

Berechenbare quantitative Modelle der Dauerschätzung

Wissenschaftliche Aussprache
Fakultät V der TU Berlin

M.Sc. Nele Pape



Warum ist Zeit in der Mensch-Maschine-Interaktion relevant?

- In dynamischen Systemen sind zeitbasiertes Schlussfolgern, zeitliches Urteilen und zeitbasierte Entscheiden allgegenwärtig [Hildebrandt & Harrison, 2004]
- Zeitliche Eigenschaften
 - in Form von Maschinenverhalten,
 - als Aspekt von Nutzerverhalten,
 - als Aufgabeneigenschaft und
 - als Eigenschaft der Umgebung
- Planung von Handlungen und die Analyse von Ereignissen [Decortis und Cacciabue, 1988]
- Nutzerzufriedenheit [Tractinsky und Mayer, 2001]
- Evaluation von Workload [Totzke et al., 2006]



Problemdarstellung

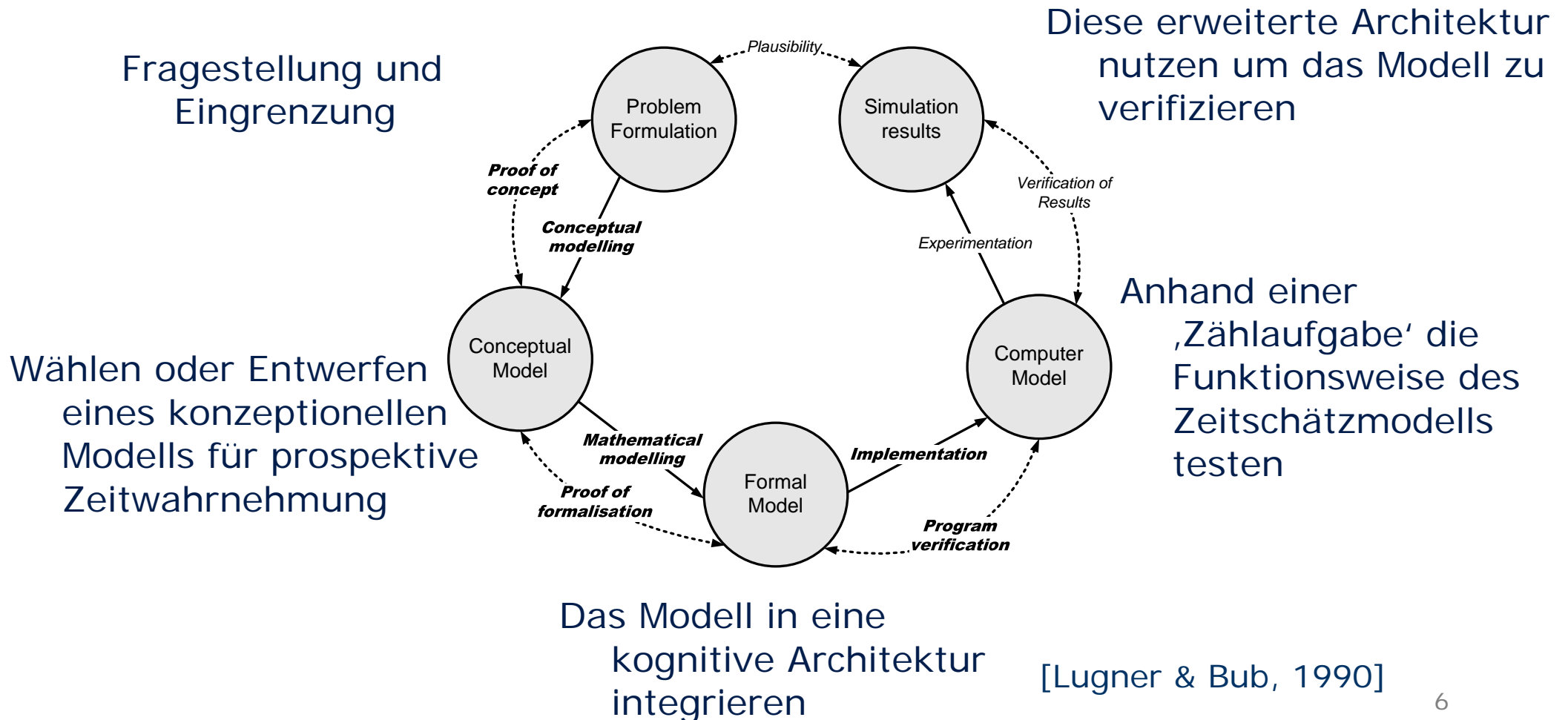
- Ursachen für menschlichen Fehler selten eindeutig auf Zeitwahrnehmung zurückführbar
- Subjektive Zeitwahrnehmung nicht direkt abfragbar
- Kein Konsens darüber, welche Faktoren für Verzerrungen der Zeitwahrnehmung verantwortlich sind

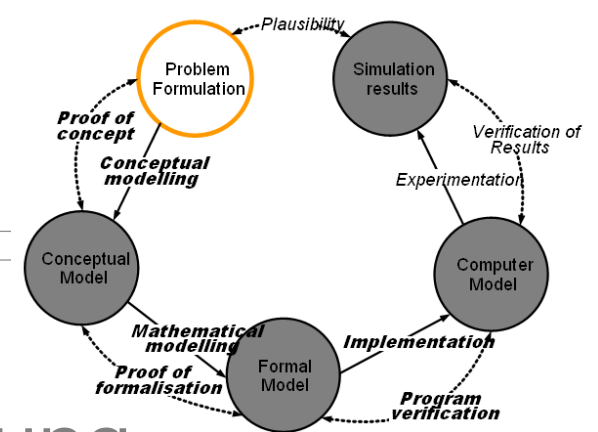
Wie können ‚temporal human error‘ im MM Kontext untersucht werden?

Mit einem quantitativen Modell ist es möglich Vorhersagen über zeitabhängiges Verhalten in komplexen Systemen zu treffen

- Evaluation von komplexen dynamischen Systemen in frühen Phasen der Entwicklung:
 - Kognitive Modellierung
 - Fehlerquellen können aufgedeckt werden
 - Entwurfsalternativen können ausgeschlossen werden
 - Kosten und Zeit kann gespart werden

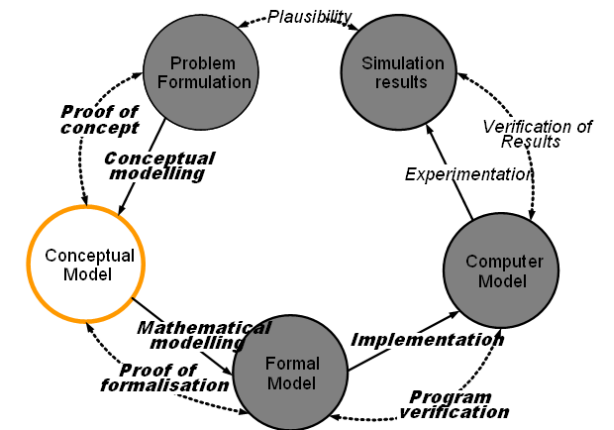
Phasenschema der Modellbildung:





