

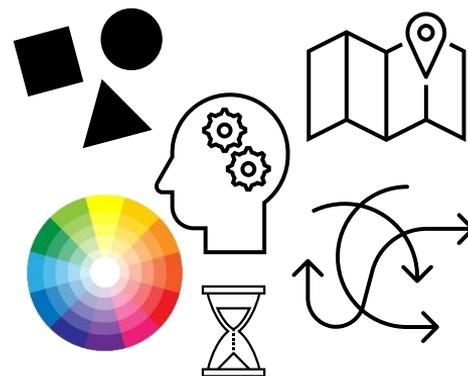


# Kontextuelle und Temporale Einflüsse auf Abstrakte Kognitive Kontrolle

Disputation – Moritz Schiltenwolf

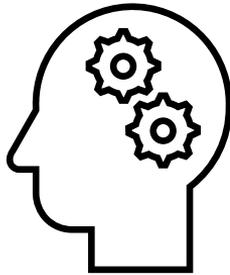
Prüfer:

D. Dignath – A. Kiesel – H. Leuthold – B. Kaup





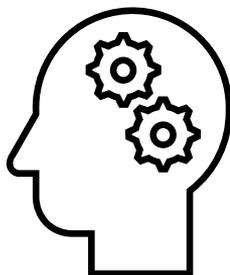
## Einleitung – Kognitive Kontrolle



Attentionale Gewichtung:  
*Priorisierung bestimmter  
Wahrnehmungsinhalte  
gegenüber anderer.*



## Einleitung – Kognitive Kontrolle

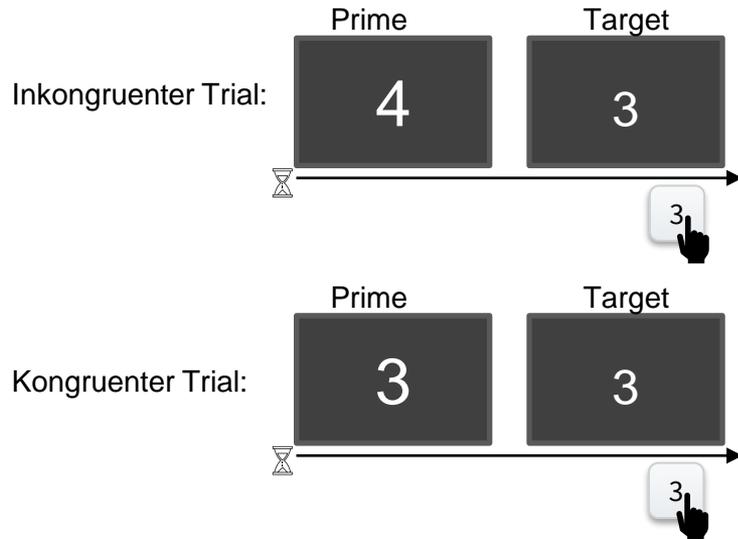


Kontrollzustand:  
*Kognitive Kontrolle, die  
zu einem bestimmten  
Zeitpunkt implementiert  
ist.*





## Einleitung – Kontrolle messen



Congruency Effect:

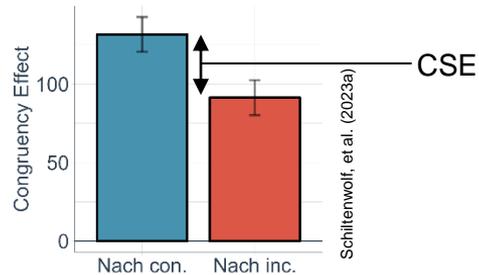
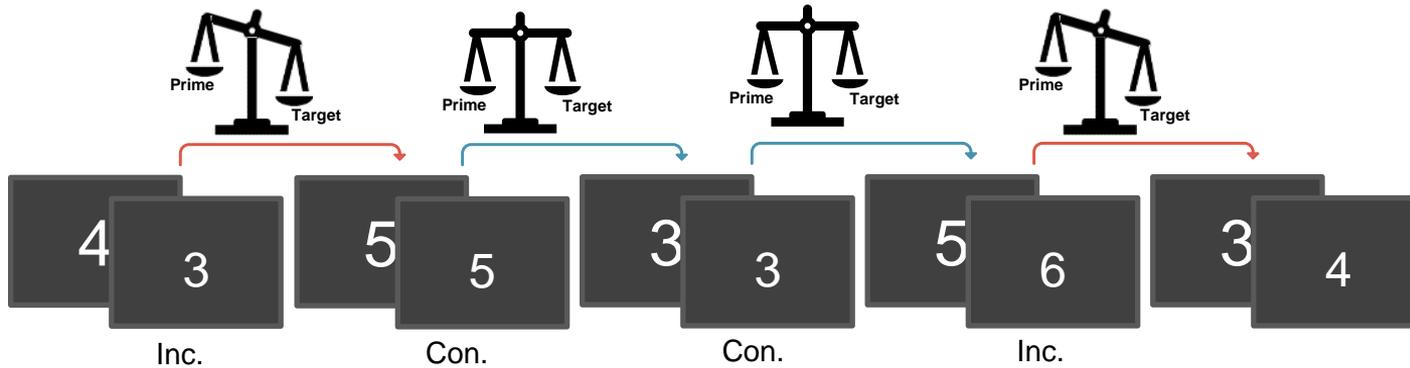
$RT_{\text{incongruent}}$  ← Langsamer

—

$RT_{\text{congruent}}$  ← Schneller



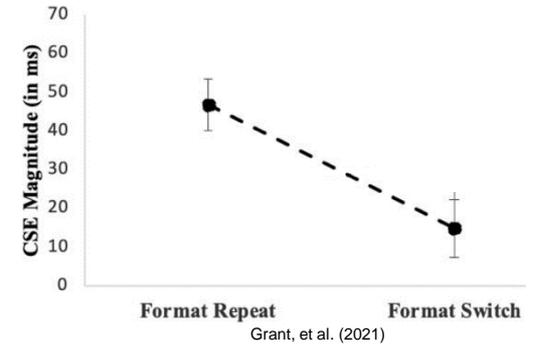
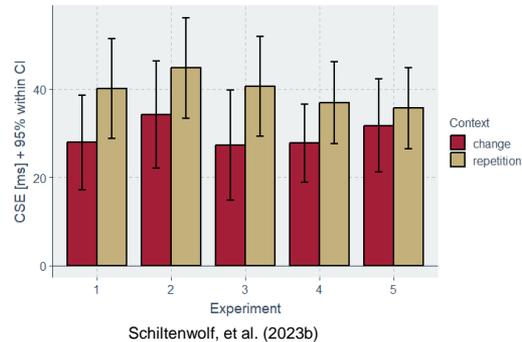
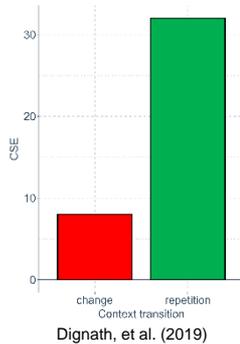
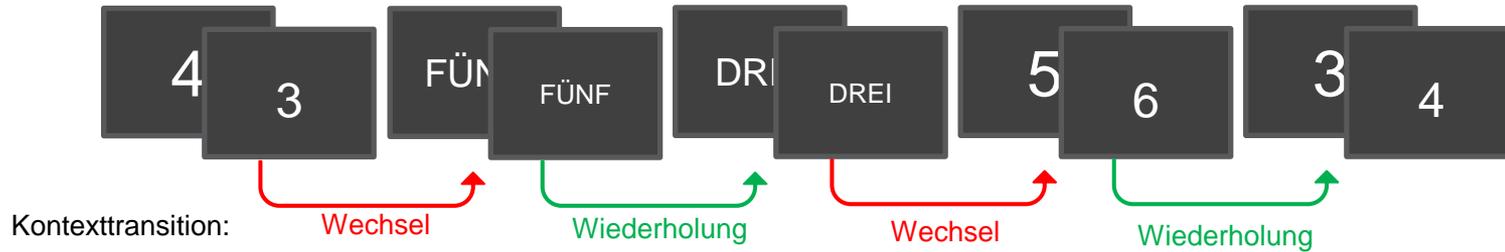
## Einleitung – Kontrolle messen



Congruency Sequence Effect (CSE)



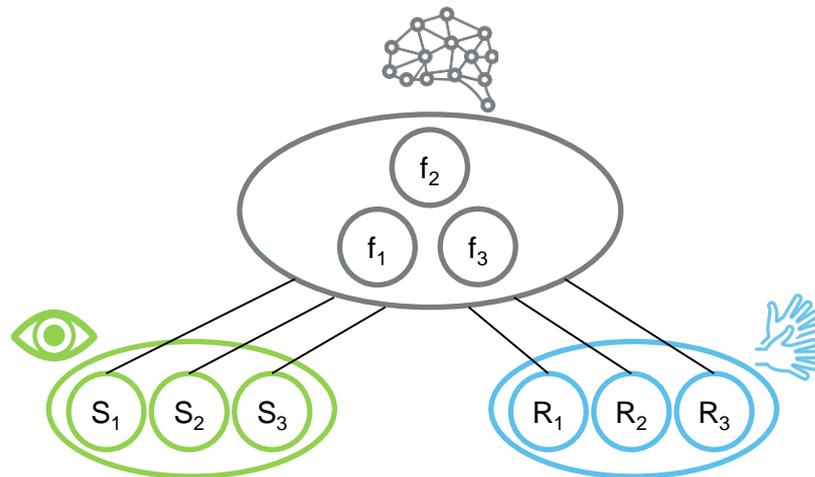
# Einleitung – Kontext-spezifische CSE



Kontext-spezifischer CSE



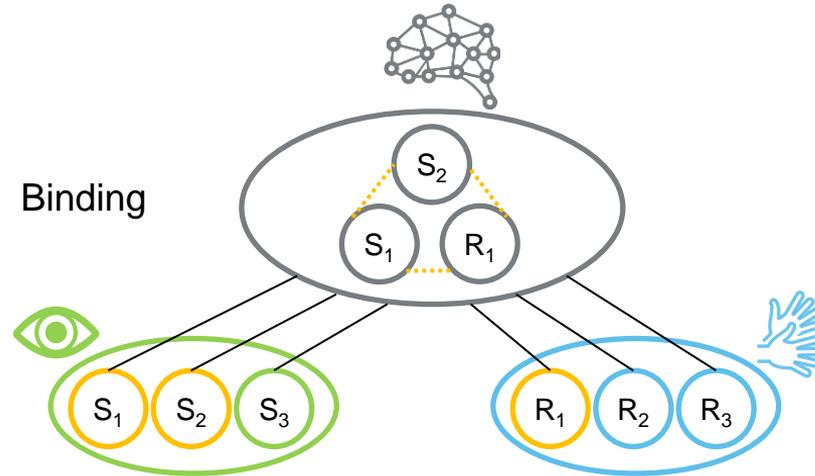
# Einleitung – Binding und Retrieval Theorien



Adopted from Hommel, et al. (2001)

