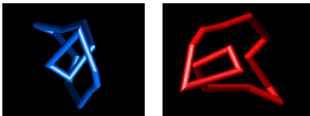


b Word cue

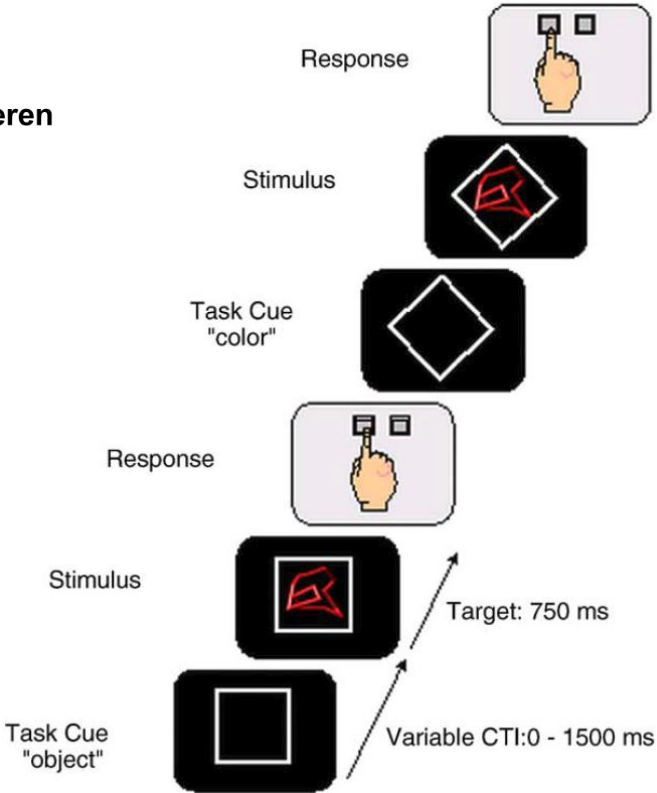
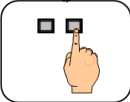


Aufgabenwechsel: Funktionelle Bildgebung

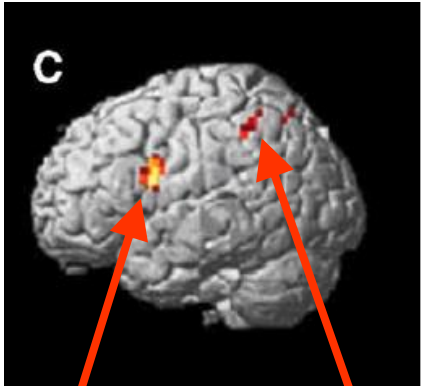
Aufgabe 1
Auf Form reagieren



Aufgabe 2
Auf Farbe reagieren



Hirnaktivität während der Vorbereitung auf die nächste Aufgabe



Inferiorer lateraler Präfrontalcortex

Parietalcortex

Zusammenfassung: Präfrontaler Kortex und kognitive Kontrolle

Flexible Anpassung des Verhaltens an wechselnde Ziele und Aufgaben

Inhibition von automatisierten oder habituellen Reaktionen

Abschirmung von zielrelevanten Informationen gegen störende Reize

Selbstkontrolle: Impulskontrolle, Belohnungsaufschub und Emotionsregulation

Planungsprozesse

→ *Flexible Kontrolle neuer oder ungeübter Handlungen*

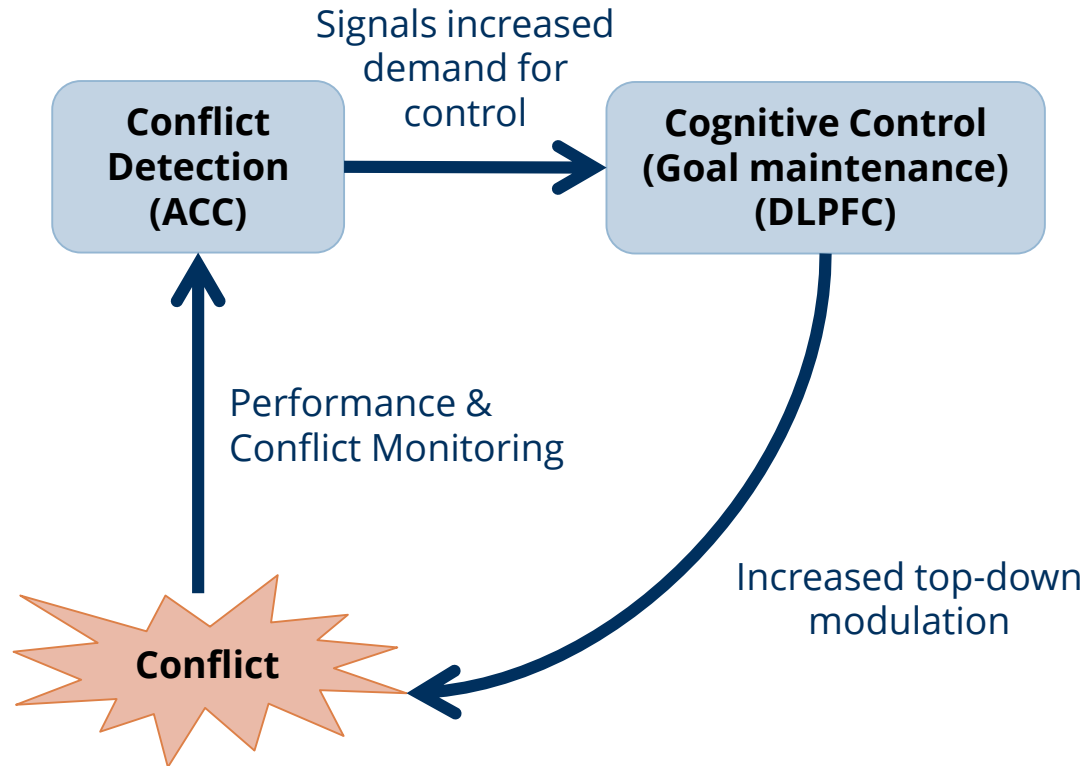
Übersicht über kognitive Kontrollfunktionen, einschlägige Aufgaben und relevante Hirnregionen

■ **Tab. 9.3** Kognitive Kontrollfunktionen, Aufgaben zur ihrer Messung und vermutlich beteiligte Hirnregionen (nur ein Teil der jeweils relevanten Regionen ist aufgelistet)

Kontrollfunktion	Beispiele für Aufgaben	Relevante Hirnregionen
Flexibles Wechseln zwischen Aufgaben und Reaktionsregeln	Wisconsin-Kartensortiertest Aufgabenwechsel	Linker dIPFC; vIPFC; Teile des Parietalcortex
Aktive Aufrechterhaltung von aufgabenrelevanten Informationen und aufgabenabhängige Top-down-Modulation	Delay-Aufgaben Arbeitsgedächtnisaufgaben N-Back-Aufgaben	vIPFC (Abruf und Aufrechterhaltung von Aufgabenregeln); dIPFC (aktive Manipulation von Informationen im Arbeitsgedächtnis und Top-down-Modulation); posteriorer Parietalcortex
Unterdrückung automatisierter Reaktionen	Go/NoGo-Aufgabe Stoppsignalaufgabe Stroop-Test Flankierreizaufgabe	Rechter inferiorer lateraler PFC; dIPFC; prä-supplementär-motorisches Areal
Willentliche Emotionsregulation	Modifikation emotionaler Reaktionen auf Bilder oder Filme mittels kognitiver Umbewertung, Distanzierung, Aufmerksamkeitsablenkung oder Unterdrückung des Emotionsausdrucks	Rechter lateraler PFC; rostraler ACC; ventromedialer PFC
Handlungsplanung, Koordination multipler Ziele und zukunftsorientiertes Denken	Turm von London Multiple Errands Test Six Elements Test Doppelaufgaben Prospektives Gedächtnis	Frontopolarer Cortex; dIPFC
Konflikt- und Fehlerüberwachung; Einschätzung von Kosten und Nutzen kognitiver Kontrolle	Konfliktadaptationseffekte in Interferenzaufgaben (z. B. Stroop- oder Flankierreizaufgaben)	Dorsaler ACC