Problemformulierung und Fragestellung

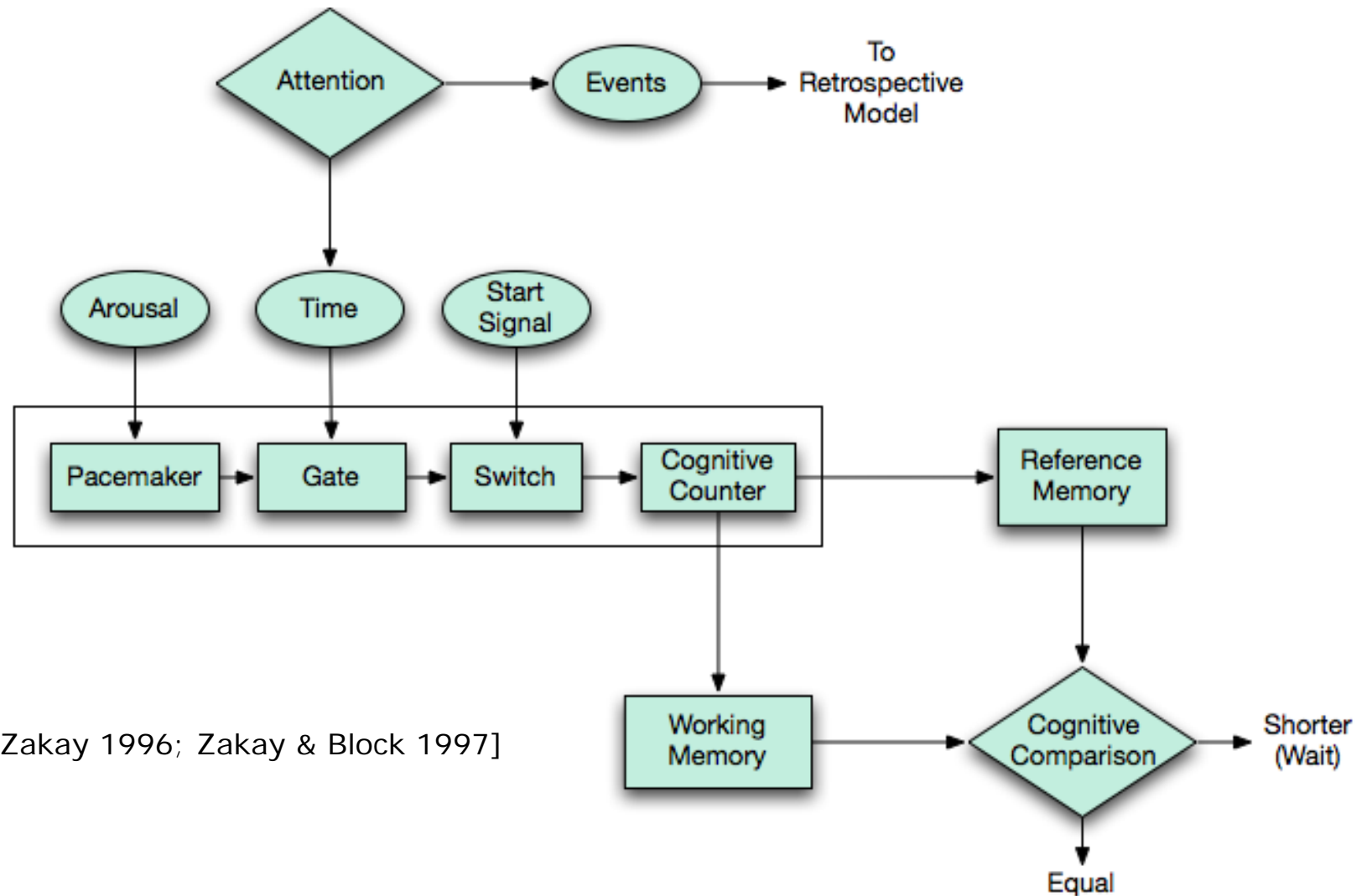
- Aufgabenart beeinflusst prospektive Zeitwahrnehmung
- Kann ein quantitatives Modell der Zeitwahrnehmung verwendet werden um Mensch-Maschine Interaktion zu evaluieren?
- Wie ist die Methode der kognitiven Modellierung für die Validierung neu entwickelter konzeptioneller Modelle einsetzbar?



Existierende Zeitschätzmodelle

- Event Memory Hypothesen [Ornstein, 1969] [Vroon, 1970]
- Aufmerksamkeits Hypothesen
 - Attentional Gate Model [Block & Zakay, 1997]

Attentional-Gate-Modell



[Block & Zakay 1996; Zakay & Block 1997]

Modelle der Zeitwahrnehmung

- Event Memory Hypothesen [Ornstein, 1969] [Vroon, 1970]
- Aufmerksamkeits Hypothesen
 - Attentional Gate Model [Block & Zakay, 1997]
- Kontextwechsel Hypothesen
 - Anzahl und Art von Kontextwechsel [Block, 1978]
- Arbeitsgedächtnis Hypothesen
 - Specific resource account [Brown, 1997]
 - Hybrider Ansatz [Schulze-Kissing, 2008]
 - Koordinatives Arbeitsgedächtnis [Dutke, 2005]

Koordinatives Arbeitsgedächtnis

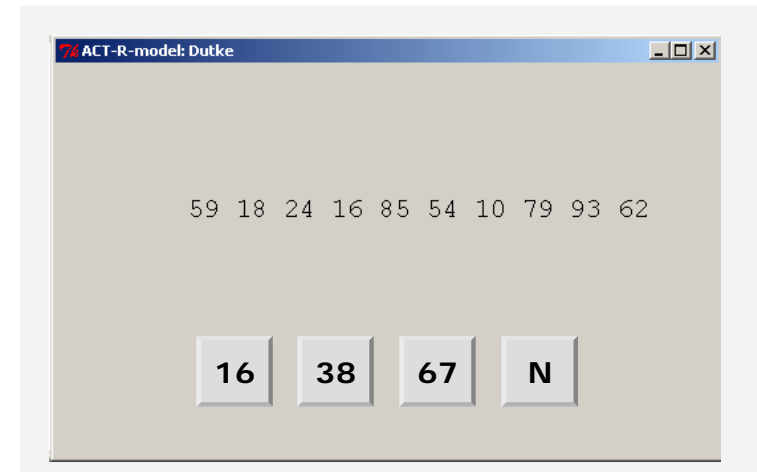
Zählaufgabe [Dutke, 2005] :

Probanden sollten Listen nach:

(1) einem Zielreiz (16) oder...

(2) nach drei Zielreizen (16, 38, 67)

... durchsuchen und zählen



- Hohe koordinative Anforderungen (koor+)

Das AG muss Speicherung, Aktualisierung und Antwort koordinieren ohne die Zähler zu vertauschen

- Hohe sequenzielle Anforderungen (seq+)

Mehr Aktualisierungen der Zähler müssen verarbeitet werden (35% vs. 68%) (14 vs. 27 Targets)

	koor-	koor+
seq-	Bed. 1	Bed. 3
seq+	Bed. 2	Bed. 4

[Mayr, Kliegl and Krampe, 1996]

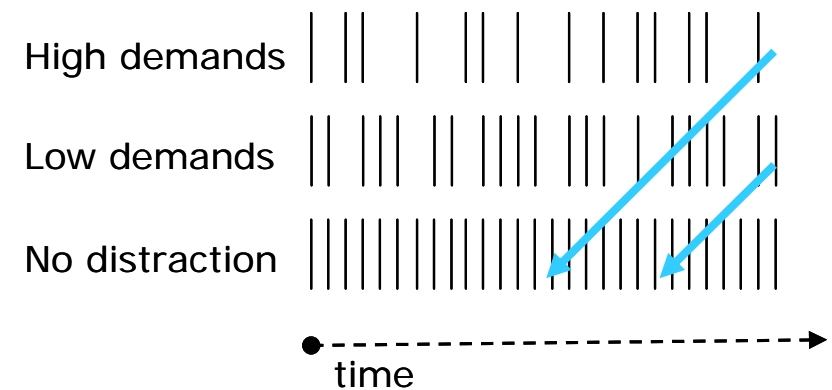


400 S. →

Hypothesen:

~~Attentional Gate Model:
Beide Anforderungen haben Einfluss
auf Zeitwahrnehmung~~