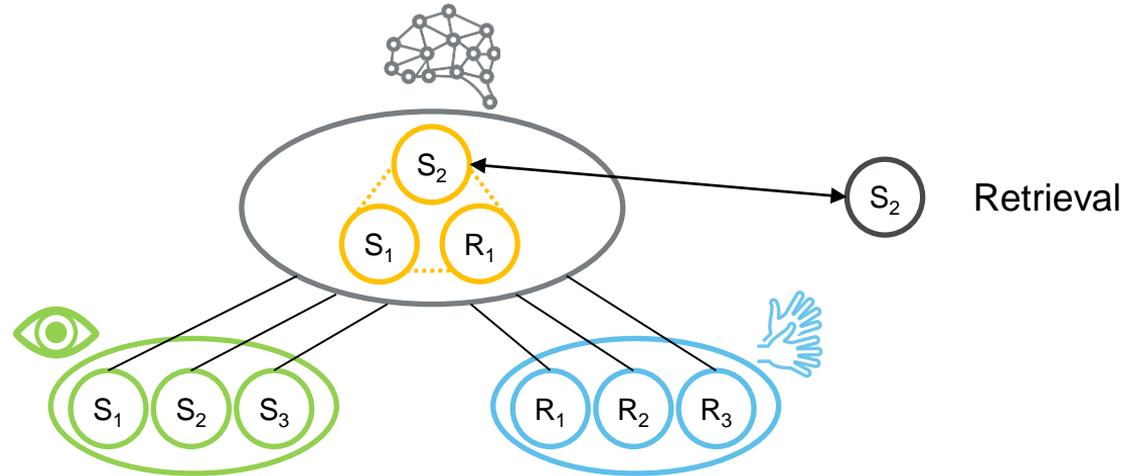


# Einleitung – Binding und Retrieval Theorien



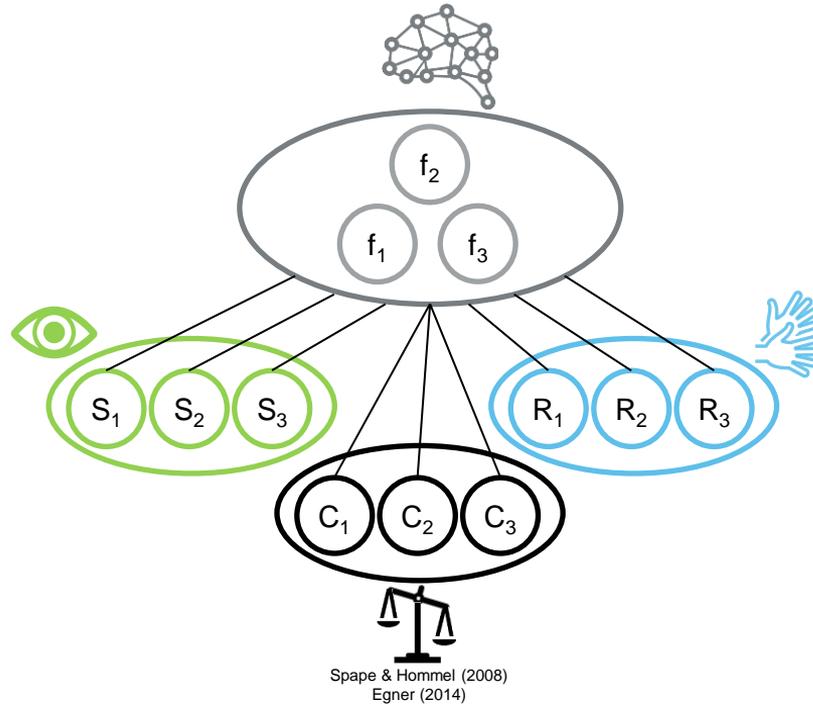


# Einleitung – Binding und Retrieval Theorien



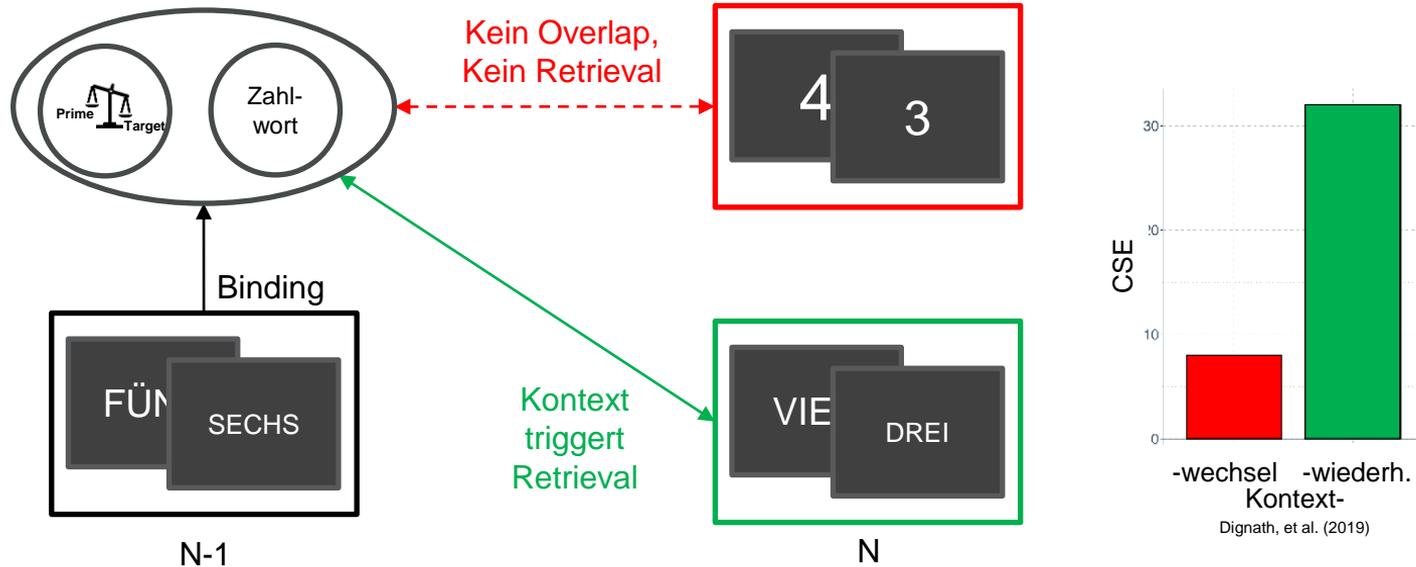


# Einleitung – Binding und Retrieval Theorien





## Einleitung – Binding und Retrieval Theorien





## Zentrale Fragen meiner Promotion



1. Test der zeitlichen Stabilität von Kontrolle ↔ Kontext Bindings.

Publiziert als: Schiltewolf, M., Kiesel, A., Frings, C., & Dignath, D. (2023). Memory for abstract control states does not decay with increasing retrieval delays. *Psychological Research*, 1-15.



2. Test des *Retrieval*-Prozesses als Ursache für die Kontextspezifität des CSE.

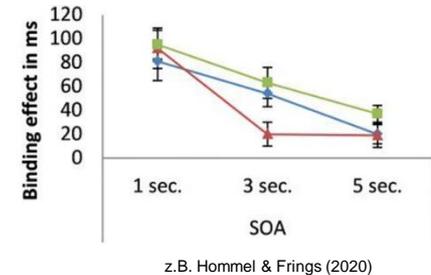
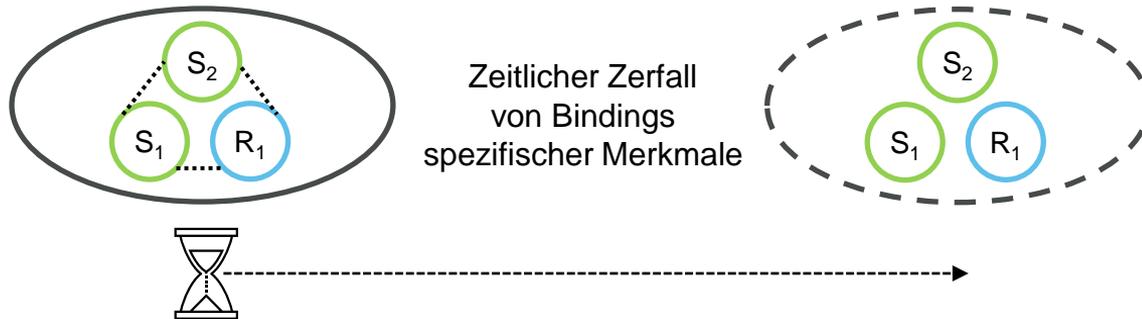


3. Generalisierung von Kontrolle ↔ Kontext Bindings auf Aufgabenkontrolle.

Publiziert als: Schiltewolf, M., Dignath, D., & Hazeltine, E. (2024). Binding of response-independent task rules. *Psychonomic bulletin & review*, 1-12.

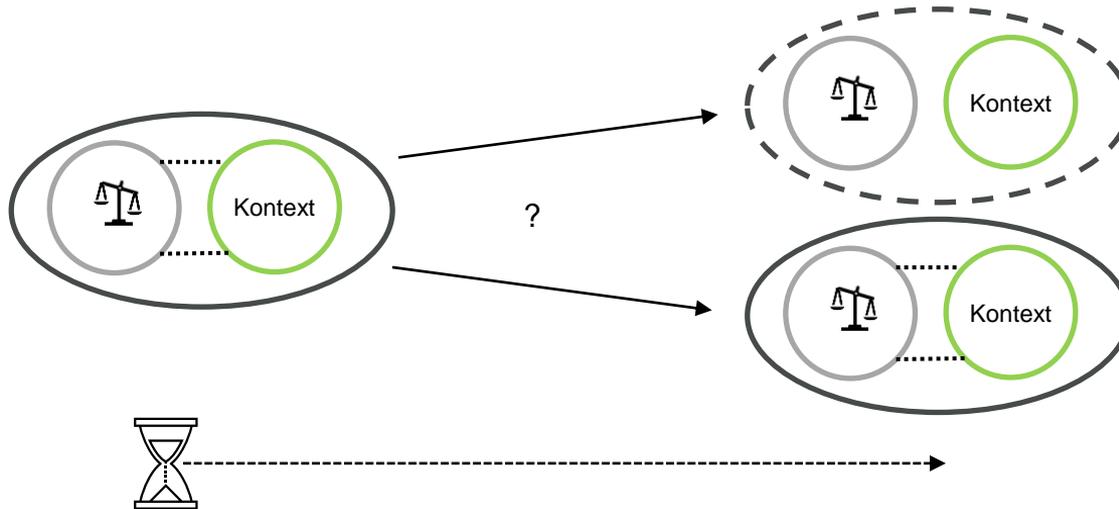


# Studie I – Zeitliche Stabilität von Kontrolle ↔ Kontext Bindings





# Studie I – Zeitliche Stabilität von Kontrolle ↔ Kontext Bindings



Gleicher Zeitverlauf wie Bindings spezifischer Merkmale?

Bindings abstrakter Kontrolle sind zeitlich stabil(er)?

(Siehe Vorarbeit zu nicht-kontextualisierter Kontrolle; Schiltenswolf et al., 2023a)



# Studie I – Methode und Analyse



$H_1$  *Zeitlicher Verfall*: Der kontext-spezifische CSE ist geringer bei längeren ITIs.

$H_0$  *Zeitliche Stabilität*: Der kontext-spezifische CSE variiert nicht als Funktion des ITI.

Bayesianischer Ansatz:  $BF_{10} = \frac{p(\text{data} | \text{Model Zeitlicher Verfall})}{p(\text{data} | \text{Model Zeitliche Stabilität})}$

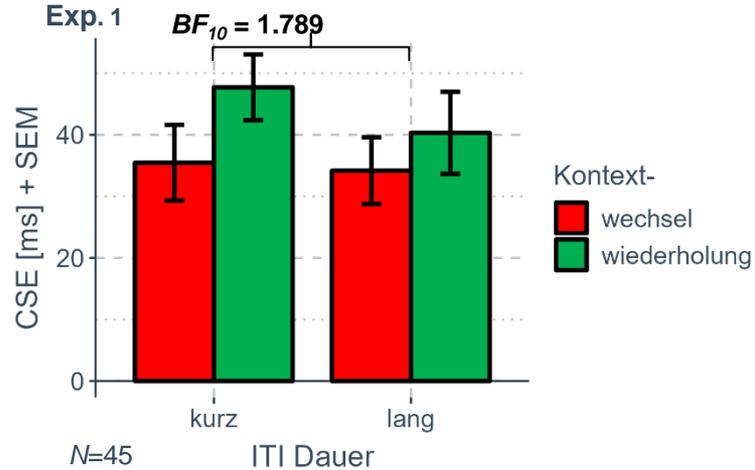
$BF_{10} = 5$ ; Daten 5x so wahrscheinlich unter  $H_1$  wie unter  $H_0$   
 $BF_{10} = 1/5$ ; Daten 5x so wahrscheinlich unter  $H_0$  wie unter  $H_1$

Model *Zeitlicher Verfall*: CSE ~ Kontexttransition + ITI Dauer + 2-fach Interaktion + Subjektintercept

Model *Zeitliche Stabilität*: CSE ~ Kontexttransition + ITI Dauer + Subjektintercept