PFC Präfrontalcortex, *dIPFC* dorsolateraler Präfrontalcortex, *vIPFC* ventrolateraler Präfrontalcortex, *OFC* orbitofrontaler Cortex, *ACC* anteriorer cingulärer Cortex

Conflict-monitoring theory

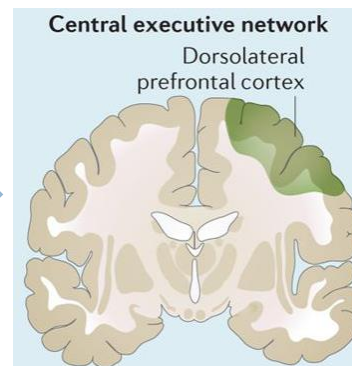
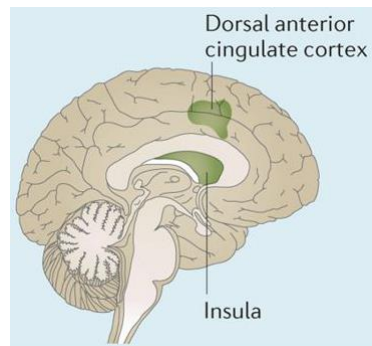


Konfliktüberwachung und dorsaler anteriorer cingulärer Cortex

Hypothese: dACC ist Teil eines Konflikt-Überwachungssystems, das Konflikte und Fehler registriert

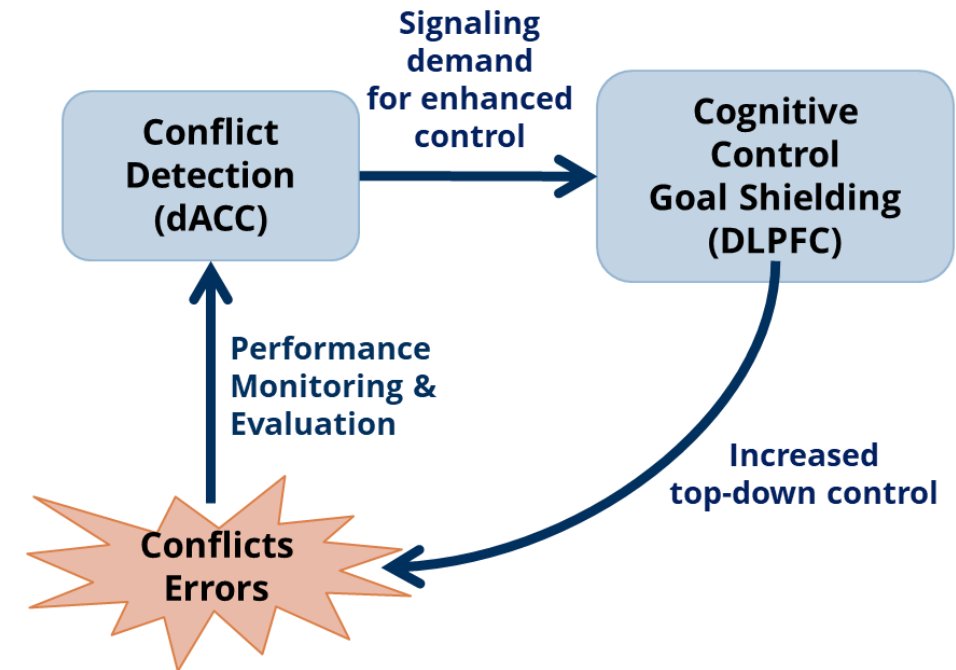
Im Falle eines Konflikts generiert der dACC ein Kontrollsignal, das eine verstärkte Aktivierung von Ziel- und Aufgabenrepräsentationen im dorsolateralen PFC (dlPFC) auslöst

Als Folge davon wird die Top-Down-Modulation durch aktive Ziele verstärkt, so dass aufgabenrelevante Information mit höherer Priorität verarbeitet werden und irrelevante Information abgeschwächt wird



- **Konfliktüberwachung**
- **Bewertung erhöhter Kontrollanforderungen**

- **Aufrechterhaltung von Zielen und Aufgabenregeln**
- **Top-down Modulation**

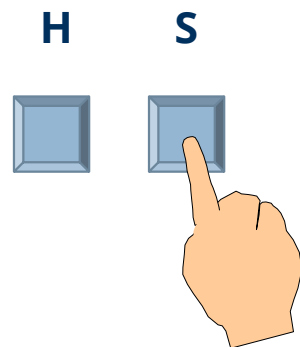
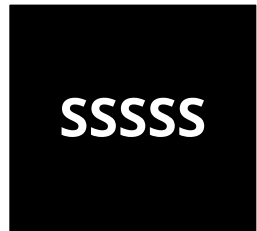


Botvinick et al (2001). *Psychological Review*, 108, 624-652.
Braem et al. (2019). *Trends Cogn Sci*. 23(9), 769-783.
Ullsperger et al. (2014). *Physiol Rev.*, 94(1), 35-79.
Mansouri et al. (2017). *Trends in Neurosciences*, 40(1), 15-27

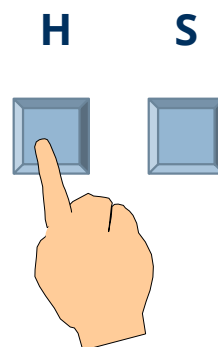
Empirische Evidenz aus Interferenzaufgaben

Reagiere auf den zentralen Buchstaben!

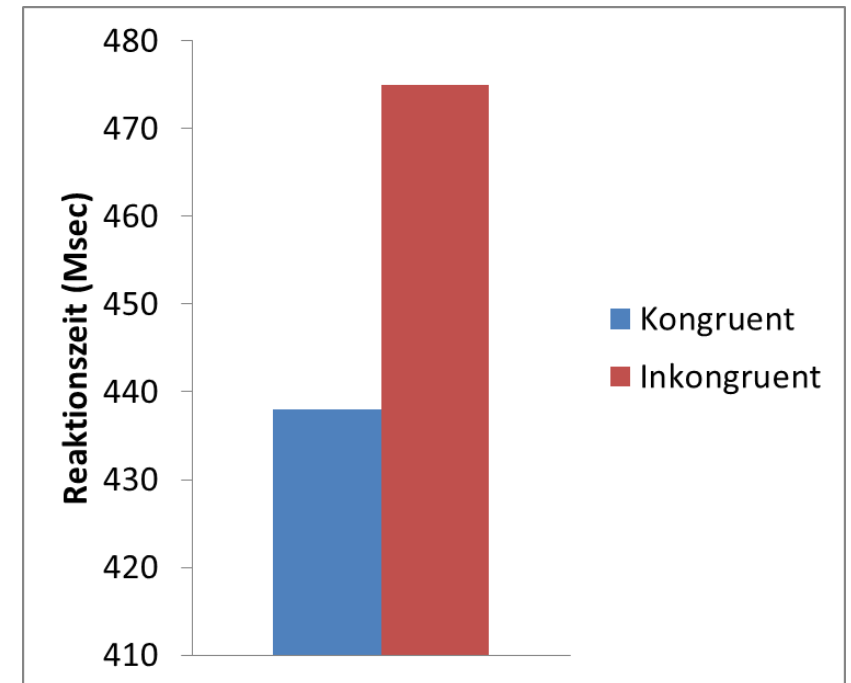
Kongruenter Reiz
(kein Konflikt)