Spezifischer AG Ansatz:
Nur koordinative Anforderungen
haben Einfluss



Zeitschätzmodelle in ACT-R

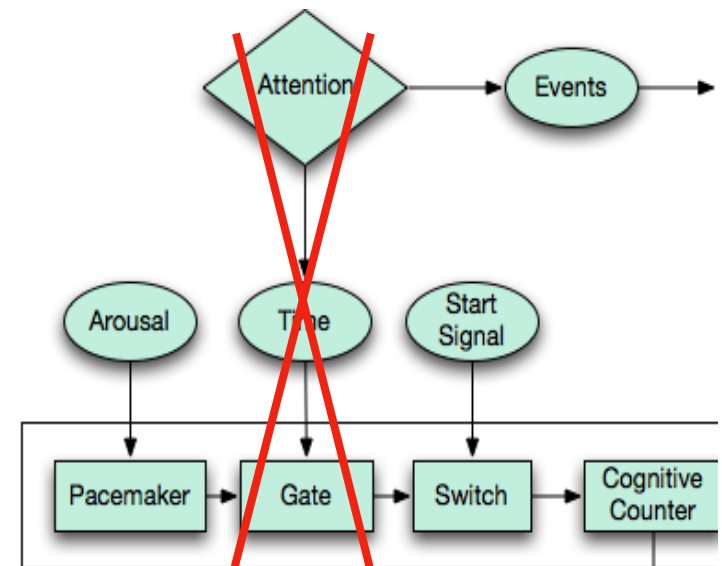
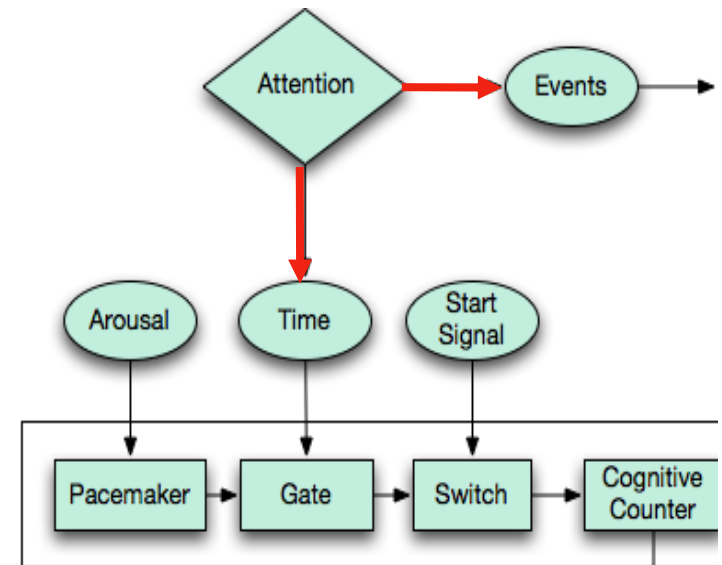
Attentional Gate [Byrne, 2006]

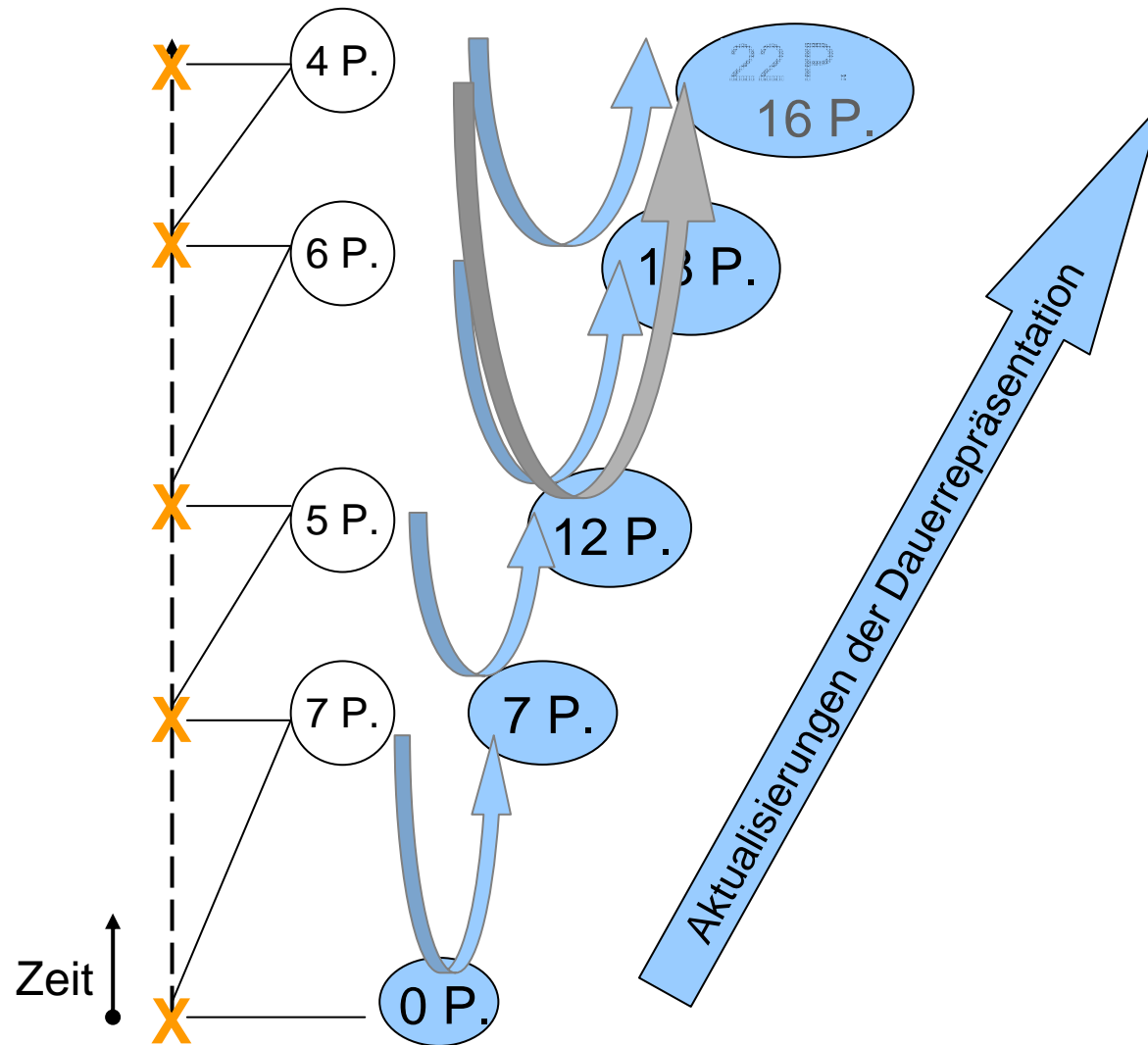
- Eine Produktion muss feuern um den Counter zu erhöhen
- Pulse können so verloren gehen und Dauern werden unterschätzt

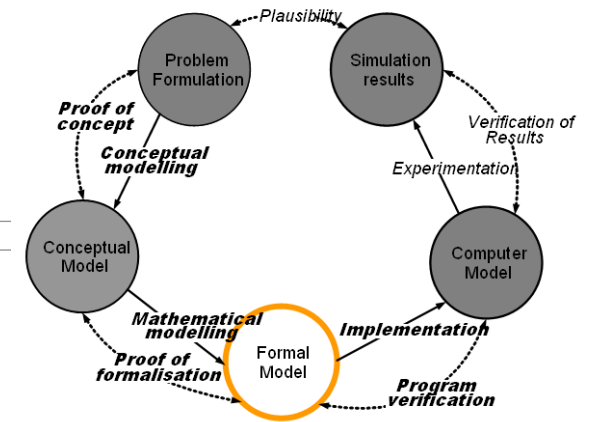
Pacemaker wird langsamer

[Taatgen, van Rijn & Anderson, 2007]

- Dauern bis 15 s.
- Bei schwierigen Aufgaben vergisst man die Zeitschätzung und startet neu
- Varianz beruht auf dem Pacemaker