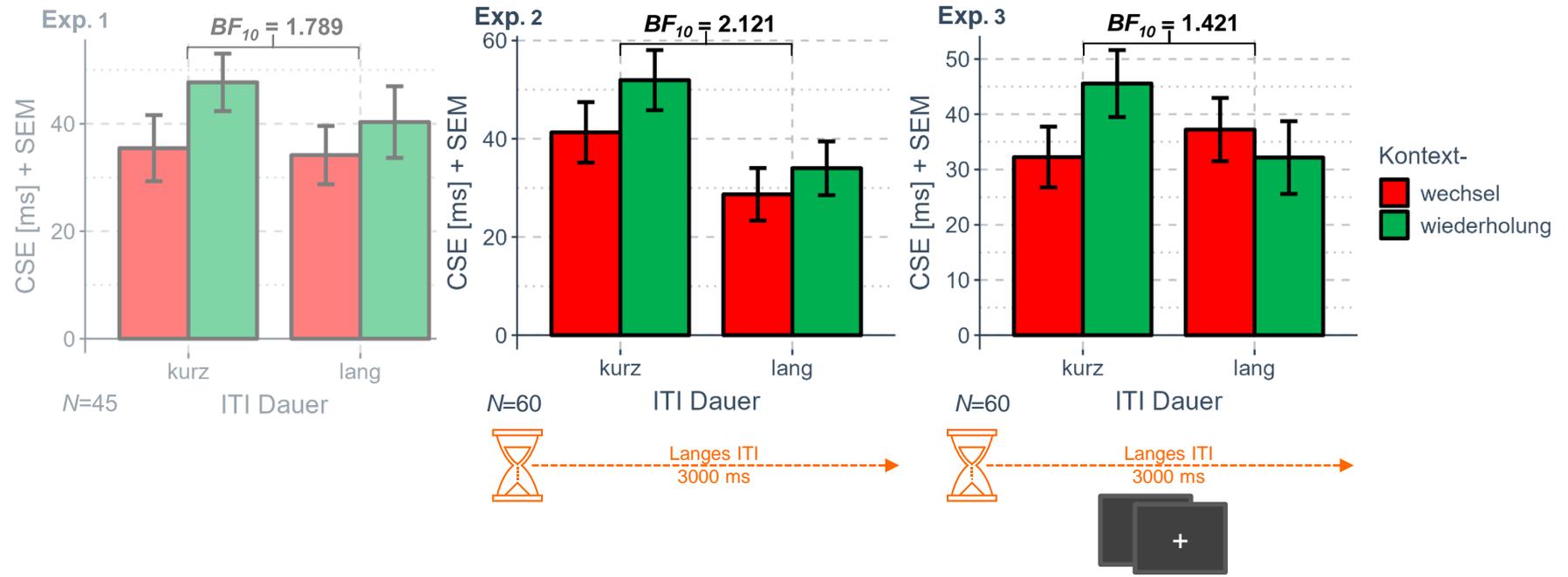


# Studie I – Ergebnisse





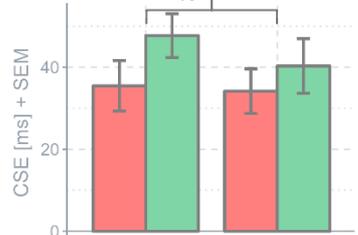
# Studie I – Ergebnisse



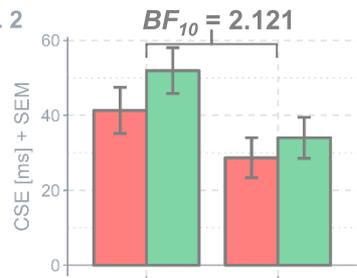


# Studie I – Ergebnisse

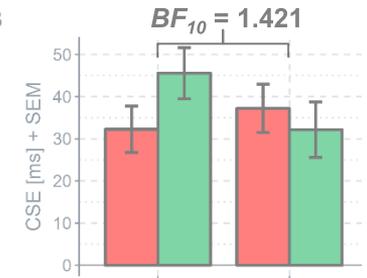
Exp. 1  $BF_{10} = 1.789$



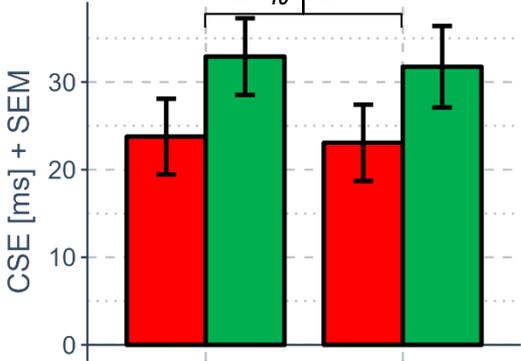
Exp. 2



Exp. 3



$BF_{10} = 2.340$



Kontext-



wechsel

wiederholung



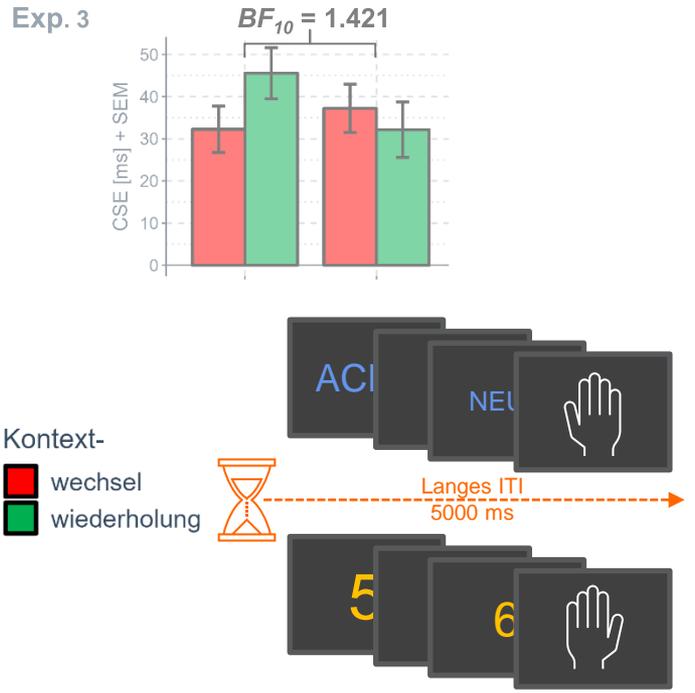
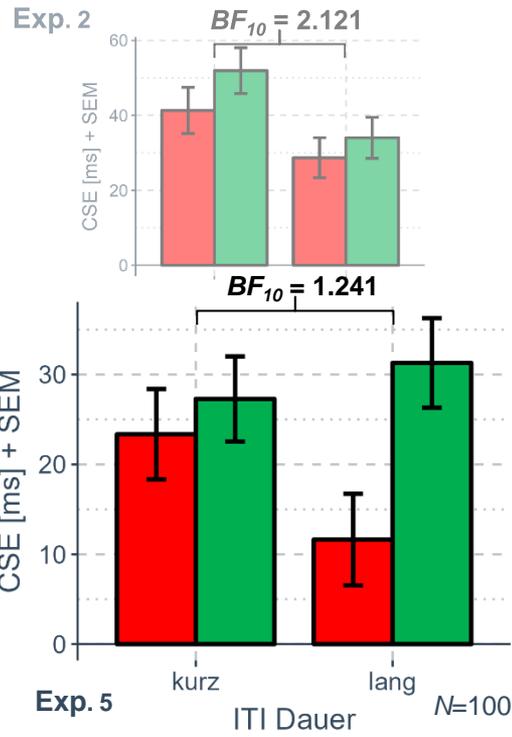
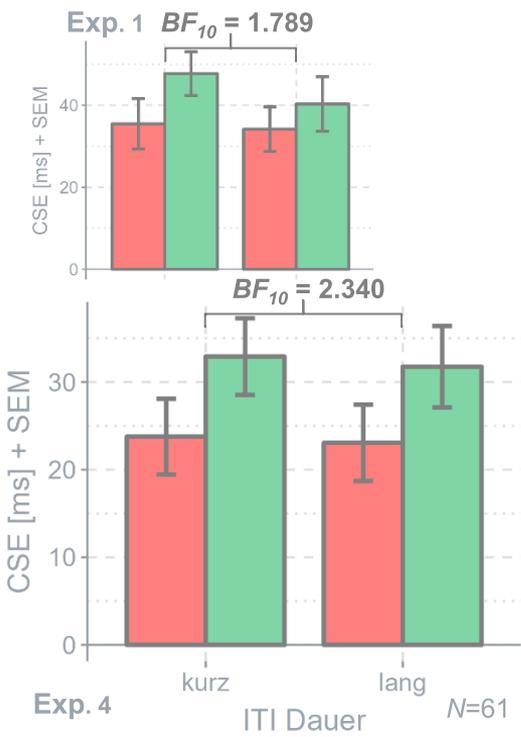
Langes ITI  
5000 ms

Exp. 4

kurz lang  
ITI Dauer N=61

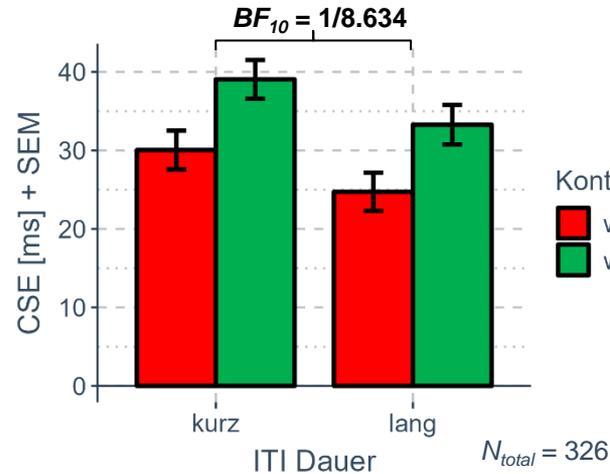
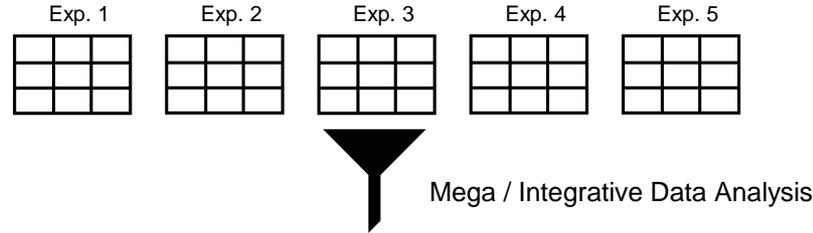


# Studie I – Ergebnisse





# Studie I – Ergebnisse



Konklusive Evidenz zugunsten der Hypothese *Zeitliche Stabilität*.

Model Zeitlicher Verfall: CSE ~ Kontexttransition + ITI Dauer + 2-fach Interaktion + Experiment + Subjektintercept  
 Model Zeitliche Stabilität: CSE ~ Kontexttransition + ITI Dauer + Experiment + Subjektintercept



## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

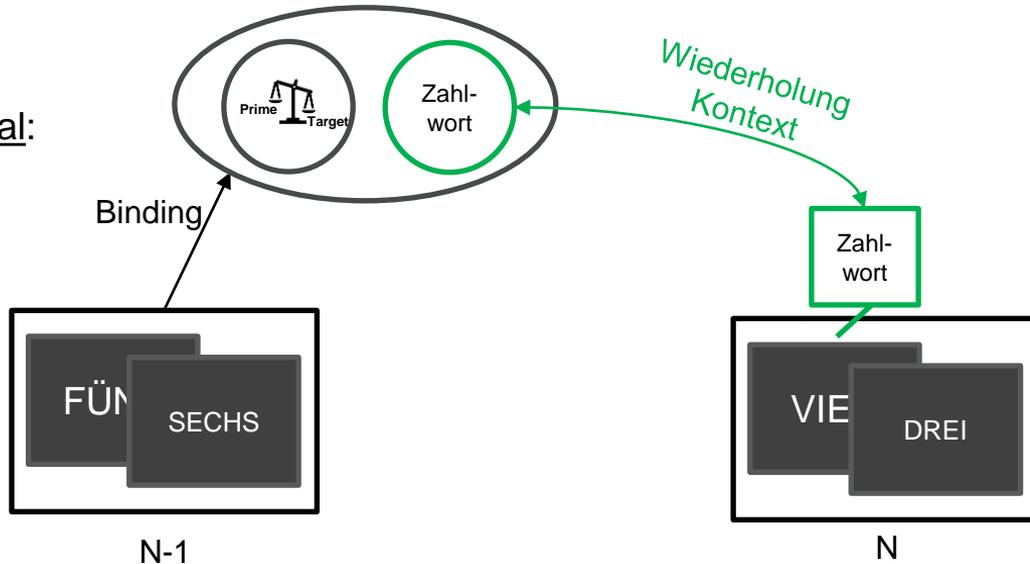
*“Retrieval bezieht sich auf den Prozess der Reaktivierung aller Merkmale eines Bindings, wenn ein oder mehrere der gebundenen Merkmale erneut angetroffen werden.“*