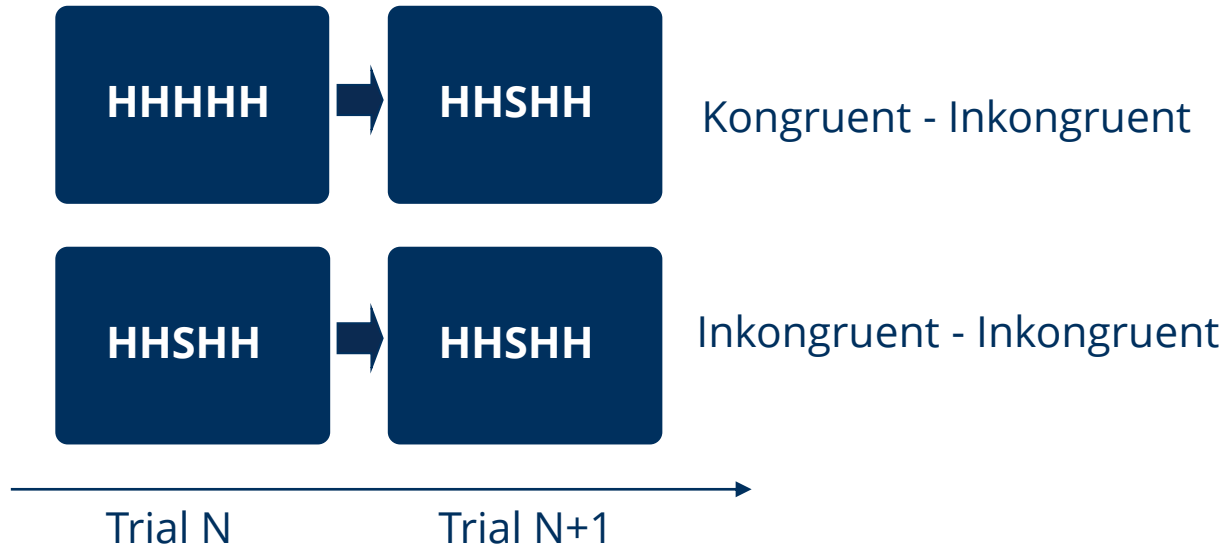
Inkongruenter Reiz
(Konflikt)



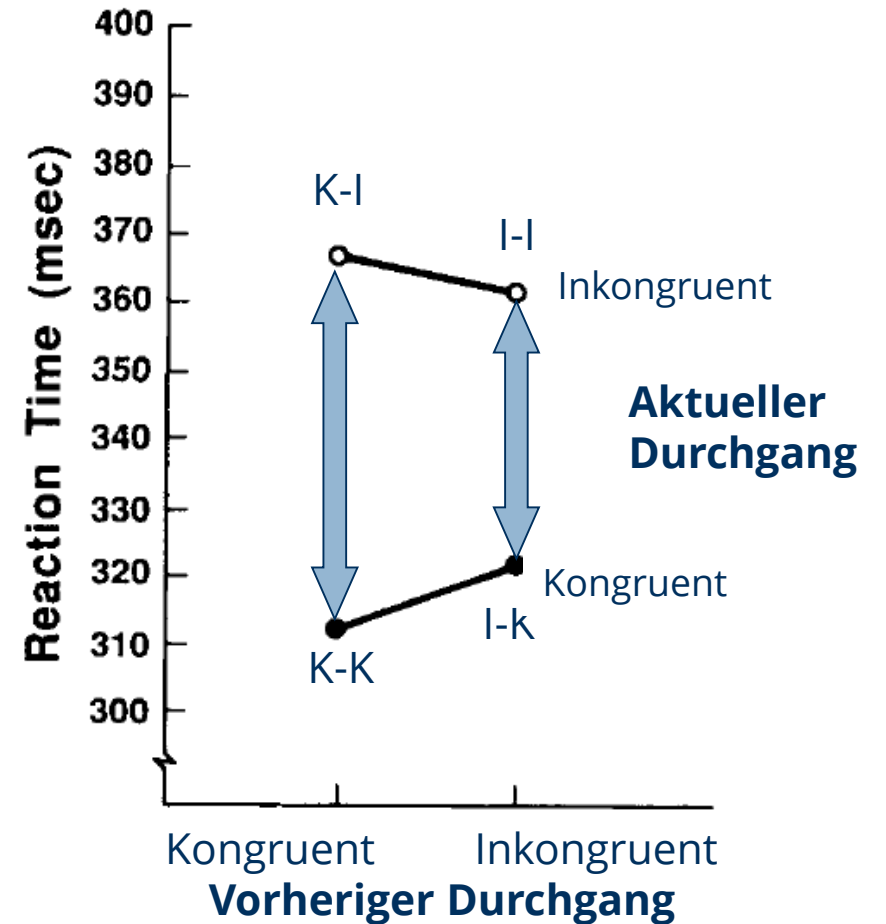
Flanker-Effekt



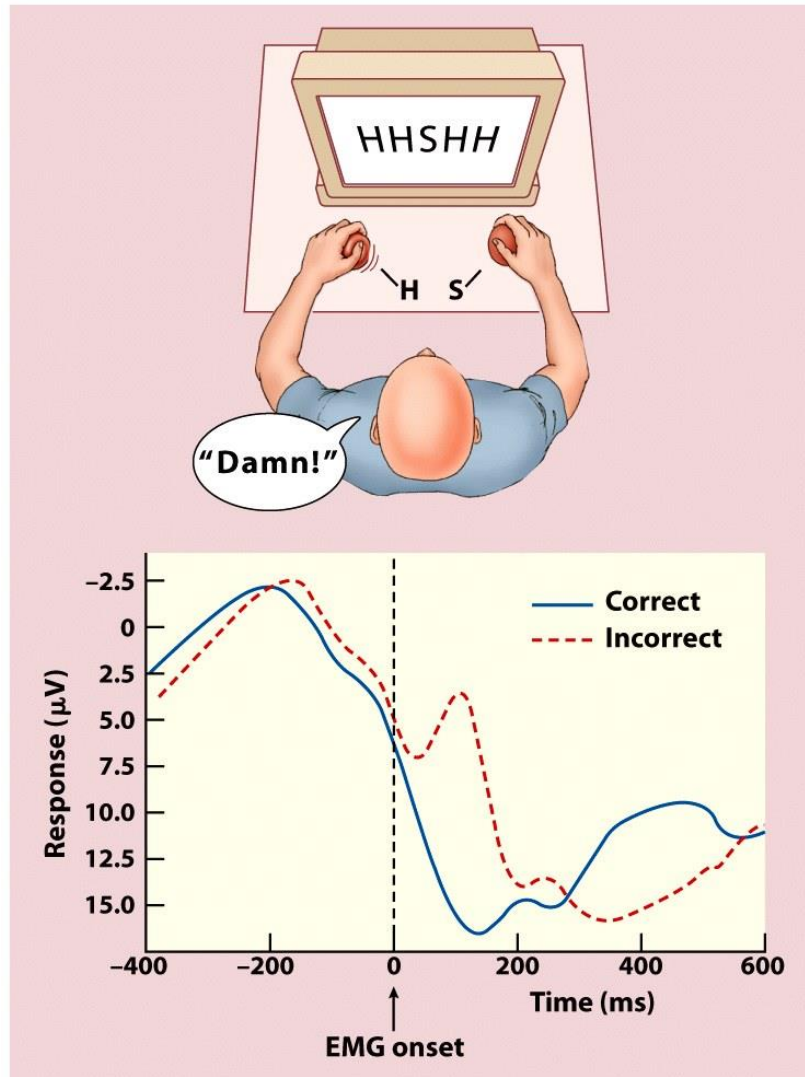
Sequentielle Konflikt-Adaptations-Effekte