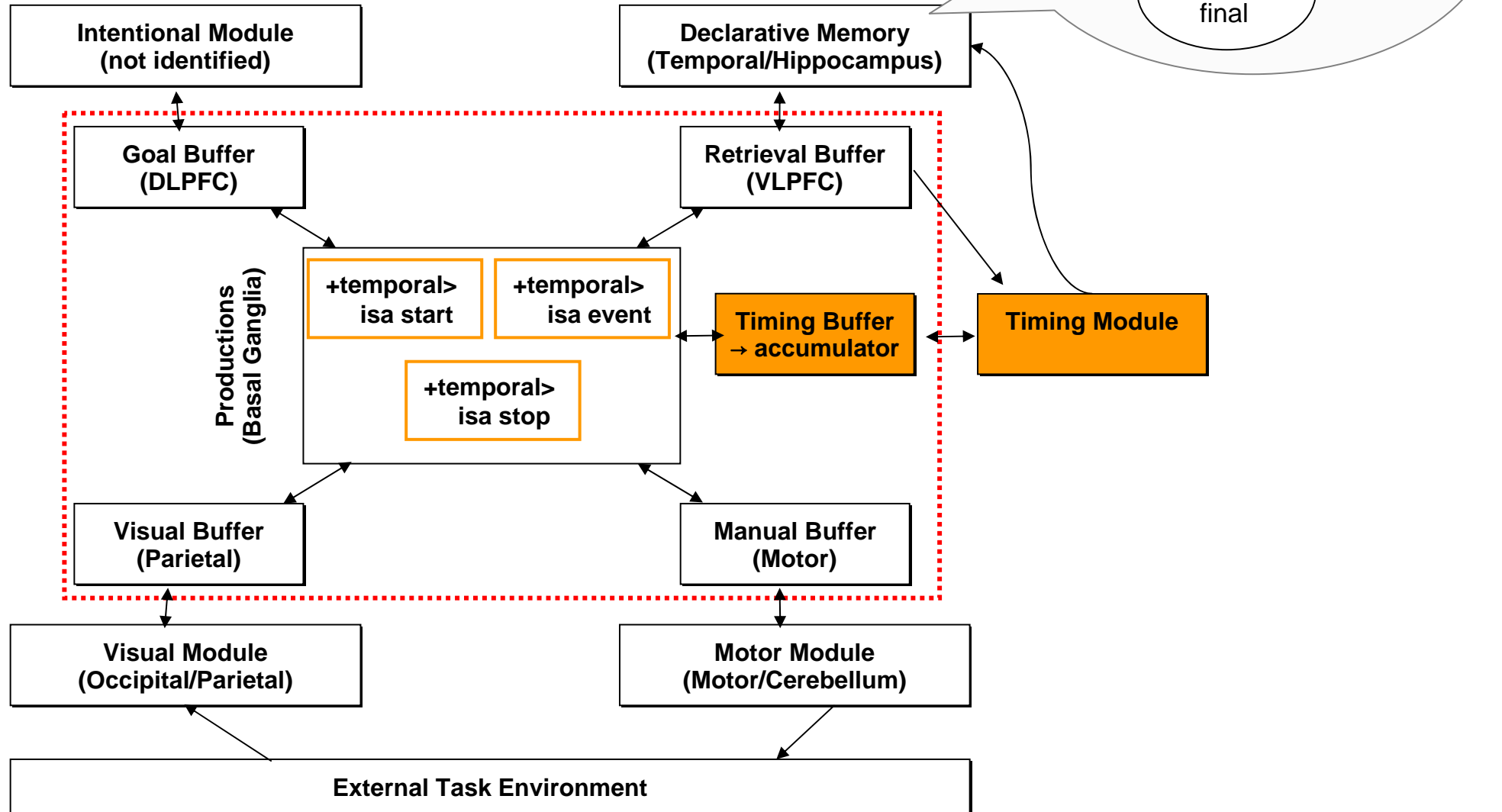
Das formale Modell

→ Integration des konzeptionellen Modells in ACT-R

Basierend auf:

- Empirische Grundlagen für Einfluss von Aufgabenanforderung auf die Zeitwahrnehmung [Brown, 1997; Dutke, 2005]
- Time Traces im Episodischen Gedächtnis [Tulving, 2002]
- Menschl. Zeitschätzeffekte entstehen aufgrund von Gedächtnisabruf/Arbeitsgedächtnis-Konzepten, die bereits in ACT-R implementiert sind [Lovett, Reder & Lebiere, 1999]

Das 'Task Sensitive Time Estimation Module' (TaSTE Module)



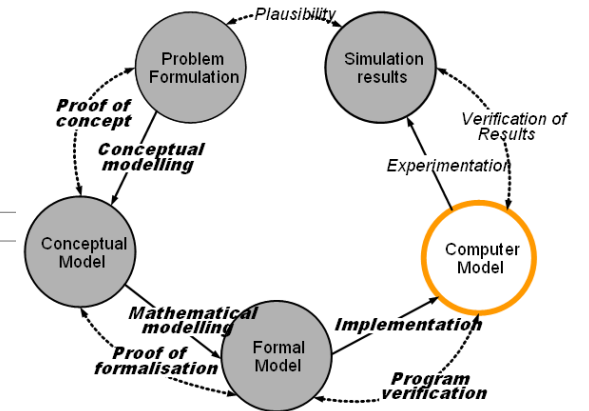
[Abb. nach Taatgen 2004]

Arbeitsgedächtnis in Act-R

- Arbeitsgedächtnis: wichtig für Aufgaben, in denen Information aufrechterhalten und gleichzeitig verarbeitet werden muss
- Zwei Aspekte von Arbeitsgedächtnis:
 - Begrenzte Kapazität
 - Mit steigenden Anforderungen – Anstieg an Fehlern und Abrufdauer
 - Interindividuelle Unterschiede in Arbeitsgedächtniskapazität
- Arbeitsgedächtnis als Prozess, der wichtige Informationseinheiten im Gedächtnis aufrechterhält [Cowan, 1999] → Spreading Activation
 - Begrenzte Kapazität
 - Interindividuelle Unterschiede in Arbeitsgedächtniskapazität (kann mithilfe Parameter W simuliert werden)

[Lovett et al., 1999]

→ Subsymbolische Ausbreitung von Aktivierung über Symbolverbingung in dem Chunk Netzwerk.



Das kognitive Nutzermodell

- Modellierung der Zähl Aufgabe [Dutke, 2005] um die Funktion des TaSTE-Moduls zu testen
- Unterschiedliche Anforderungen (sequenzielle und koordinative) haben unterschiedlichen Einfluss auf die Zeitwahrnehmung