Frings et al. (2024)



## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

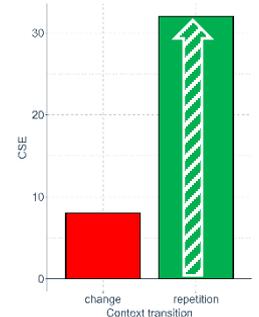
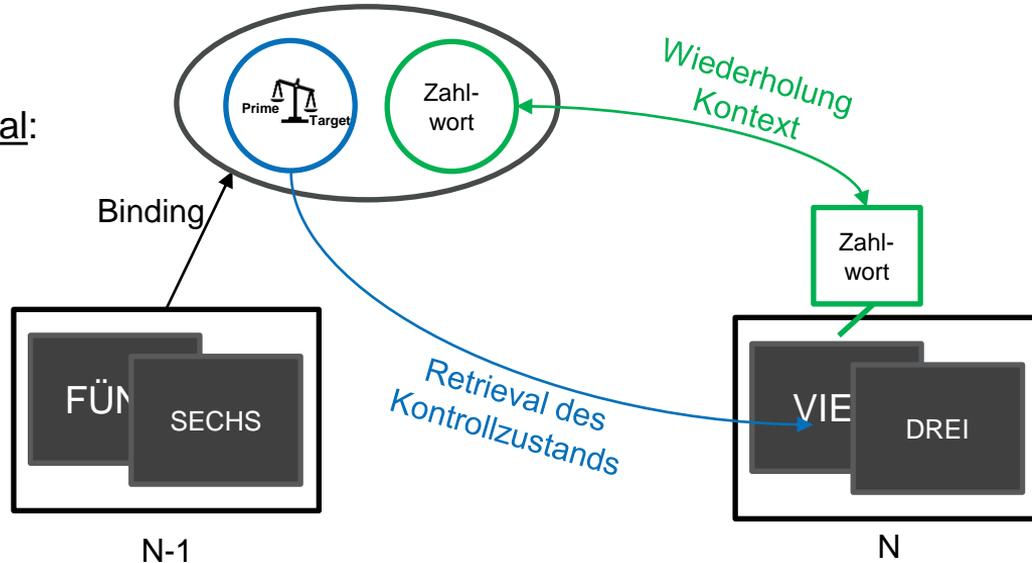
Framework  
Binding and Retrieval:





# Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

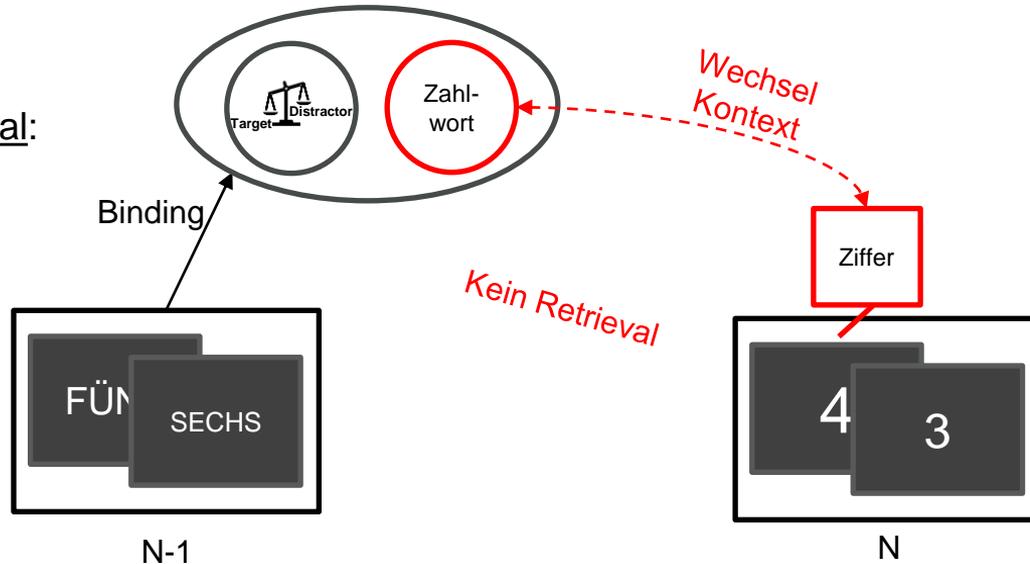
Framework  
Binding and Retrieval:





## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

Framework  
Binding and Retrieval:





## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

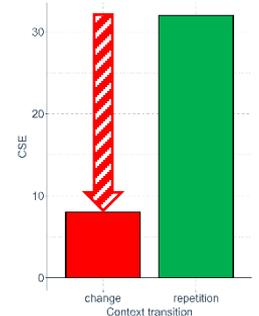
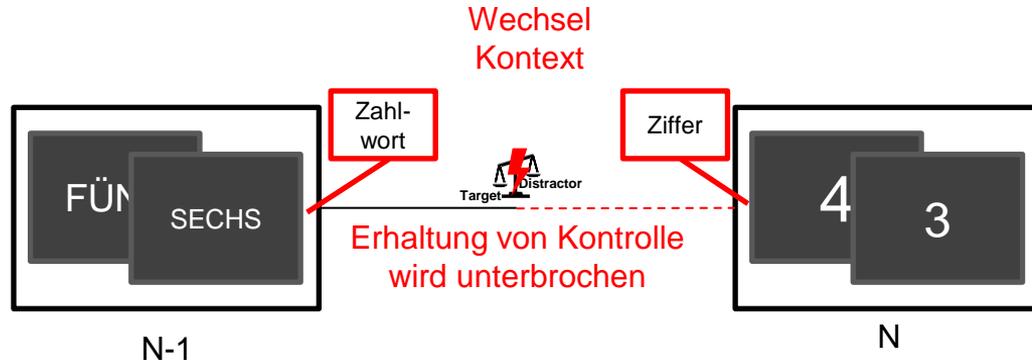
Alternativ Kontroll-  
Erhalt und Unterbrechung:





## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

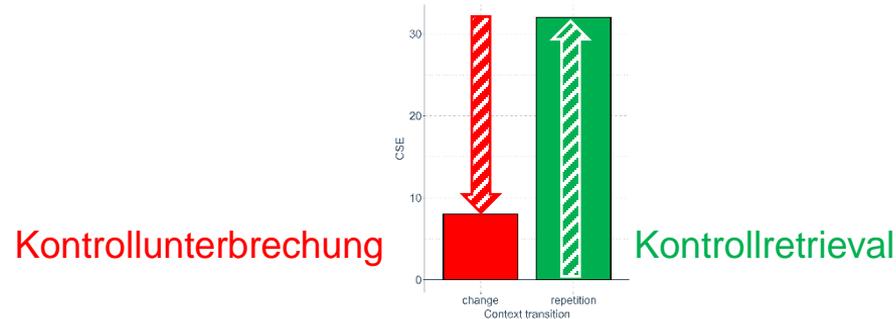
Alternativ Kontroll-  
Erhalt und Unterbrechung:





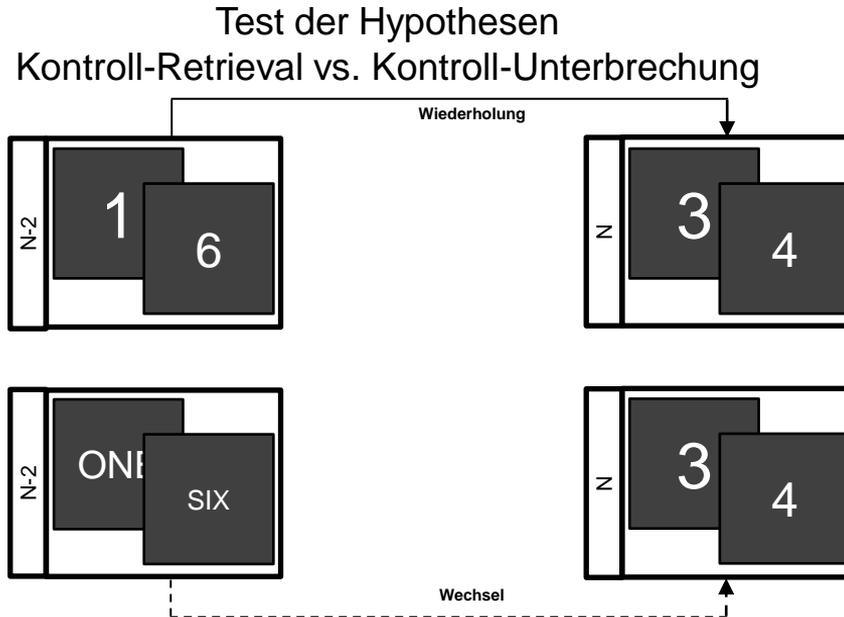
## Studie II – Kontext-spezifischer CSE durch Kontroll-Retrieval?

Phänomen Kontext-Spezifischer CSE  
2 Erklärungen:



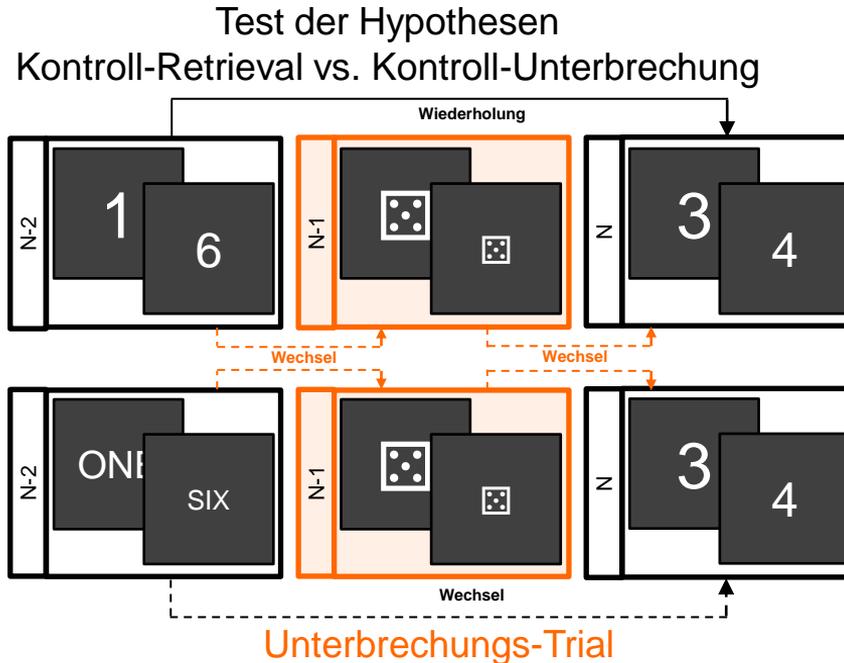


## Studie II – Methode



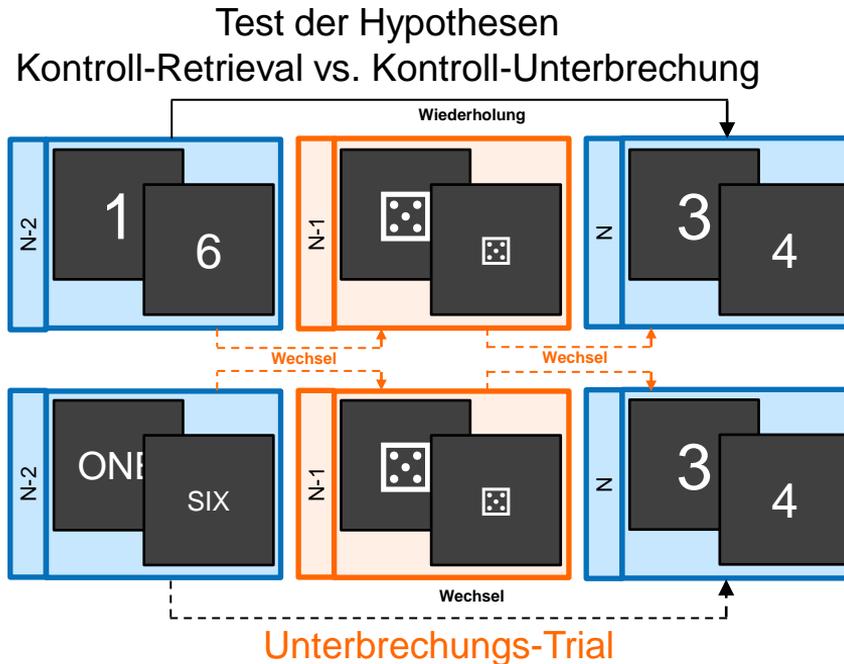


## Studie II – Methode





## Studie II – Methode



Vorhersage Kontroll-Unterbrechung:

Kein Einfluss von  
Kontexttransition  
auf N-2 CSE.