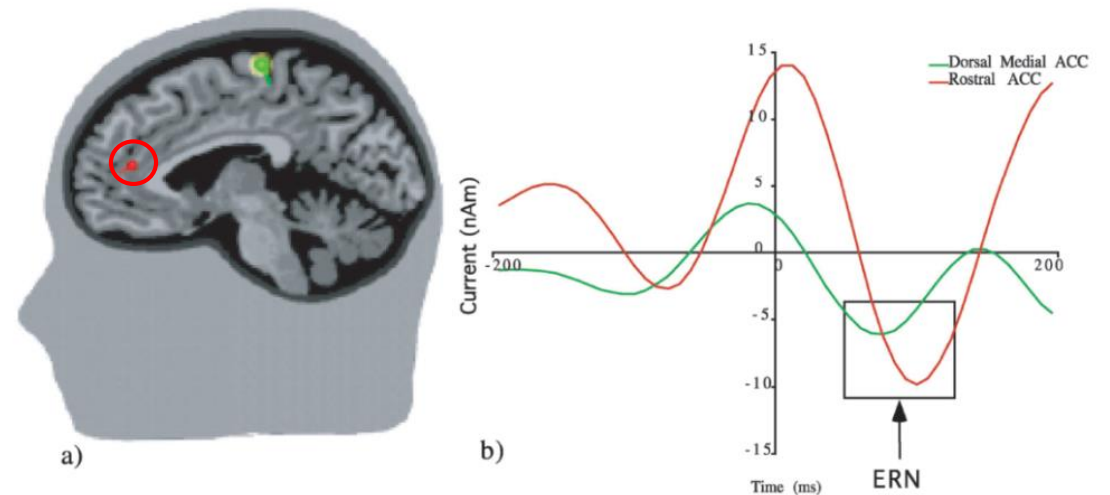
- Interferenzeffekt (= längere Reaktionszeiten in inkongruenten Durchgängen) ist *unmittelbar nach* einem Konflikt reduziert
- Spricht dafür, dass Konflikte eine verstärkte Mobilisierung kognitiver Kontrolle auslösen



Error-related negativity (ERN)

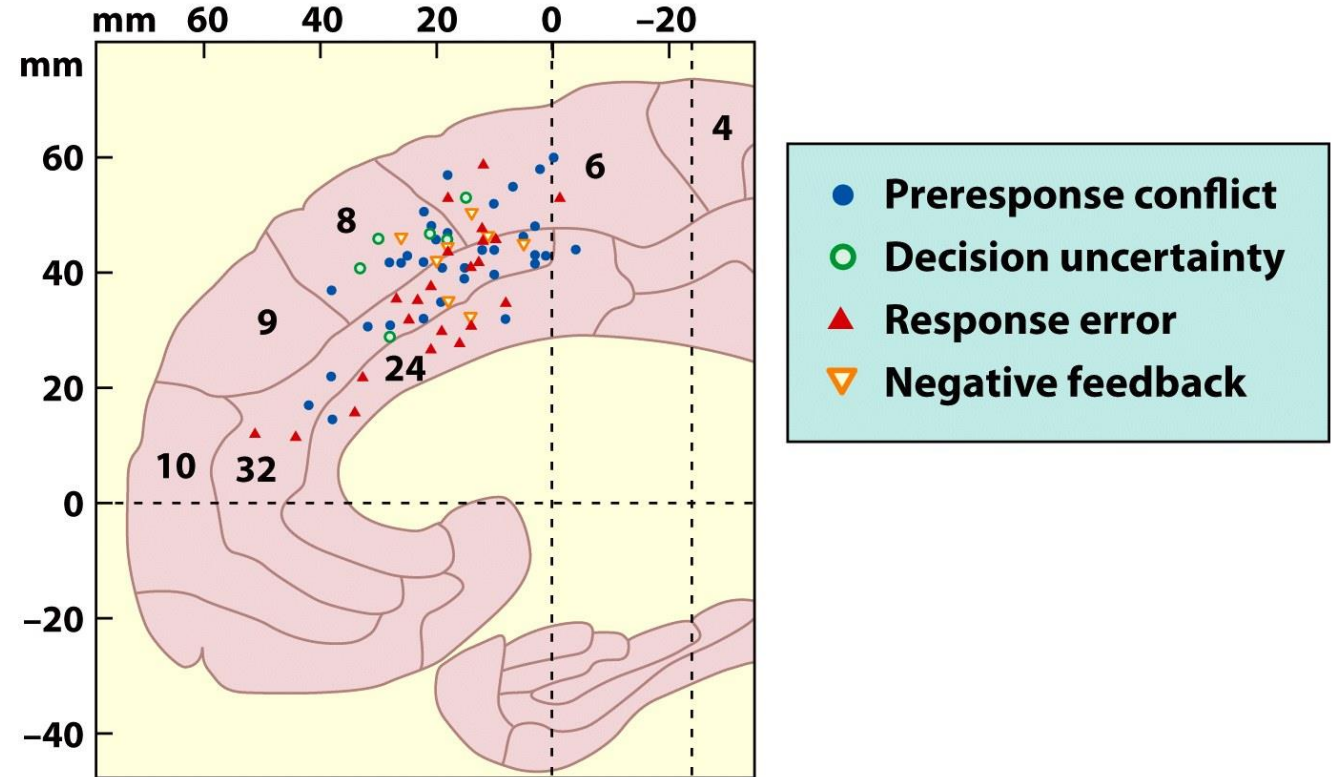


- Negative potential shift 75-150 msec after onset of an error
- Neural generator in the anterior cingulate cortex
- Signal for mobilization of cognitive control



ACC-Aktivierung durch Konflikte und Fehler: Metaanalyse von 38 fMRT-Studien (1997-2004)

Activations cluster in the dorsal medial frontal cortex in the region where areas 8, 6, 32, and 24 border each other



fMRI-Studie zur Rolle des dACC bei der konfliktinduzierten Mobilisierung kognitiver Kontrolle