400 S. →

Einfaches Modell der Zähl Aufgabe

59 18 24 16 85 54 10 79 93 62

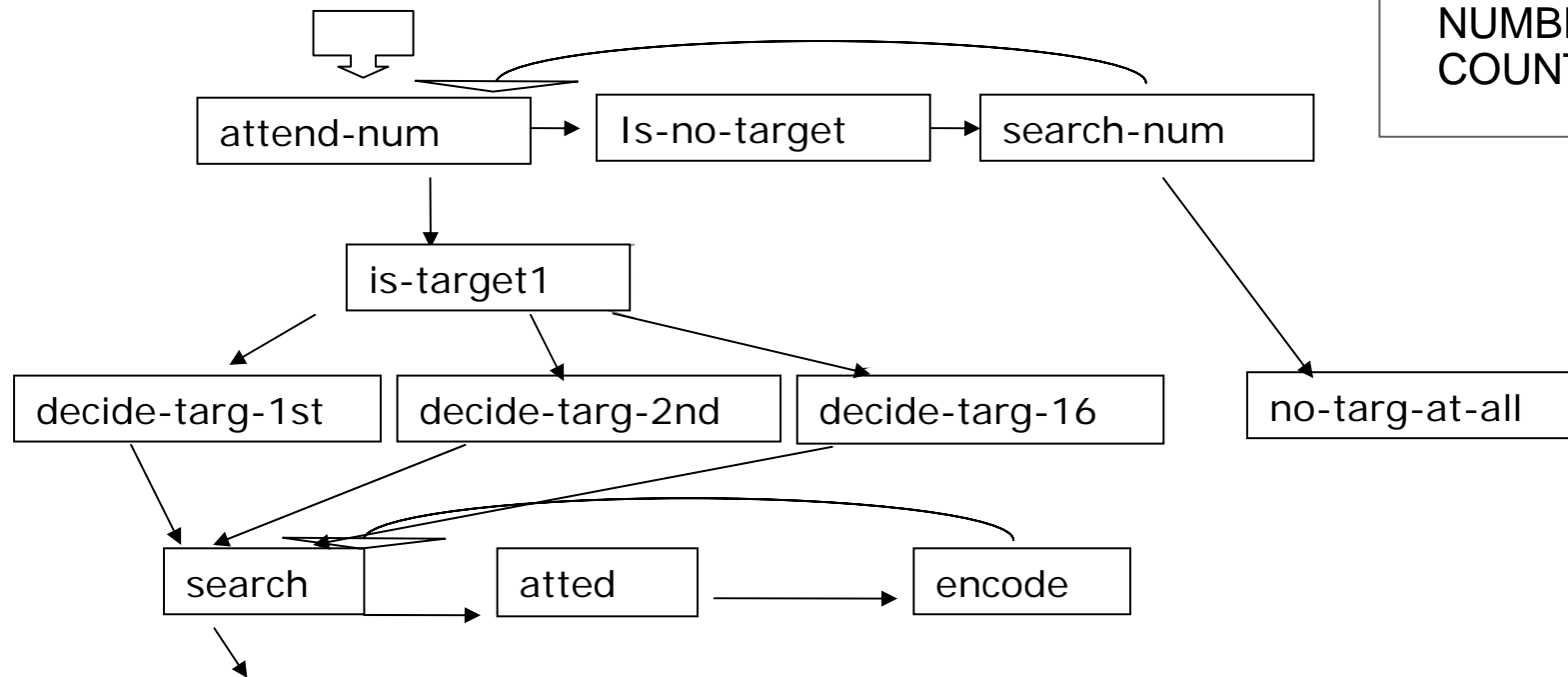
(add-dm

- (A isa target number "16")
- (B isa target number "38")
- (C isa target number "67")
- (A1 isa zahl number "16" count "0")
- (B1 isa zahl number "38" count "0")
- (C1 isa zahl number "67" count "0")

A1
ISA ZAHL
NUMBER "16"
COUNT 0

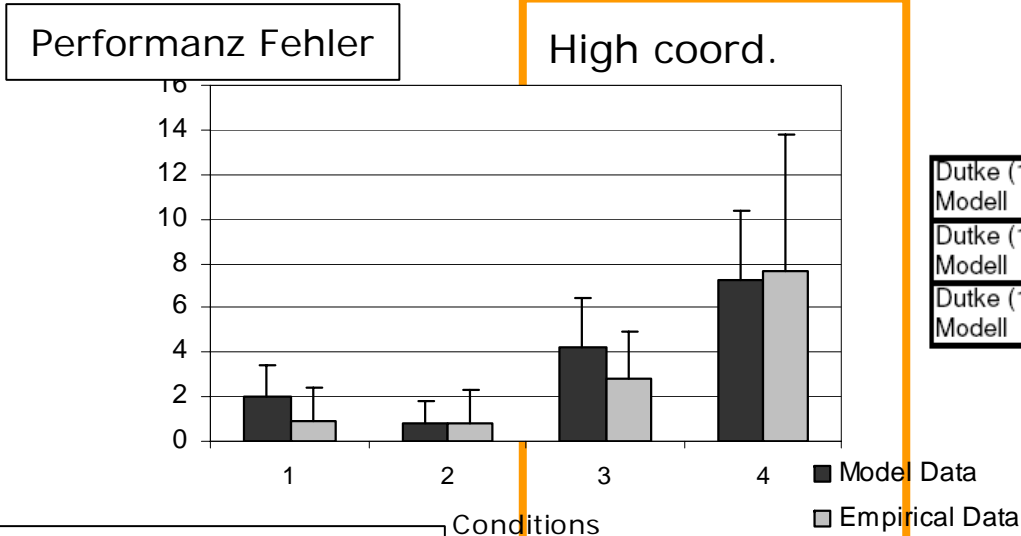
A1-0
ISA ZAHL
NUMBER "16"
COUNT 1

A1-0-0
ISA ZAHL
NUMBER "16"
COUNT 2

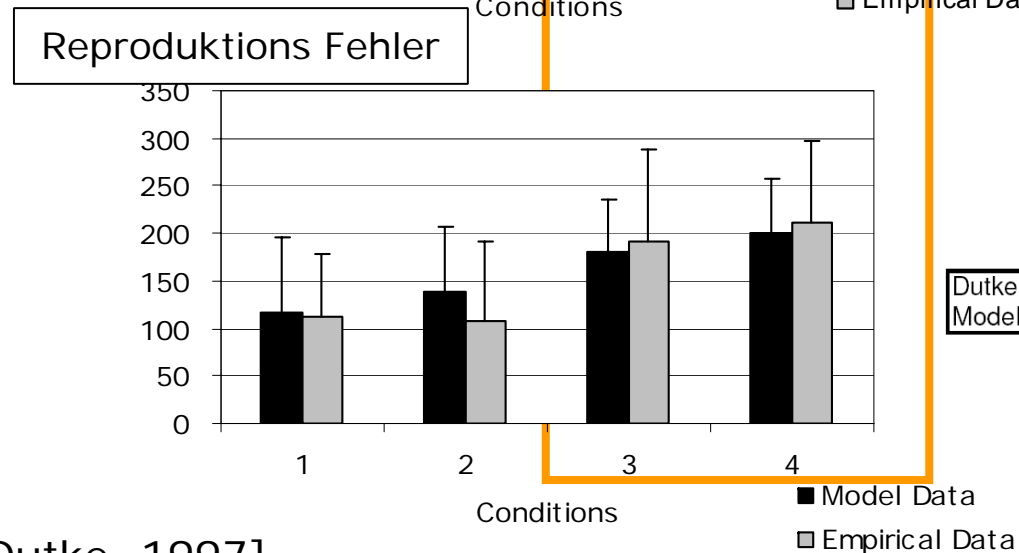


Modell vs. empirische Daten

	coor-	coor+
seq-	Bed. 1	Bed. 3
seq+	Bed. 2	Bed. 4

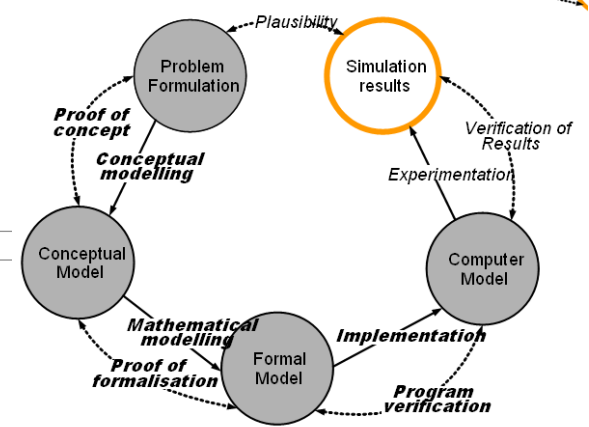


	AV	Varianzquelle	df	F	p
Dutke (1997)	Fehler	koord. Anforderung	52	48.99	<.001
Modell			76	266.59	<.001
Dutke (1997)		seq. Anforderung	52	3.05	.067
Modell			76	23.06	<.001
Dutke (1997)	koord. *seq.	52	6.11	<.05	
Modell		76	83.25	<.001	



	AV	Varianzquelle	df	F	p	η^2
Dutke (1997)	Reproduktionen	koord. Anforderung	52	16.39	<.01	.24
Modell			56	12.23	<.01	.19

[Dutke, 1997]



Das TaSTE Modul im MMI Kontext

Zeitabhängiges Verhalten in einer realistischen Aufgabe (z.B. Operateur in PLS) unterscheidet sich stark von Labor Experimenten

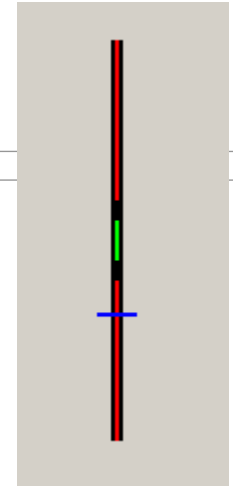
- Ein zeitabhängiger Prozess wiederholt sich – Operateure gewöhnen sich an diese zeitlichen Abläufe
- Wechsel in Aufgabenanforderungen treten auf
- Reproduzieren eines Intervalls meist im vergleichbaren Kontext und nicht ohne Aufgabe