## Studie II – Methode

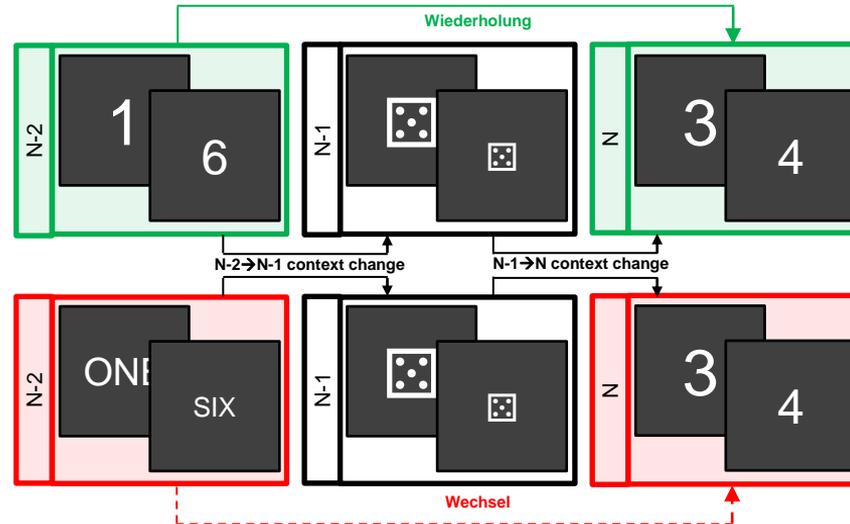
### Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung

Vorhersage Kontroll-Retrieval:

N-2 CSE bei  
Kontextwiederholung

größer als

N-2 CSE bei  
Kontextwechsel.



Vorhersage Kontroll-Unterbrechung:

Kein Einfluss von  
Kontexttransition  
auf N-2 CSE.



## Studie II – Analyse

### Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung

Bayesianischer Modellvergleich:

**H<sub>1</sub> Model**  
(Vorhersage Kontroll-Retrieval)

N-2 CSE bei  
Kontextwiederholung  
größer als  
N-2 CSE bei  
Kontextwechsel.

**BF<sub>10</sub> > 1**  
Evidenz für Kontroll-Retrieval



*H<sub>1</sub> model: RT~  
3-fach Interaktion (N-2 Kongr. : N Kongr. : N-2 → N Kontext-Trans.)  
+ Alle anderen Haupt und Interaktionseffekte (N-2, N Kongr., N-2 → N Kontext-Trans.)  
+ Subjektintercept + Subjektslopes*



*H<sub>0</sub> model: RT~  
+ Alle anderen Haupt und Interaktionseffekte (N-2, N Kongr., N-2 → N Kontext-Trans.)  
+ Subjektintercept + Subjektslopes*

**H<sub>0</sub> Model**  
(Vorhersage Kontroll-Unterbrechung)

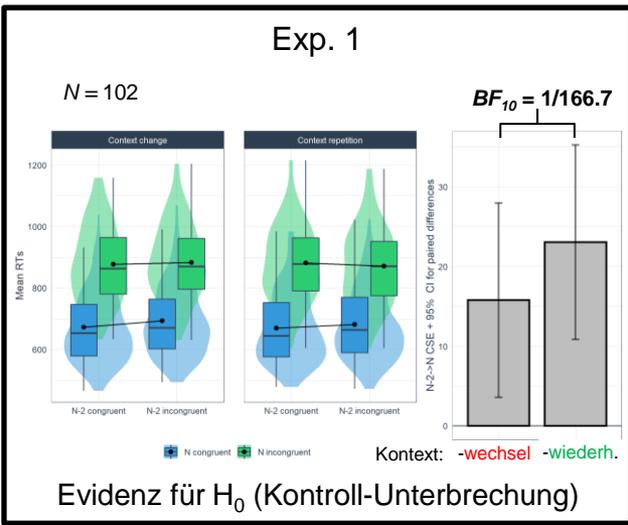
Kein Einfluss von  
Kontexttransition  
auf N-2 CSE.

**BF<sub>10</sub> < 1**  
Evidenz für Kontroll-Unterbrechung



# Studie II – Ergebnisse

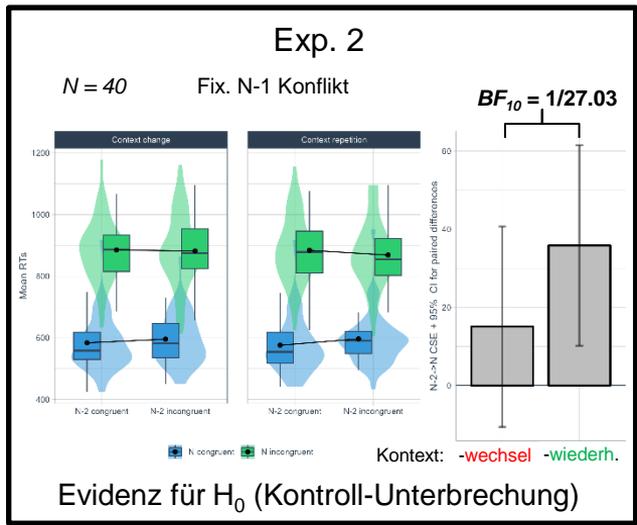
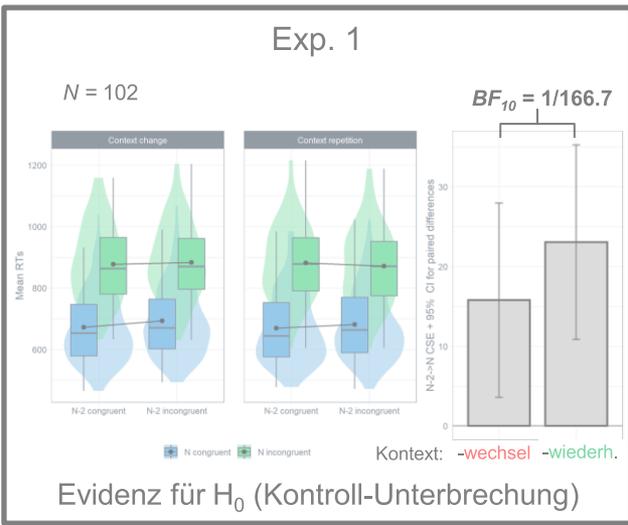
Test der Hypothesen  
Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung





# Studie II – Ergebnisse

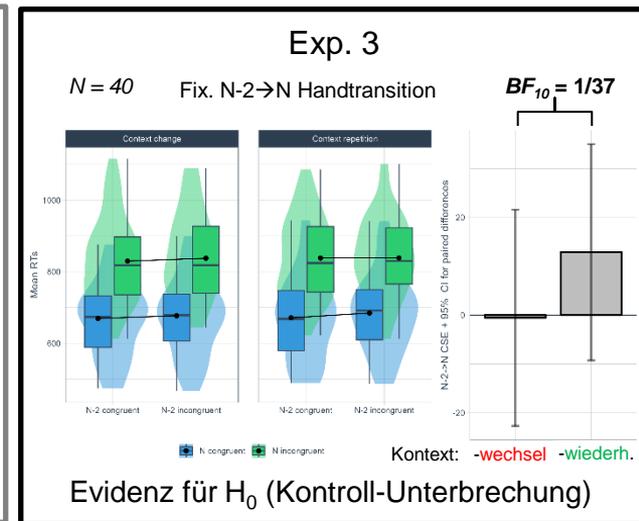
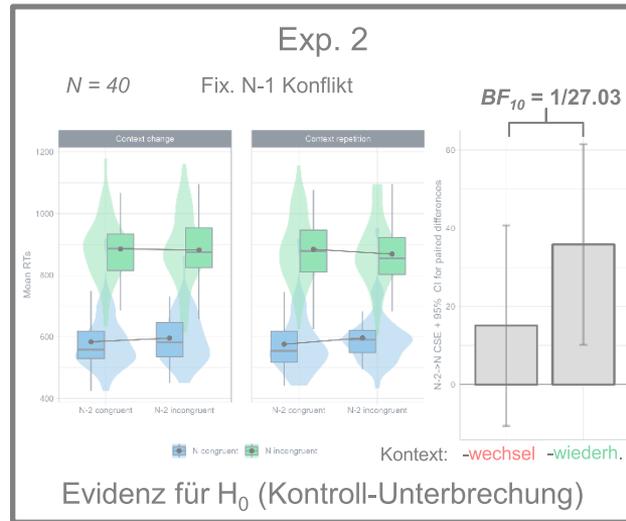
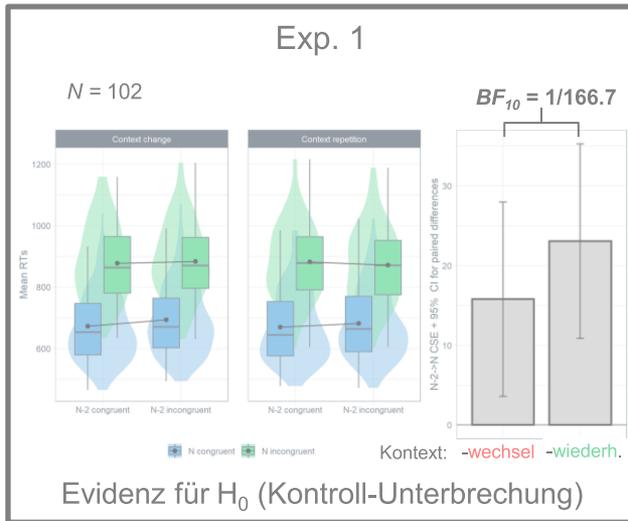
## Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung





# Studie II – Ergebnisse

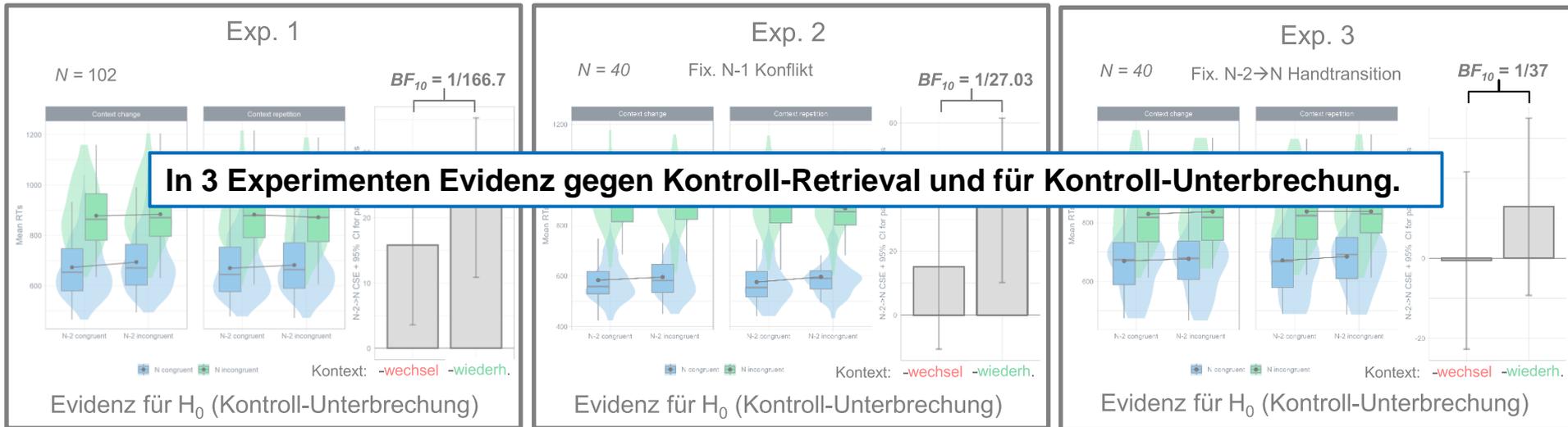
## Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung





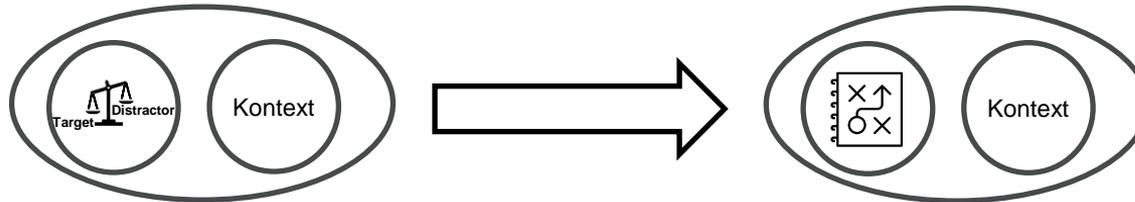
# Studie II – Ergebnisse

## Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung





## Studie III – Generalisierung Kontrolle ↔ Kontext Bindings

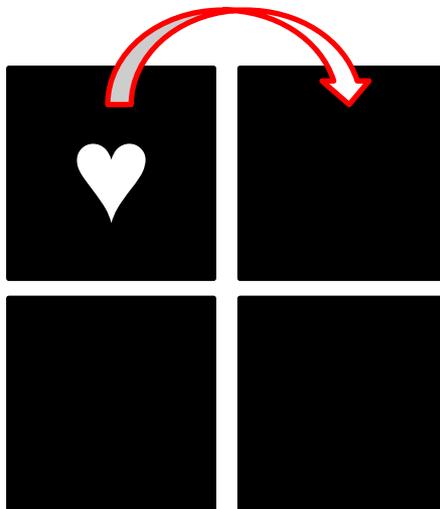


Aufgabenkontrolle:  
*Die kognitive Repräsentation  
von Aufgabenregeln*



## Studie III – Methode

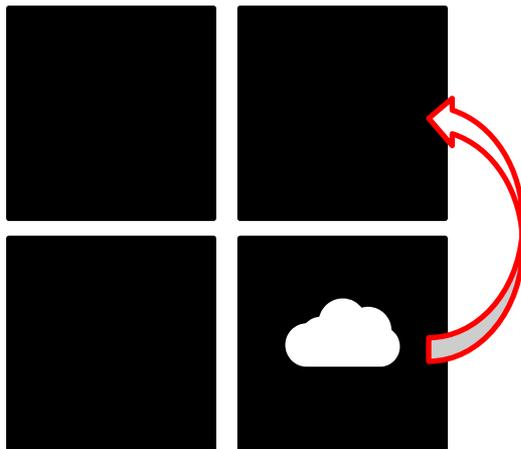
Aufgabe 1  
„Im Uhrzeigersinn“





## Studie III – Methode

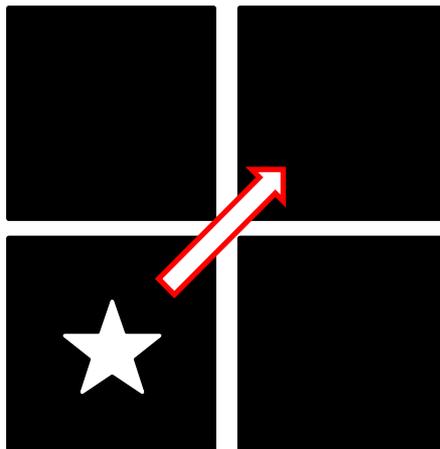
Aufgabe 2  
„Gegen den Uhrzeigersinn“





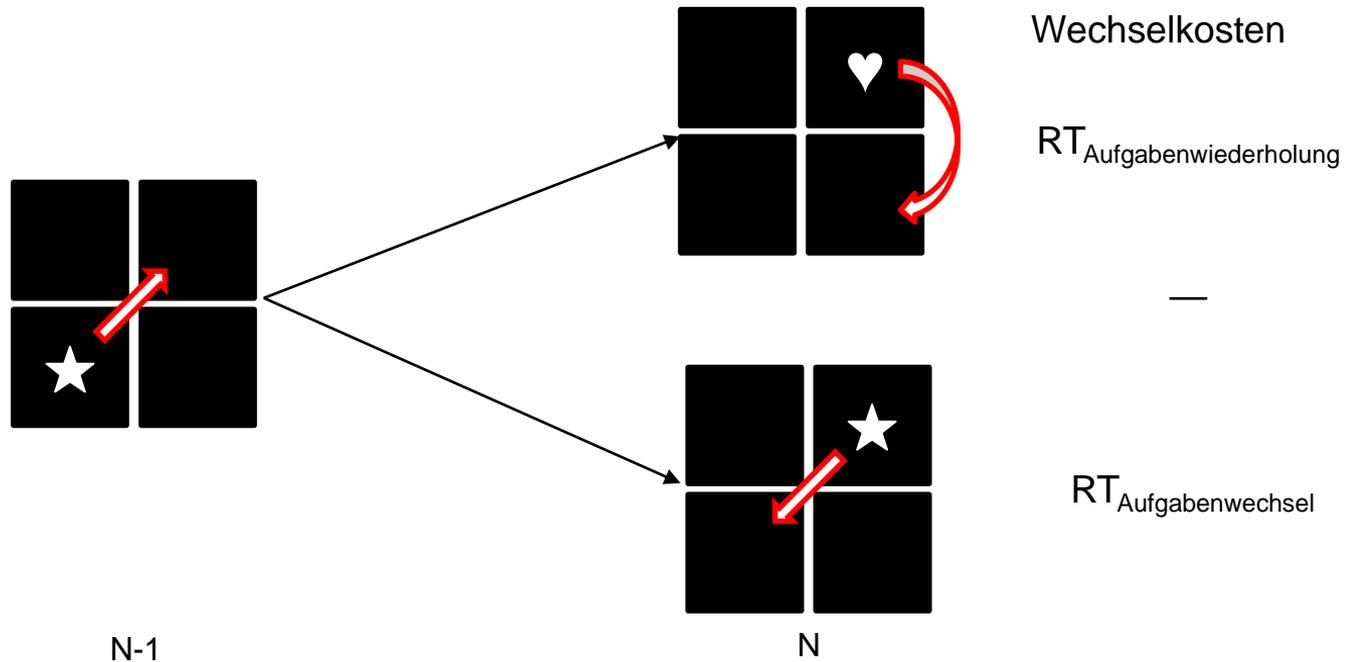
## Studie III – Methode

Aufgabe 3  
„Über Kreuz“





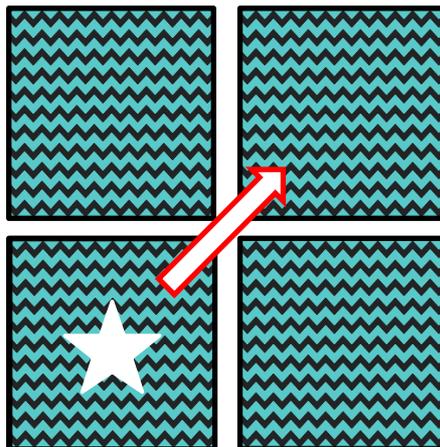
## Studie III – Methode





## Studie III – Methode

Trial 1

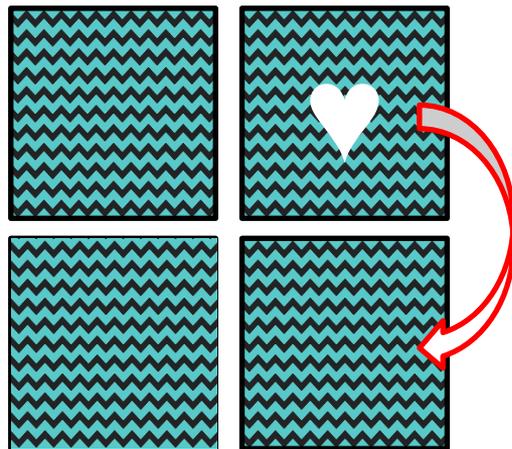


- Kontext & Aufgabe können sich von Trial zu Trial wiederholen oder wechseln.



## Studie III – Methode

Trial 2



- Kontext & Aufgabe können sich von Trial zu Trial wiederholen oder wechseln

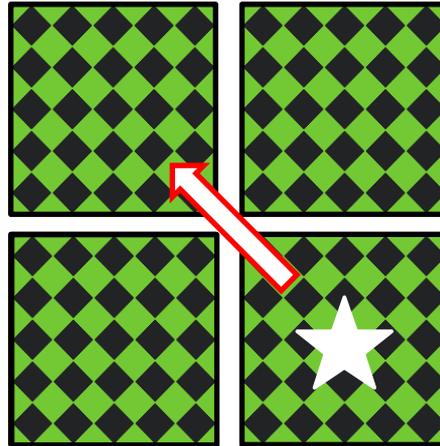


## Studie III – Methode

- Aufgaben nutzen den gleichen Handlungspool.
- Handlungen wiederholen sich nicht zwischen 2 Trials.

→ Wechselkosten durch abstrakte Aufgabenkontrolle.

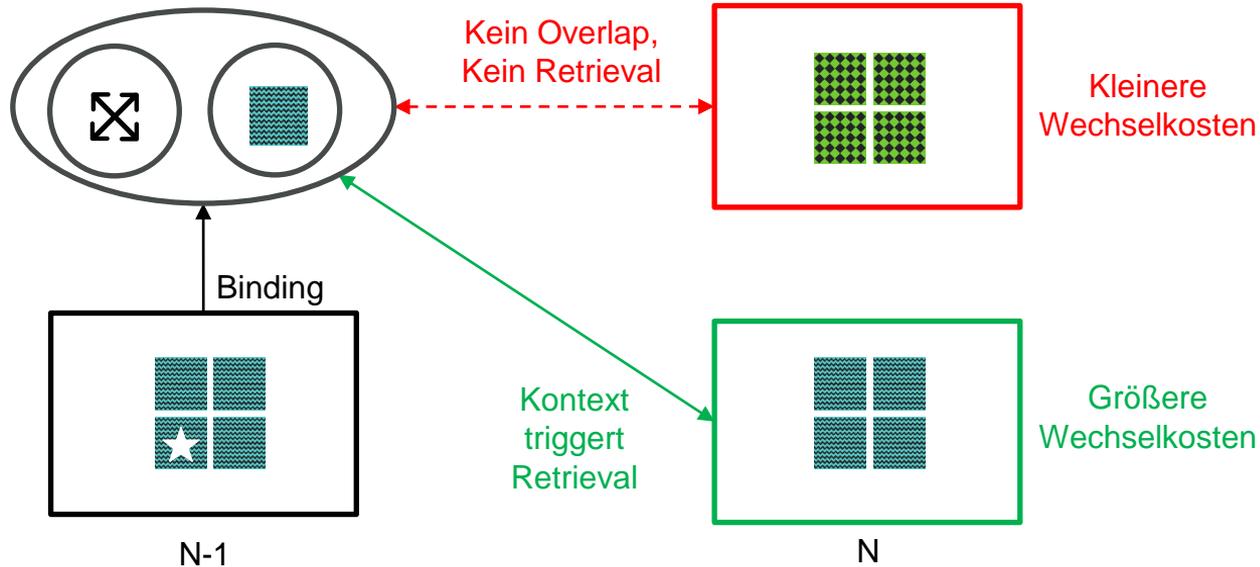
Trial 3



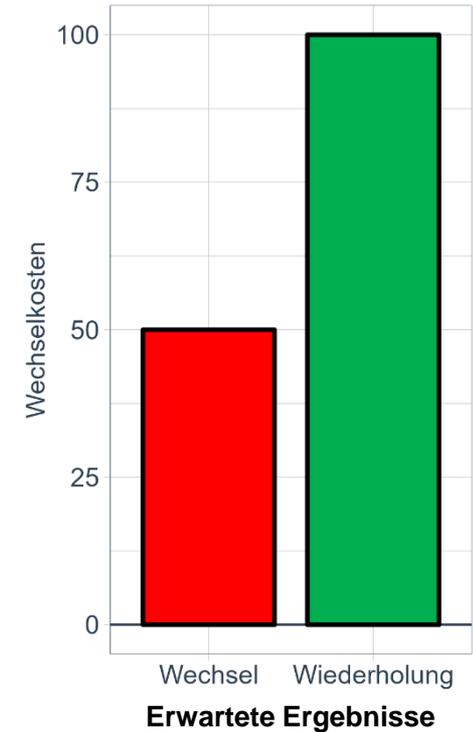
- Kontext & Aufgabe können sich von Trial zu Trial wiederholen oder wechseln



## Studie III – Hypothesen



Frequentistische Analyse: RM-ANOVA RT ~ Aufgabenrelation x Kontextrelation



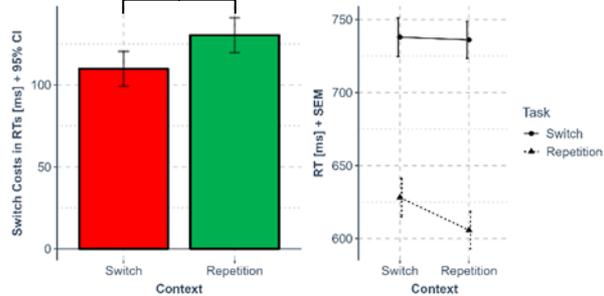


## Studie III – Ergebnisse

### Exp. 1

$N = 45$  50% Aufgaben-/Kontext-Wiedh.