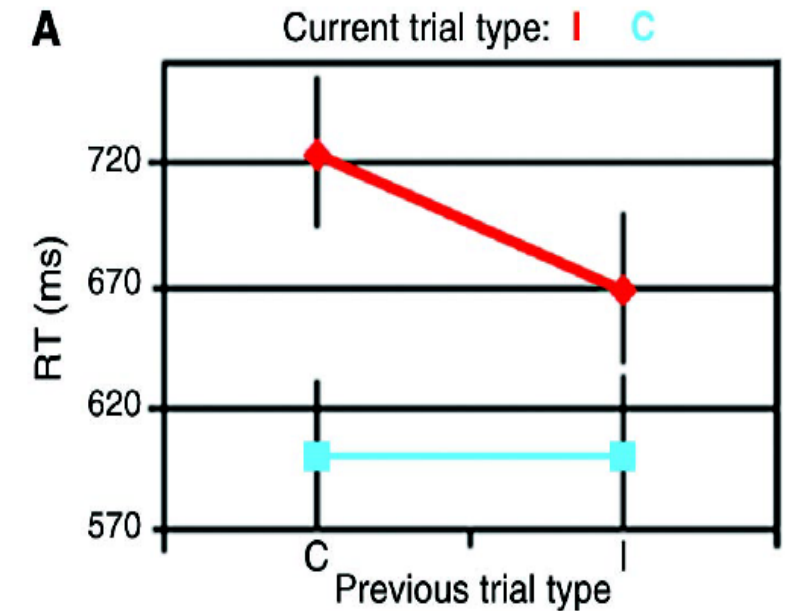
Sequenz von Stroop-Farb-Wort-Aufgabe

Series of trials			
Cue	Stimulus	Previous trial	Current trial
Word	GREEN		
Color	BLUE	I	C
Color	RED	C	I
Word	BLUE	I	I
Word	RED	I	C
Color	GREEN	C	C
Color	RED	C	I

Sequentielle Übergänge zwischen kongruenten und inkongruenten Trials

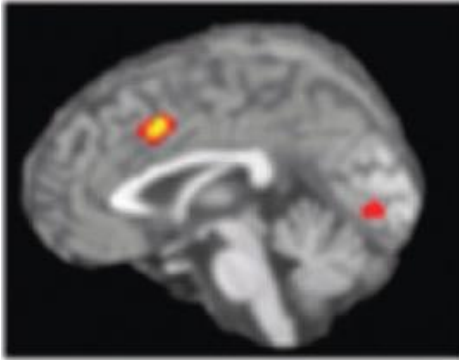
		Current trial	
		Congruent	Incongruent
Previous trial	Congruent	congruent-congruent	congruent-incongruent
	Incongruent	incongruent-congruent	incongruent-incongruent

Konfliktadaptationseffekt Reduzierte Stroop-Interferenz nach einem Reaktionskonflikt

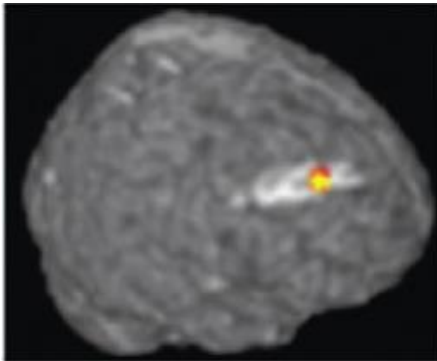


Anterior cingulate cortex and conflict-adaptation

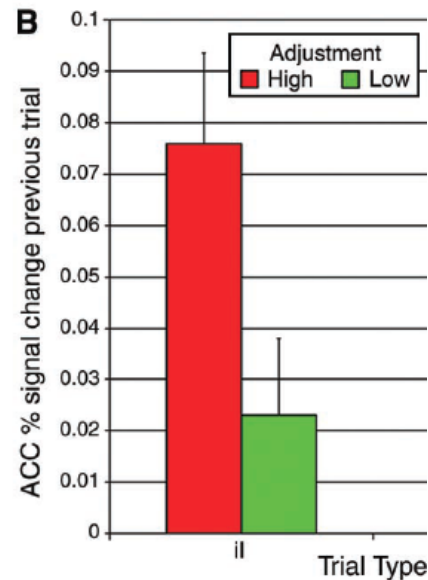
Erhöhte ACC Aktivierung in inkongruenten (Konflikt) Durchgängen



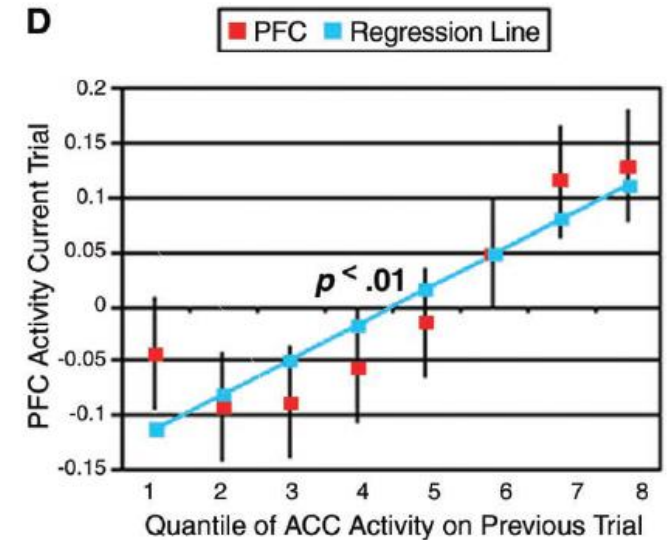
Erhöhte Aktivierung im rechten lateralen PFC in Durchgängen mit starker Konflikt-Adaptation



Je stärker die ACC-Aktivierung im vorhergehenden Konflikt-Durchgang war, umso größer war der Konflikt-Adaptations-Effekts im aktuellen Durchgang (Große KA = schnelle RZ in I-I-Trials
Niedrige KA = langsame RZ in I-I-Trials)



ACC Aktivierung in inkongruenten Trials korreliert positiv mit der Aktivierung im DLPFC im Folgetrial



Gibt es signifikante Zusammenhänge zwischen behavioralen und neuronalen Markern kognitiver Kontrollprozesse in Laboraufgaben und individuellen Unterschiede in der Selbstkontrolle im realen Alltagshandeln?



FACULTY OF PSYCHOLOGY

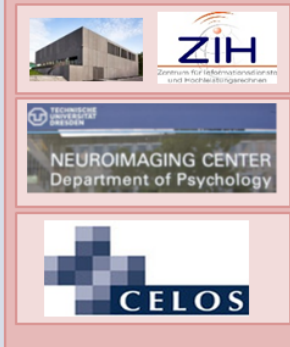
Cognitive Psychology	Biopsychology
Lifespan Developmental Neuroscience	Methods of Psychology and Cognitive Modeling
Neuroimaging	Personality Psychology
Social Psychology	Addiction Research
Engineering Psychology and Applied Cognitive Science	Clinical Psychology and Psychotherapy
Behavioral Epidemiology	Clinical Neuroscience

CRC 940

Department of Psychiatry	Section Systems Neuroscience
Child & Adolescent Psychiatry	Cognitive Neurophysiology
Psychological and Social Medicine & Developmental Neurosciences	Nuclear Medicine

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus DIE DRESDNER. FACULTY OF MEDICINE

CENTRAL FACILITIES



EXTERNAL PARTNERS



- Established in 2012
- 18 sub-projects + Integrated Graduate School
- Interdisciplinary team of >70 researchers from the Faculty of Psychology, Faculty of Medicine & partners from the Charité Berlin



SFB 940 Project C1: Volitional dysfunctions in self-control failures and addictive disorders

Welche kognitiven Mechanismen und neuronalen Systeme liegen der Fähigkeit zur Selbstkontrolle zugrunde?