Experiment Eins

Experiment Zwei

Experiment Drei



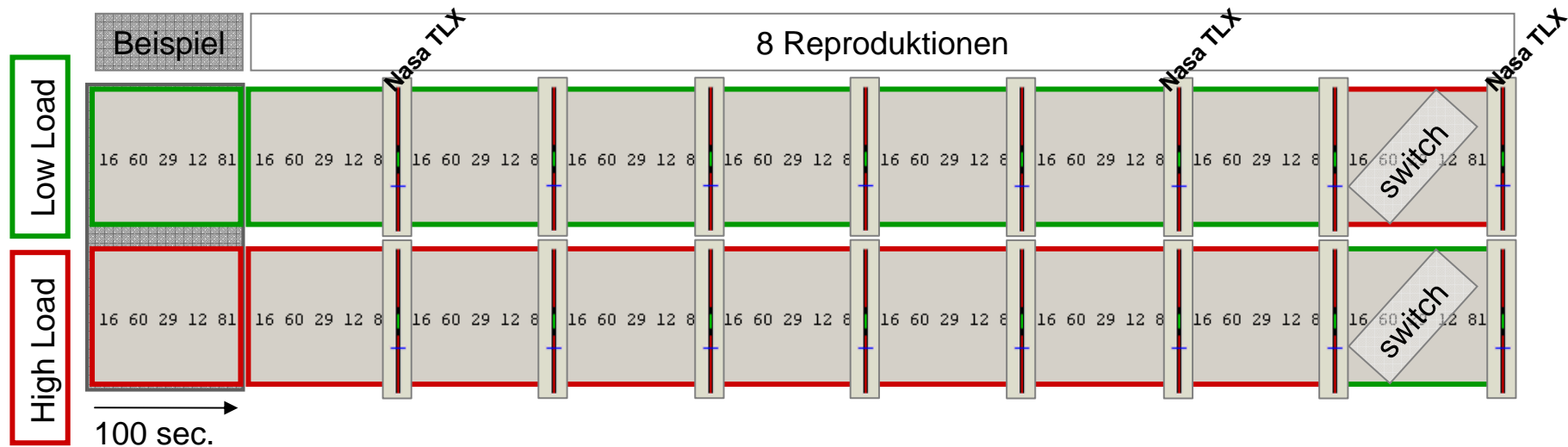


Experiment Zwei

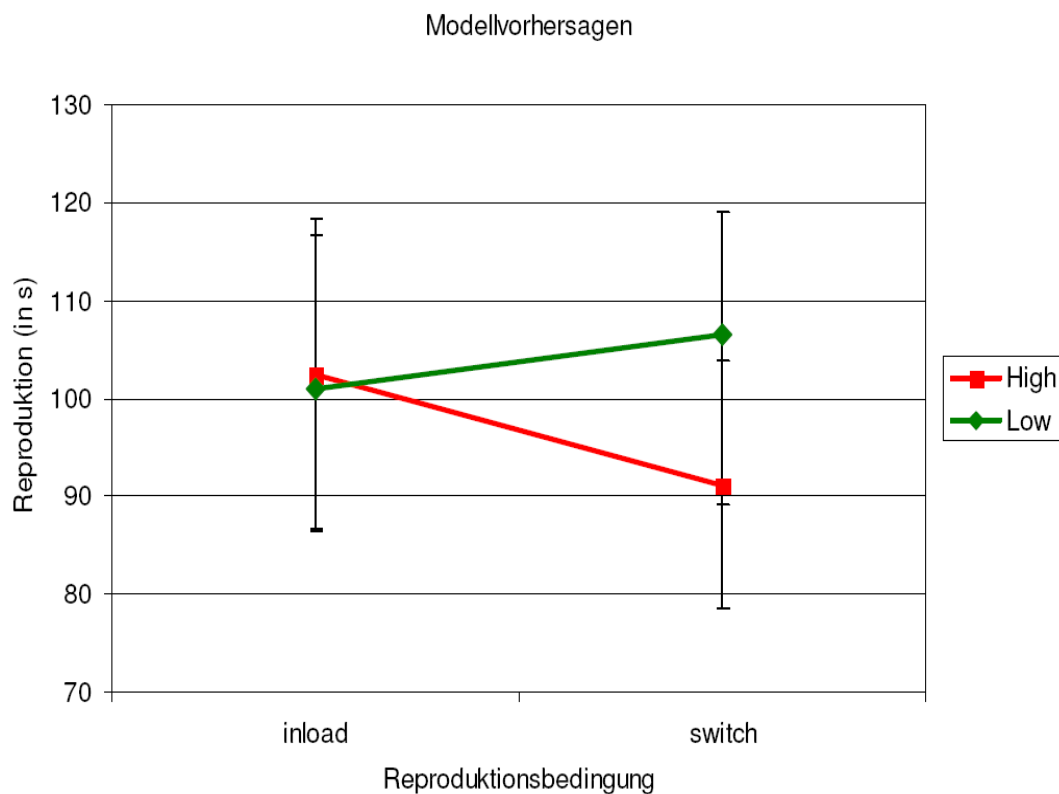
Zweifaktorielles between Design: Gruppe (High Load/ Low Load)
 Trialart (inload/ switch)

8 Reproduktionen mit Kontext und Feedback

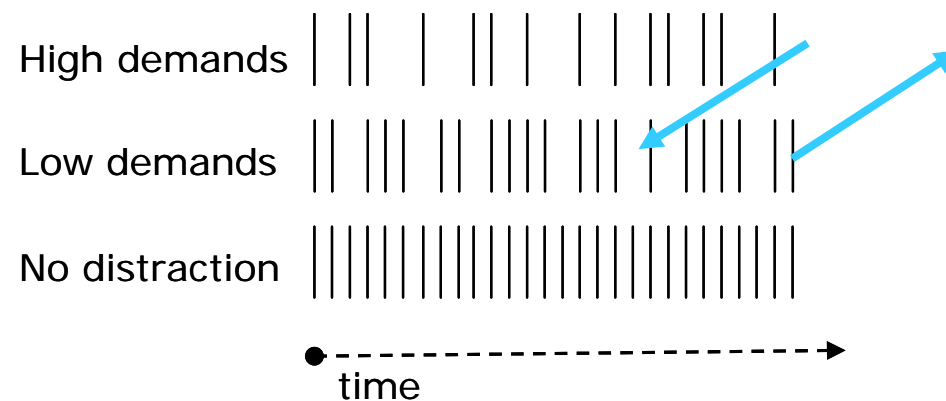
Workload wurde mit NASA TLX Fragebogen erhoben



Modell Vorhersagen



- Modell der Dutke Aufgabe
- 22 Modellläufe für jede Gruppe für 4 verschiedene Durchgänge
- Trialart*Gruppe $F(1,42) = 7.5$; $r^2 = 0,15$; $p < 0.01$



Modell vs. Experiment

Empirische Ergebnisse:

MW für inload zu switch:

$F(2,43)=7.78; \eta^2=0.35; p<0.05$

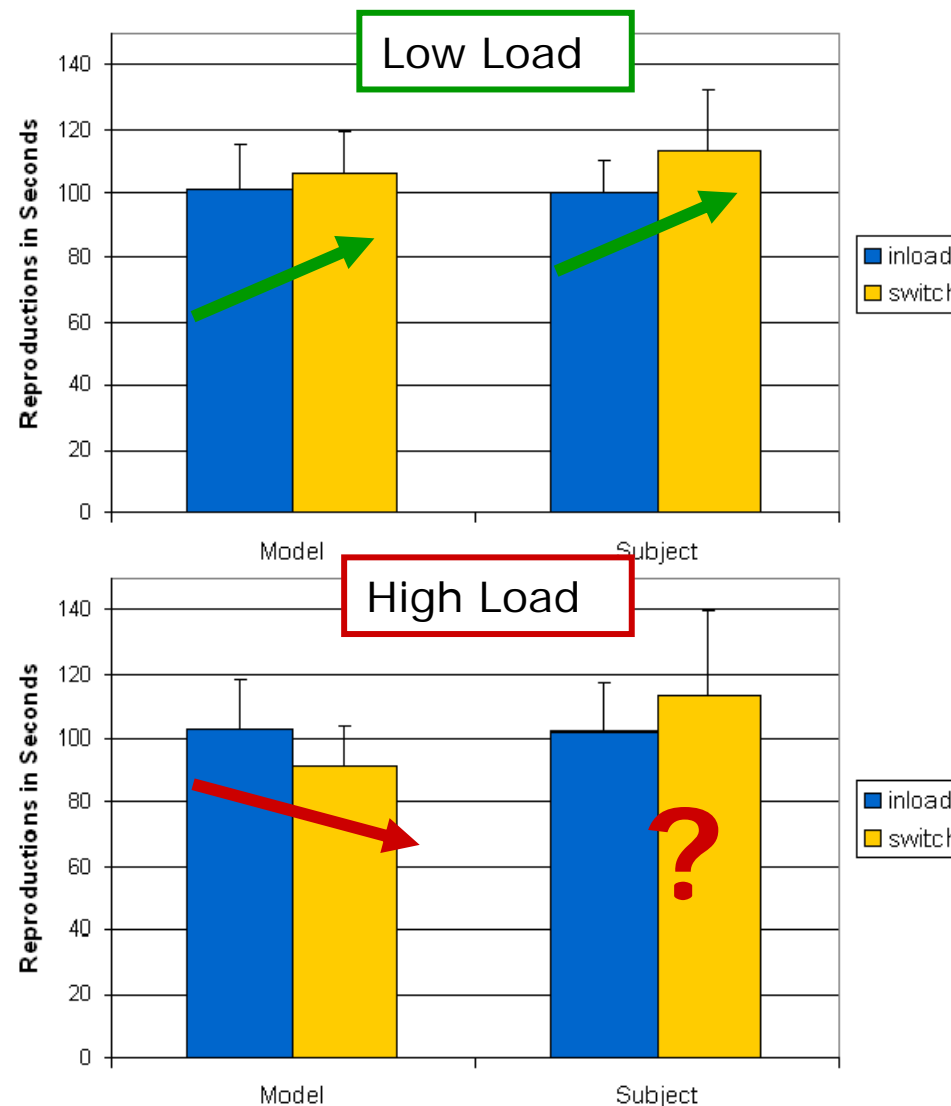
Interaktion nicht signifikant

Modell Ergebnisse:

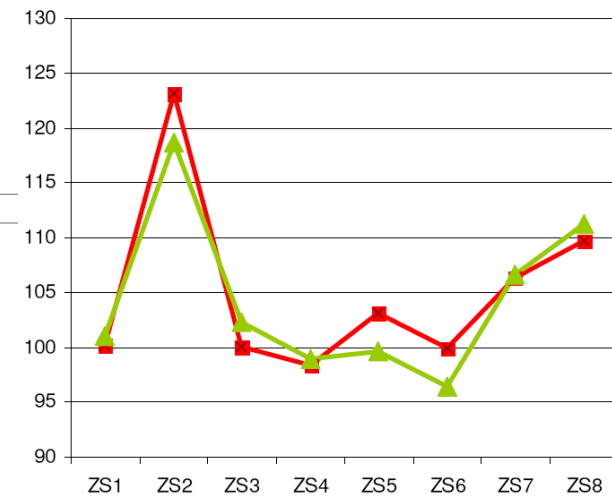
Interaktion Trailart*Gruppe

$F(1,42)=7.5; \eta^2=0.15; p<0.01$

- 48 Vps (18 w, 30 m)
- Alter: M= 26 SD=5,5



Diskussion Experiment Zwei



- Warum zeigt sich der Switch-Effekt nur in der Low Load Bedingung?
- Grund für Überschätzung bei 2. Reproduktion
- Warum zeigt sich ein steigender Trend bei den Reproduktionen?

Änderungen für zweites Experiment:

- Kein NASA TLX
- Mehr Background Bewegung
- Komplexere Aufgabe um Kompensation zu unterbinden
- 2x Beispieldauer präsentieren und 2x switch – robustere Zeitrepräsentation + Überraschungseffekt verhindern

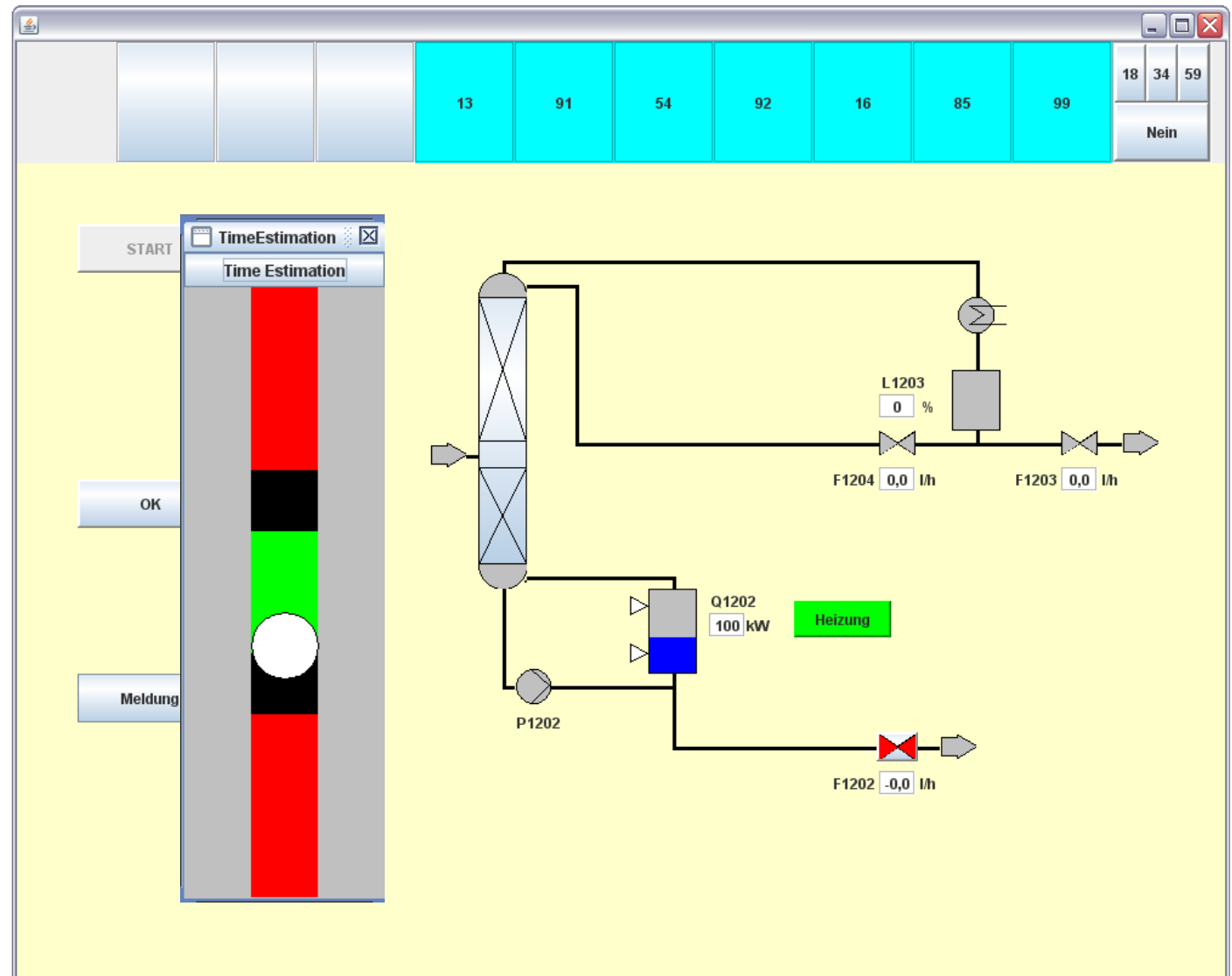
Operateurs Aufgaben –

- Alarm Management
- Überwachung
- Zeitschätzung



[Urbas, 1999]

[Schulze-Kissing, 2008]