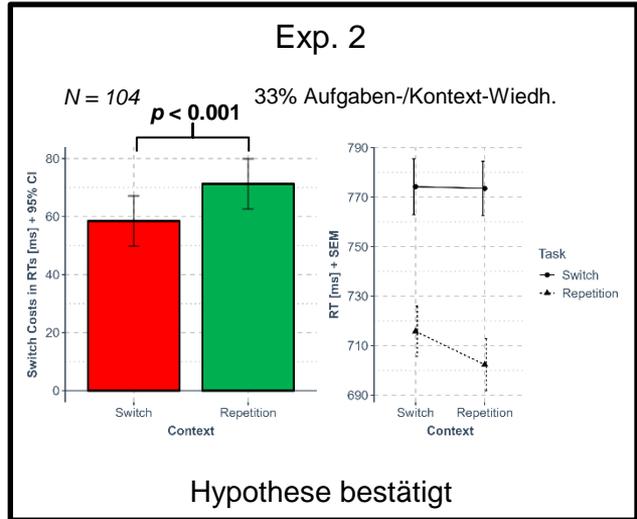
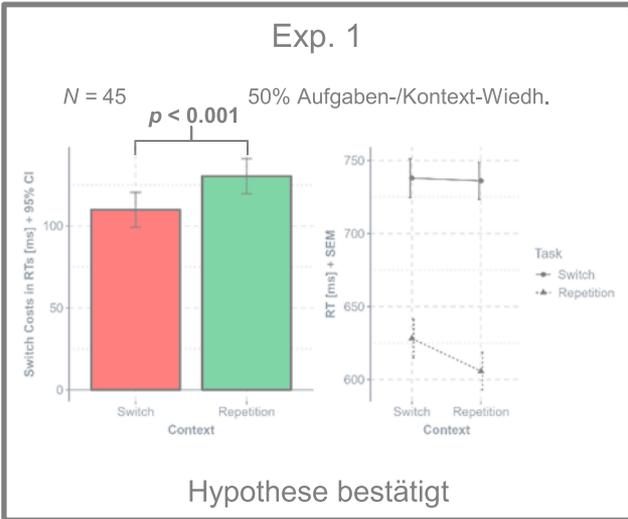
$p < 0.001$



Hypothese bestätigt



# Studie III – Ergebnisse



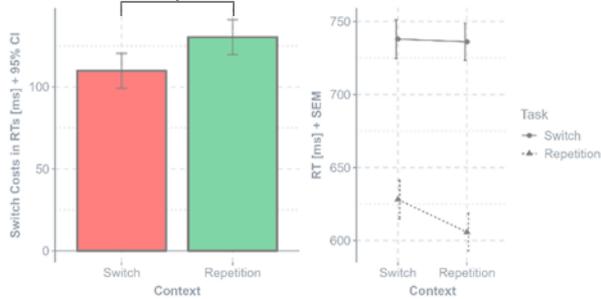


# Studie III – Ergebnisse

Exp. 1

$N = 45$  50% Aufgaben-/Kontext-Wiedh.

$p < 0.001$

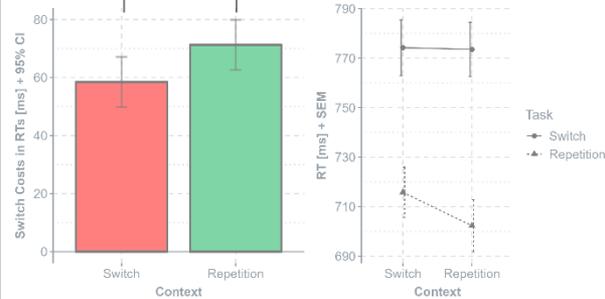


Hypothese bestätigt

Exp. 2

$N = 104$  33% Aufgaben-/Kontext-Wiedh.

$p < 0.001$

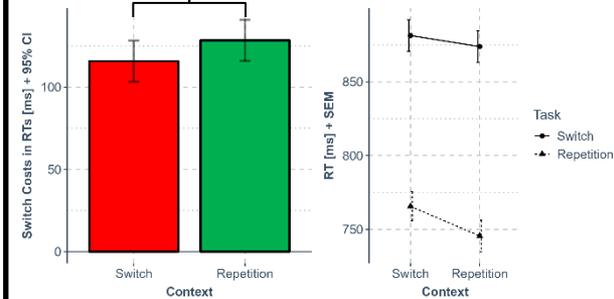


Hypothese bestätigt

Exp. 3

$N = 103$  Ausschluss von Aufgabenstimulus-Wiedh.

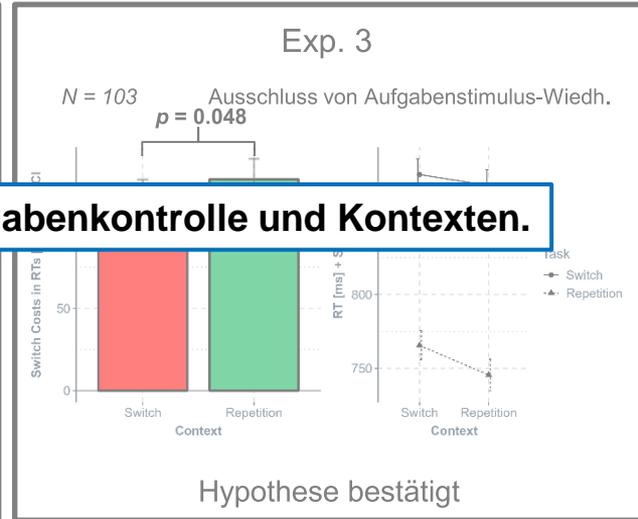
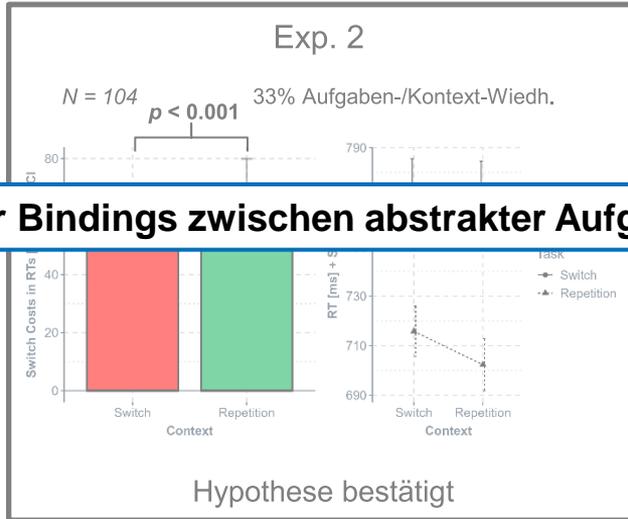
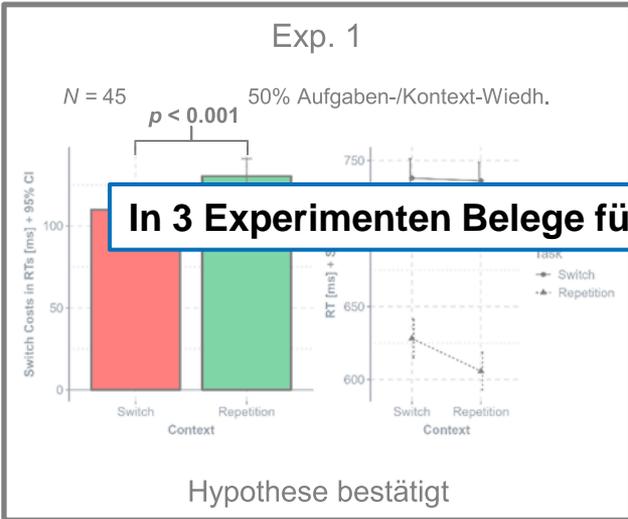
$p = 0.048$



Hypothese bestätigt



# Studie III – Ergebnisse



**In 3 Experimenten Belege für Bindings zwischen abstrakter Aufgabenkontrolle und Kontexten.**



## Zusammenfassung der Studien

1. Test der zeitlichen Stabilität von Kontrolle ↔ Kontext Bindings:
  - Analyse aller Daten ergibt Evidenz für zeitliche Stabilität von Kontrolle ↔ Kontext Bindings.
  - Aber einzelne Experimente blieben inkonklusiv.
2. Test des *Retrieval*-Prozesses als Ursache für die Kontextspezifität des CSE:
  - In 3 Experimenten Evidenz gegen Kontroll-Retrieval und für Kontroll-Unterbrechung.
3. Generalisierung von Kontrolle ↔ Kontext Bindings auf Aufgabenkontrolle:
  - Kontrolle ↔ Kontext Bindings lassen sich nicht nur für Gewichtung von Aufmerksamkeit sondern auch für Aufgabenkontrolle beobachten.



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Hannah Dames

Andrea Kiesel



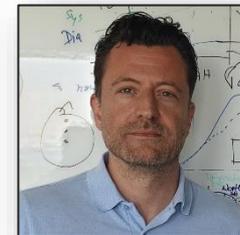
Eliot Hazeltine

David Dignath



Christina Pfeuffer

Christian Frings



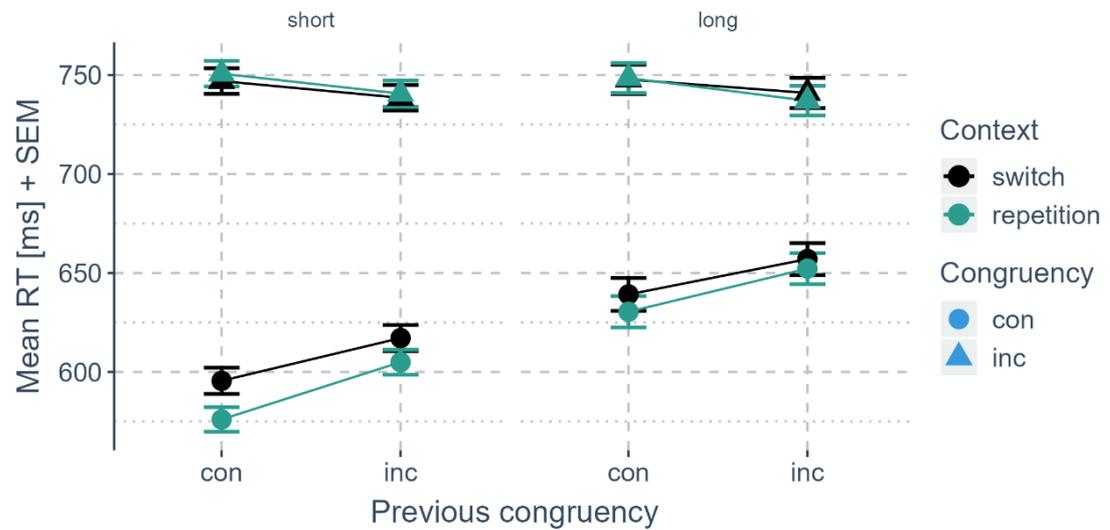


# Literatur

- Carlén, M. (2017). What constitutes the prefrontal cortex?. *Science*, 358(6362), 478-482.
- Dignath, D., Johannsen, L., Hommel, B., & Kiesel, A. (2019). Reconciling cognitive-control and episodic-retrieval accounts of sequential conflict modulation: Binding of control-states into event-files. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 45(9), 1265.
- Grant, L. D., Cerpa, S. R., & Weissman, D. H. (2022). Rethinking attentional reset: Task sets determine the boundaries of adaptive control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 75(6), 1171-1185.
- Hommel, B., Frings, C. The disintegration of event files over time: Decay or interference?. *Psychon Bull Rev* 27, 751–757 (2020). <https://doi.org/10.3758/s13423-020-01738-3>
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and brain sciences*, 24(5), 849-878.
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 167-202.
- Schiltewolf, M., Kiesel, A., & Dignath, D. (2023a). No temporal decay of cognitive control in the congruency sequence effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 49(8), 1247.
- Schiltewolf, M., Kiesel, A., Frings, C., & Dignath, D. (2023b). Memory for abstract control states does not decay with increasing retrieval delays. *Psychological Research*, 1-15.
- Schiltewolf, M., Dignath, D., & Hazeltine, E. (2024). Binding of response-independent task rules. *Psychonomic bulletin & review*, 1-12.