Lassen sich alltägliche Selbstkontrollfehler durch Leistungsparameter und Hirnaktivierungsmuster in kognitiven Kontrollaufgaben vorhersagen?



Thomas Goschke



Michael Smolka



Gerhard Bühringer



Martin Krönke



Max Wolff



Anja Kräplin

Data analyses and modeling

MR Physics Group



Holger Mohr



John Venz

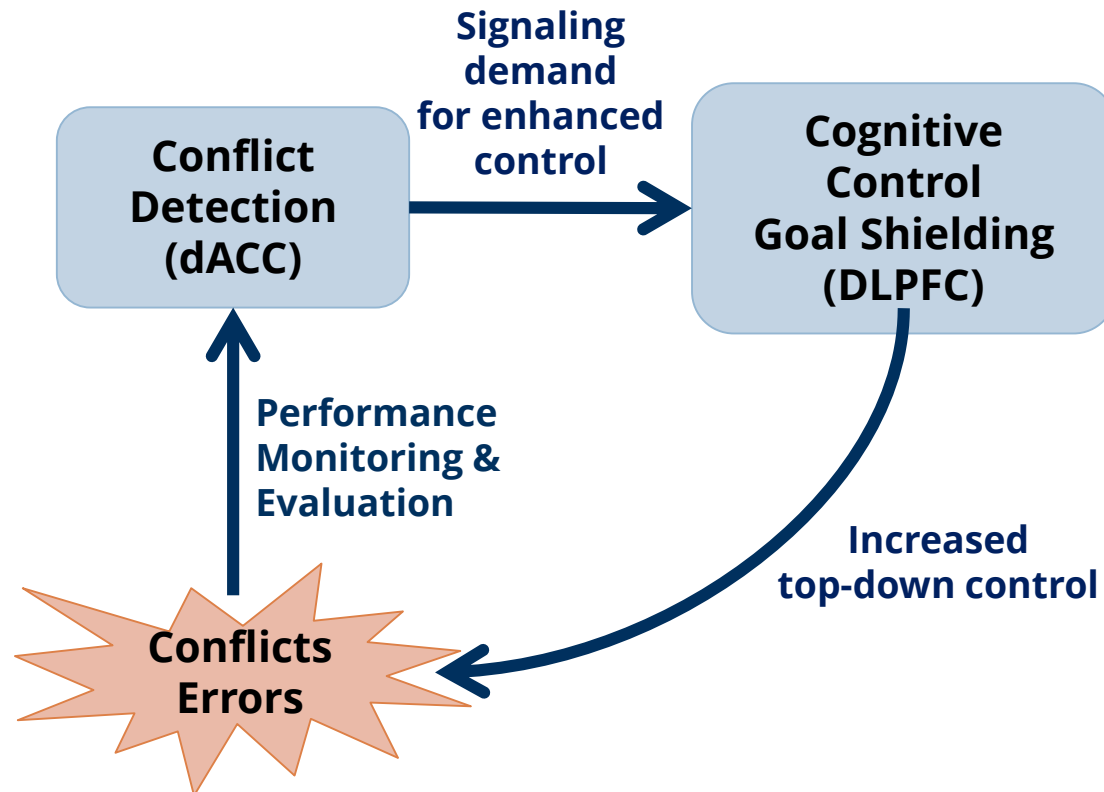


Michael Marxen



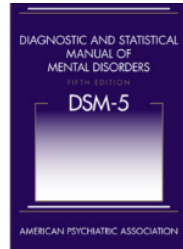
Dirk Müller

Conflict-monitoring theory



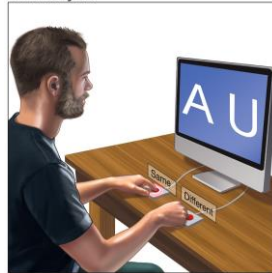
Multiple level assessment (N =118, age 18-25)

Clinical Assessment



Cognitive Control & Decision-Making Task Battery

Letter-matching task



Inhibition	Shifting	Updating	Decision making
Stop signal	Color-shape	N-Back	Intertemporal choice
Go-Nogo	Number-letter	Letter memory	Probability discounting
Stroop	Category switch	Keep track	Cambridge gambling

Experience Sampling

1 week sampling of daily self-control failures



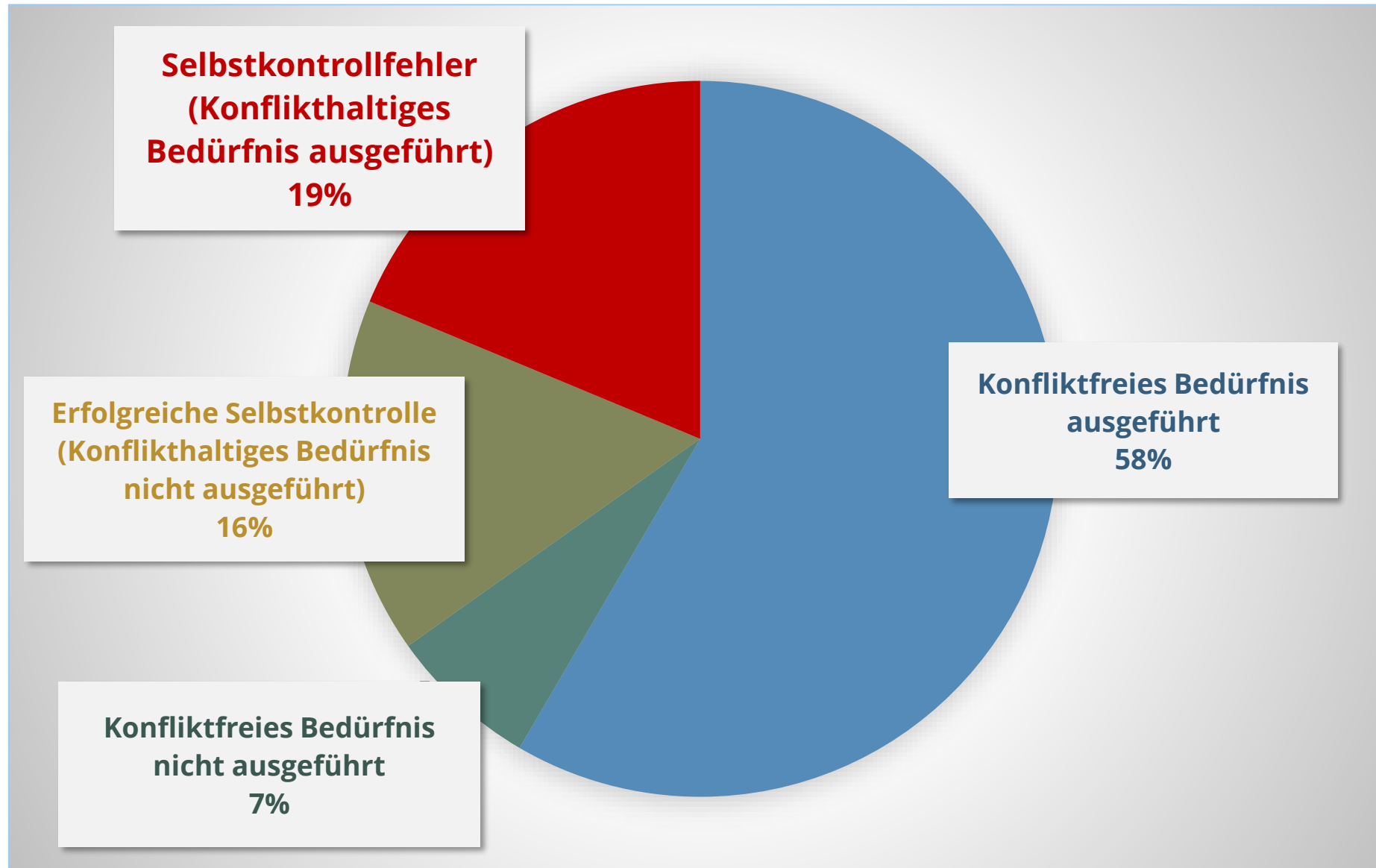
Experience sampling of daily self-control failures

1 Woche 8 x pro Tag zu zufälligen Zeiten: Smartphone-basierter Fragebogen



- Art des Bedürfnisses?
- Stärke des Bedürfnisses?
- Stärke des Konflikts?
- Versuch zu widerstehen?
- Handlung ausgeführt oder nicht?