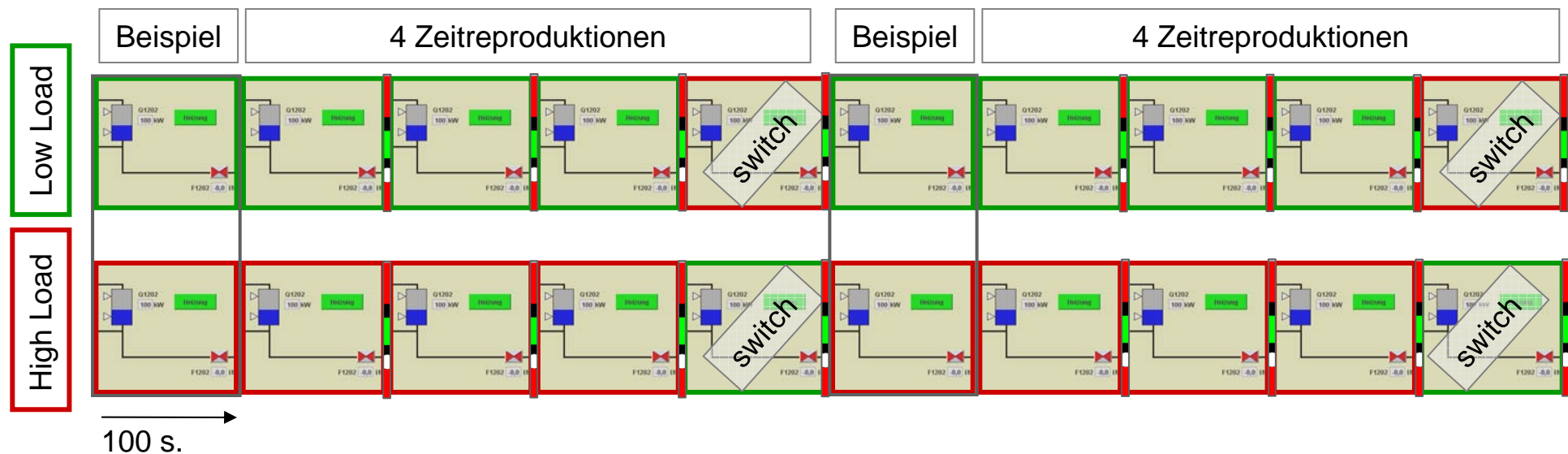


Experiment Drei

Zweifaktorielles between Design: Gruppe (High Load/ Low Load)

Trialart (inload/ switch)

8 Zeitreproduktionen (Folge 1: ZS 1-4 und Folge 2: ZS 5-6)



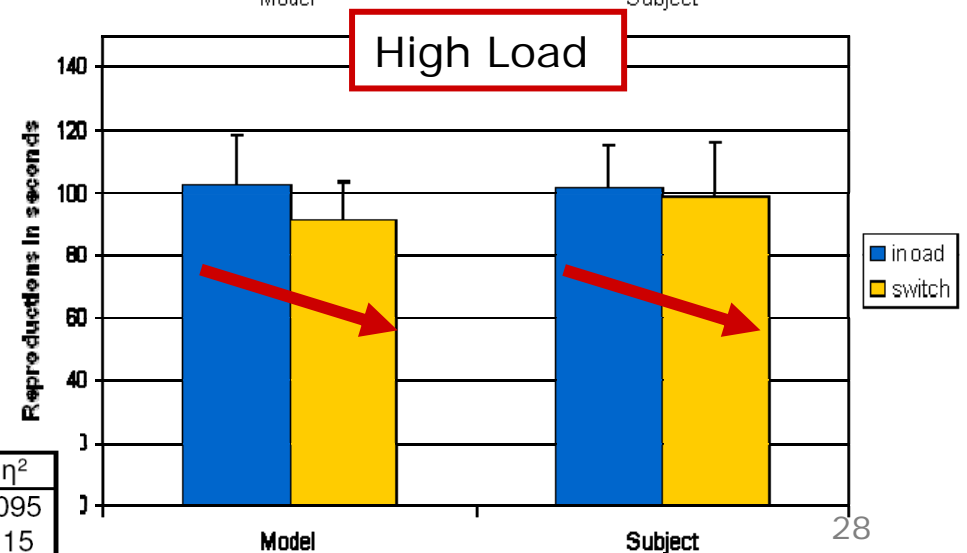
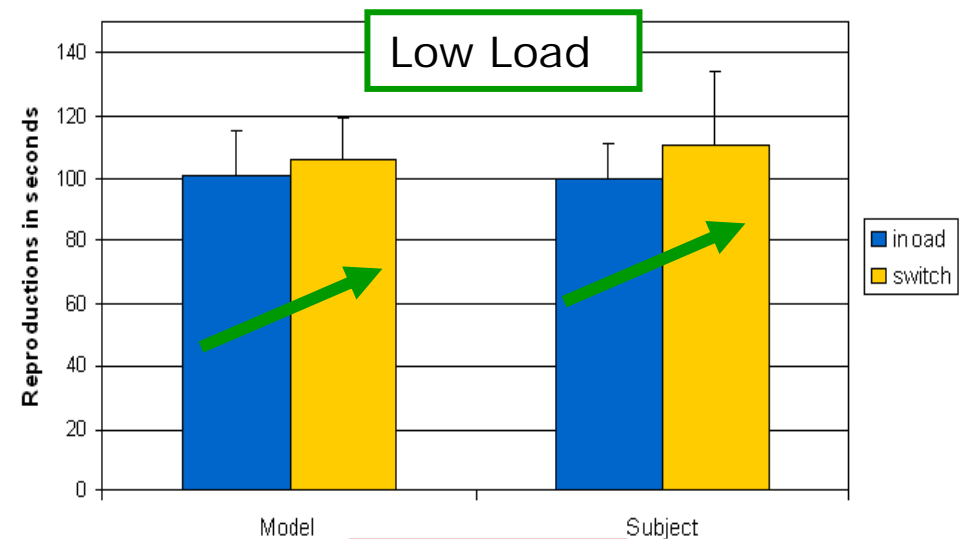
- 53 Vps (25 w, 28 m),
- Alter: M= 26,4 SD=4,8

Model vs. Experiment

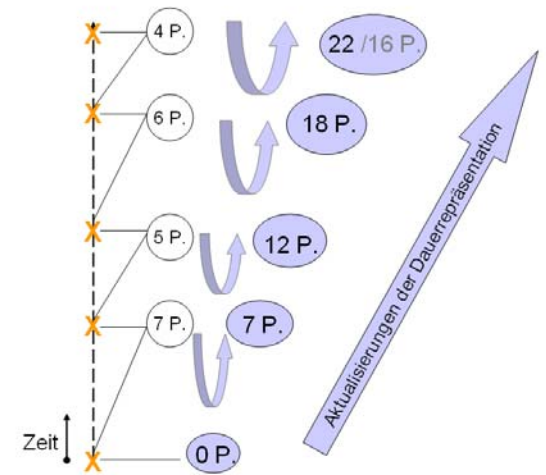
Trotz des steigenden Trends der Reproduktionen zeigen sich:

- Vergleichbare Mittelwerte
- Ein Switch Effekt in beiden Gruppen
- Eine vergleichbare Streuung
- Und für die empirischen Daten dieselbe Interaktion wie in den Modellvorhersagen

	AV	Varianzquelle	df	F	p	η^2
Experiment 3						
Modell	Reproduktionen	Gruppe*(inload/switch)	51	5.37	<.05	.095
			42	7.5	<.01	.15



Zusammenfassung



Das Modul

- kann den Einfluss von Aufgaben auf die Zeitwahrnehmung abbilden
 - ist Kontextabhängig und basiert auf Episoden
 - besteht ausschließlich aus Mechanismen in ACT-R
 - lässt sich für Aufgaben im Mensch Maschine Kontext einsetzen
- Neuen Aspekt kontextueller Erwartung gefunden

- Ursachen für menschlichen Fehler selten eindeutig auf Zeitwahrnehmung zurückführbar
- Subjektive Zeitwahrnehmung nicht direkt abfragbar
- Kein Konsens darüber, welche Faktoren für Verzerrungen der Zeitwahrnehmung verantwortlich sind

Ausblick

- Überprüfung der Erwartungseffekte (bzgl. Aufgabenart)
- Andere koordinative Arbeitsgedächtnisaufgabe
- Parameterevaluation (→ Formel Spreading Activation)
- Multiple Timing
- Temporales Schlussfolgern (Planung, Analyse)
- Dringlichkeit
- ...

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!