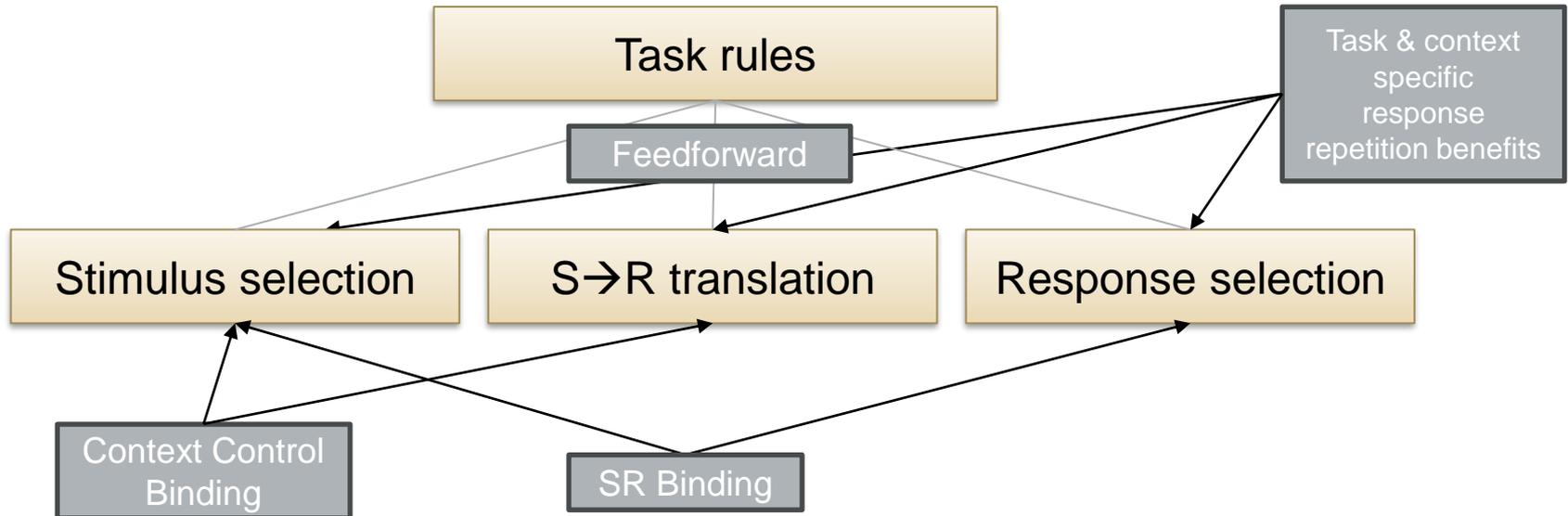


# Studie I – kontext-spezifischer CSE RTs



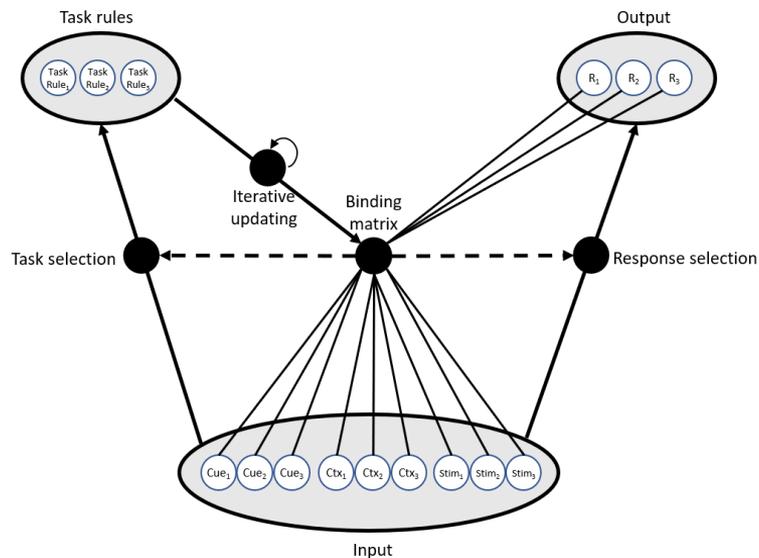


## Studie III – Hierarchische Aufgabenkontrolle





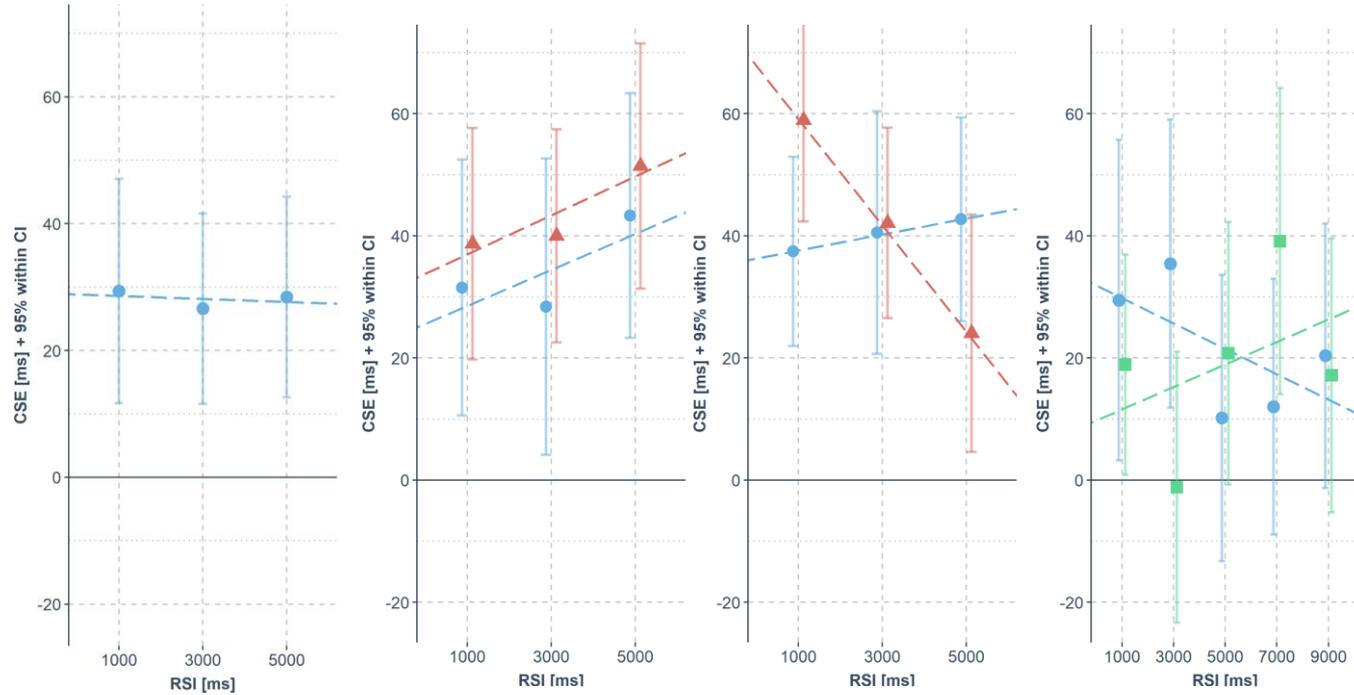
## Studie III – Hierarchische Aufgabenkontrolle



Basierend auf Oberauer et al. (2013)



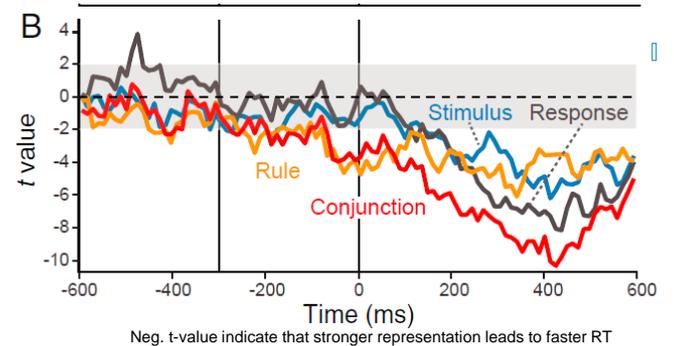
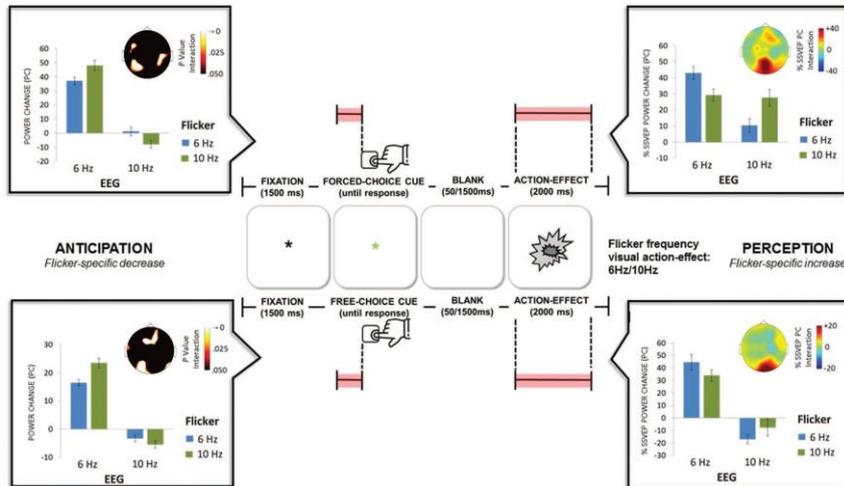
# Studie IV





# EEG Bindings

- Representational Similarity Analysis (RSA) Kikumoto & Mayr (2023)



- Steady State Visual Evoked Potential (SSVEP)  
Dignath et al. (2019)



## Studie II – Analyse

### Test der Hypothesen Kontroll-Retrieval vs. Kontroll-Unterbrechung

Bayesianischer Modellvergleich:

Vorhersage Kontroll-Retrieval: →

N-2 CSE bei  
Kontextwiederholung

größer als

N-2 CSE bei  
Kontextwechsel.

$H_1$  model: *RT*-

**3-fach Interaktion (N-2 Kongr. : N Kongr. : N-2 → N Kontext-Trans.)**

+ Alle anderen Haupt und Interaktionseffekte (N-2, N Kongr., N-2 → N Kontext-Trans.)

+ Subjektintercept + Subjektslopes

$H_0$  model: *RT*-

+ Alle anderen Haupt und Interaktionseffekte (N-2, N Kongr., N-2 → N Kontext-Trans.)

+ Subjektintercept + Subjektslopes

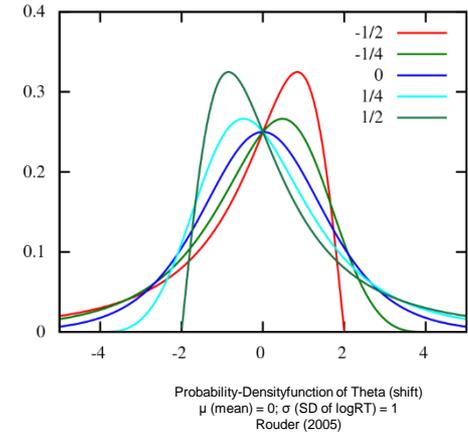
← Vorhersage Kontroll-Unterbrechung:

Kein Einfluss von  
Kontexttransition  
auf N-2 CSE.



## Studie II – Analyse

- Bayesian Generalized Mixed Model (brms)
- RTs modelled as shifted log-normal distribution
  - $\mu$  varied between conditions.
- Max random effect structure
- Informed prior based on previous studies
  - Intercept (~645ms)
  - Shift (~200ms)
  - Moderately informative priors for fixed and random effects.
  - Replicated identical analysis with default priors
- No-U-Turn Sampler (NUTS) for posterior estimation.
- Decisive BF10/01 of 3





# CSPC

- Bsp:
  - Ziffer = 75 % inc; 25 % con
  - Zahlwort = 25 % inc; 75 % con