Alltägliche Selbstkontrollkonflikte

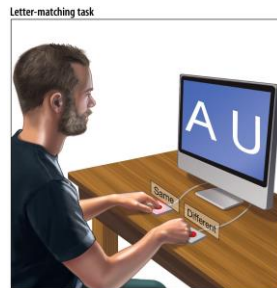


Multiple level assessment

Clinical Assessment



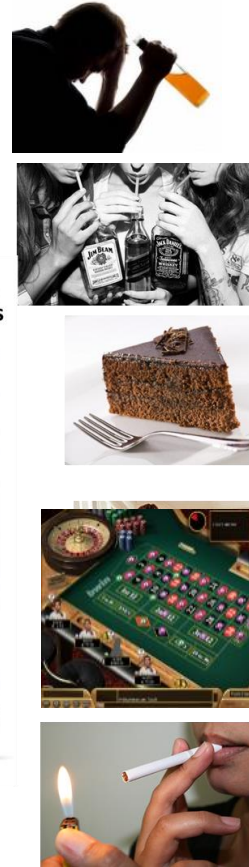
Cognitive Control Task Battery



Inhibition	Shifting	Updating	Decision making
Stop signal	Color-shape	N-Back	Intertemporal choice
Go-Nogo	Number-letter	Letter memory	Probability discounting
Stroop	Category switch	Keep track	Cambridge gambling

Experience Sampling

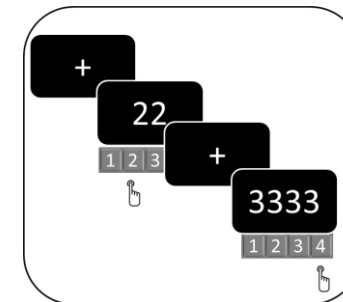
1 week sampling
of daily self-control failures



fMRI Paradigms



Error monitoring &
Inhibitory control

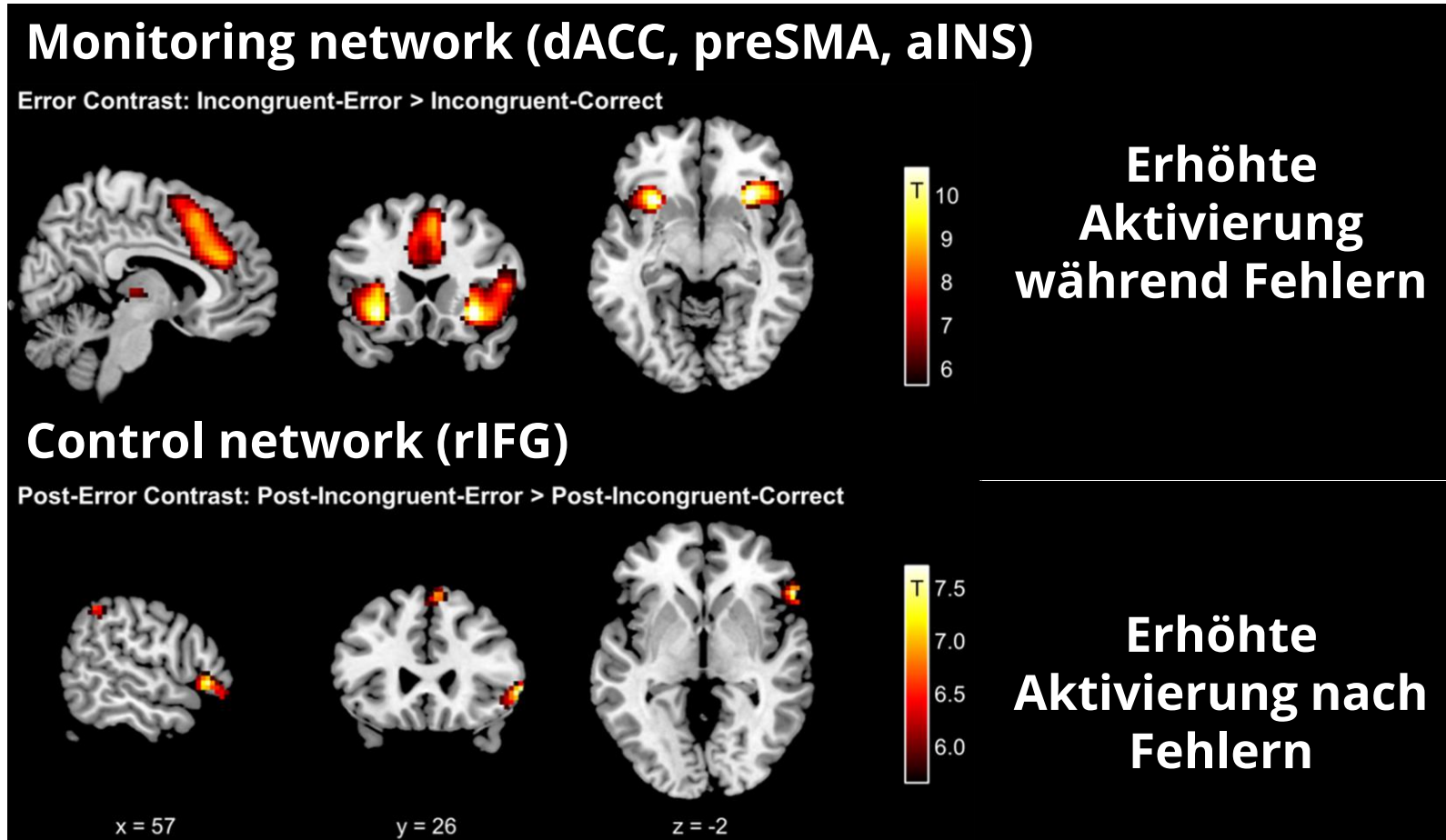


Aufgabe zur Induktion von Reaktionskonflikten: Counting Stroop

111

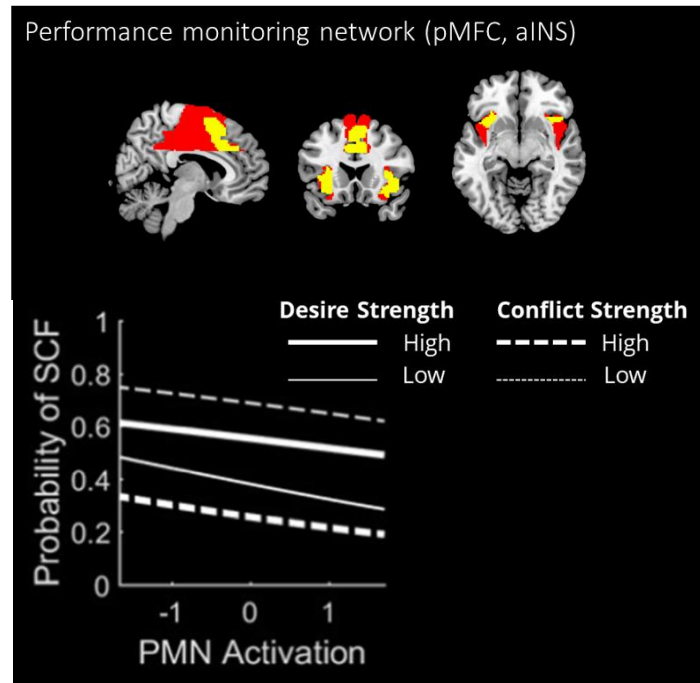
333

Gehirnaktivierung während und nach Fehlern



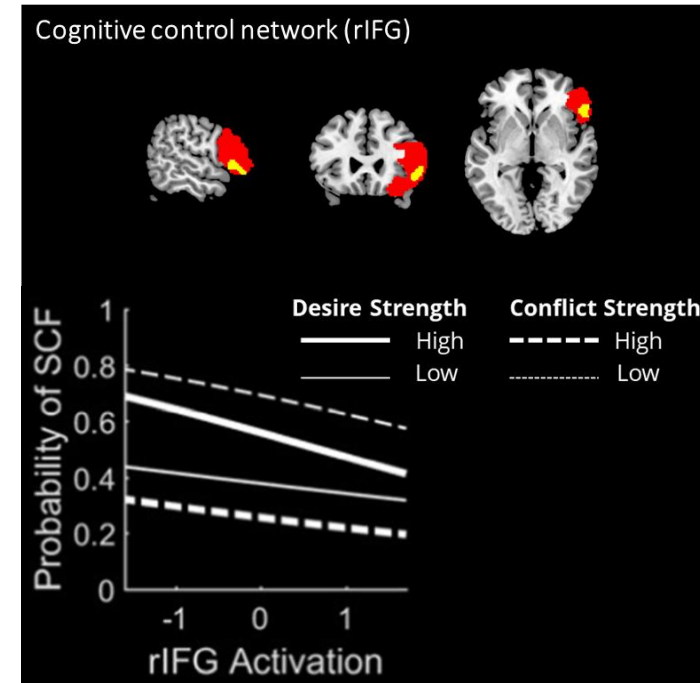
($p < .001$, FWE-corrected)

Zusammenhänge zwischen fehlerbezogener Aktivierung im Monitoring- und Kontrollnetzwerk und alltäglichen Selbstkontrollfehlern



Je geringer die Aktivierung im Monitoring-Netzwerk bei Fehlern, umso mehr alltägliche Selbstkontrollfehler

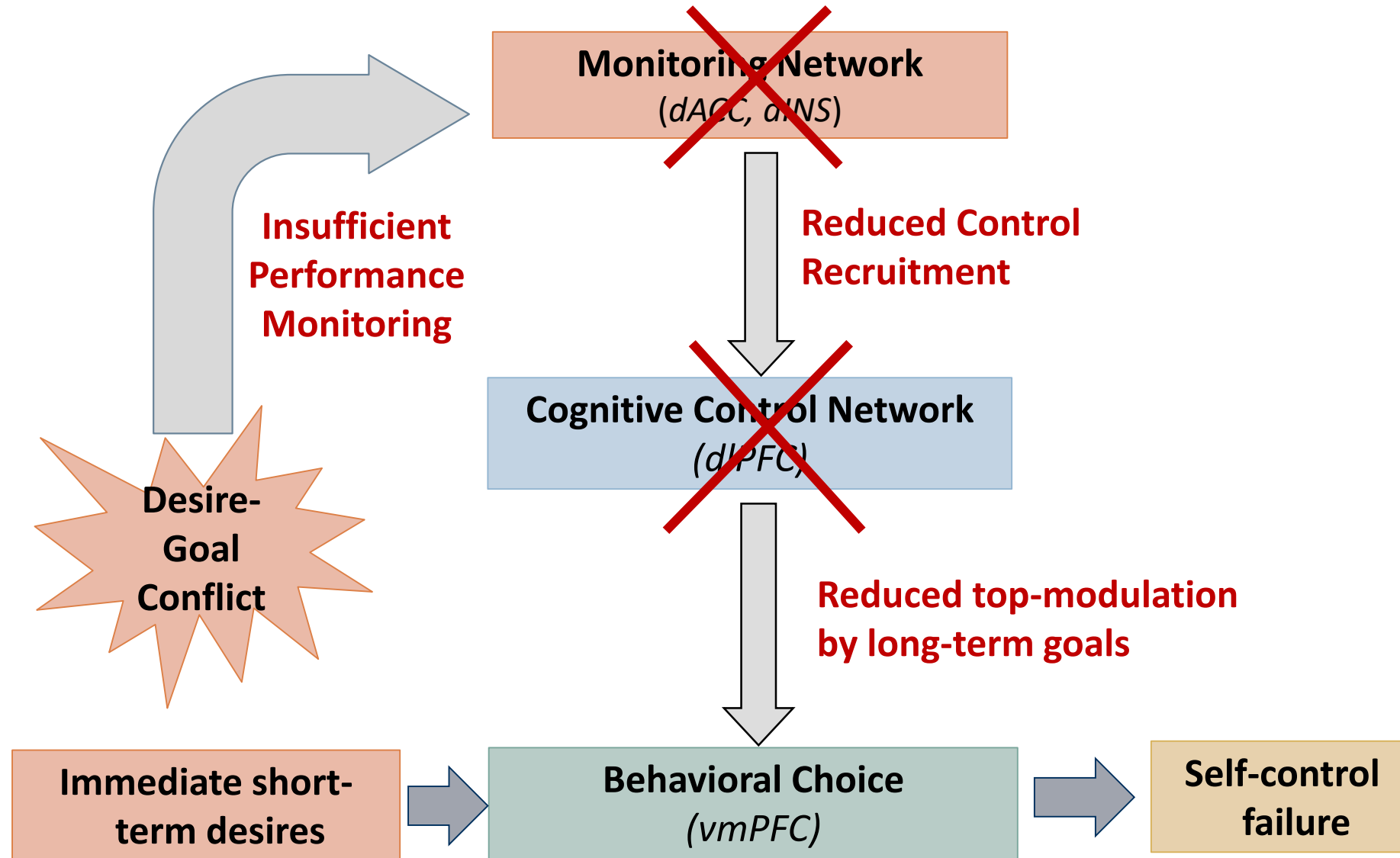
→ mangelnde Verhaltensüberwachung



Je niedrigere die Aktivierung im Kontroll-Netzwerk *nach* Fehlern, umso mehr alltägliche Selbstkontrollfehler

→ unzureichende Mobilisierung kognitiver Kontrolle

Conclusion: Process model of self-control failures



Offene Fragen

Ist beeinträchtigte kognitive Kontrolle eine Folge von oder ein Kausal/Vulnerabilitätsfaktor für psychische Störungen → Längsschnittstudie im SFB 940 über 12 Jahre

Gehen auch andere psychische Störungen mit Beeinträchtigungen kognitiver Kontrollprozesse einher?

Werden präfrontale Kontrollprozesse durch akuten oder chronischen Stress beeinträchtigt?

Sind kognitive Kontrollprozesse modifizierbar / trainierbar?