

Rhythmische (Un-)Genauigkeit bei Musikern und Nicht-Musikern:

Eine Untersuchung zur zeitlichen
Struktur sensomotorischer Koordination
und ihrer Lernprozesse

13. Juni 2007

U N I K A S S E L
V E R S I T Ä T

Institut für Musik
Timo Fischinger
timo.fischinger@uni-kassel.de

Rhythmusforschung

- Timing und rhythmische Präzision sind unverzichtbare Voraussetzungen für gemeinsames Musizieren.
- Bisher gibt es jedoch nur wenig gesicherte Daten über die genauen Verarbeitungsprozesse der Rhythmuswahrnehmung und über die zeitliche Steuerung von rhythmischen Bewegungen.

Rhythmusforschung

Um die Grundlagen und Entwicklung musikbezogener rhythmischer Fähigkeiten besser zu verstehen, sollen experimentelle Untersuchungen mit Synchronisations-Aufgaben durchgeführt werden. Zeitreihenanalysen der Daten ermöglichen hierbei Rückschlüsse auf zugrundeliegende Strategien und Verarbeitungswege bei der Ausführung rhythmischer Bewegungen zu externen Ereignissen (z. B. zu einem Metronom).

Tapping-Experimente

- Tapping = rhythmische Fingerbewegungen
- zu einem Metrum, Puls oder Rhythmus
- Untersuchung kognitiv-motorischer Funktionen seit Stevens (1886)
- zeitliche Kopplung von Handlungen mit periodischen externen Ereignissen = einfache Form von Timing-Kontrolle
- Annahme: Diese Integration von Wahrnehmung und Handlung ist auch für komplexe koordinative Leistungen wie das Musizieren verantwortlich.

Zwei theoretische Rahmenmodelle

Der repräsentationale Ansatz

- Parameter für die Steuerung einer Bewegung werden in einem Motorschema (Schmidt, 1975) oder Motorprogramm (Keele et al., 1990) mental repräsentiert.
- Wichtige Parameter für die Rhythmusproduktion sind die Dauern einzelner Intervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Taps (Semjen, 2001; Vorberg & Wing 1996).
- Annahme einer zentralen programmierbaren Uhr – Zwei-Ebenen-Modell(Wing & Kristofferson, 1973).
- Konzept eines stochastischen Zeitgebers – Timekeeper (Vorberg & Hambuch, 1984).
- Rhythmusprogrammhypothese – Programmierung der Zielintervalle innerhalb eines hierarchischen Prozesses (Vorberg & Wing, 1994).

Zwei theoretische Rahmenmodelle

Der dynamische Ansatz

- Das Gehirn wird als ein sich selbstorganisierendes, musterbildendes System angesehen (Kelso & Haken, 1997). Menschliches Verhalten wird danach durch nichtlineare Wechselwirkungen im Nervensystem spontan generiert.
- Die Untersuchungen zur Rhythmusproduktion beziehen sich hierbei auf die Übergänge qualitativ verschiedener Verhaltensweisen, wie sie z.B. bei Tempoveränderungen zu beobachten sind.
- Qualitativen Übergänge können mit nichtlinearen Gleichungen von gekoppelten Oszillatoren modelliert werden (Haken et al., 1985; Langner, 2002; Large & Kolen, 1994; McAuley, 1995; Toiviainen, 1998).

Kritik

am
repräsentationalen
Ansatz:

am dynamischen
Ansatz:

Kritik

am
repräsentationalen

Ansatz:

- Es gibt keine „innere Uhr“.

am dynamischen
Ansatz:

Kritik

am
repräsentationalen

Ansatz:

- Es gibt keine „innere Uhr“.
- Kognitive Repräsentationen als Erklärung von Rhythmusproduktion, welche die Komplexität und Abstraktheit eines Rhythmusprogramms erreichen können gibt es nicht.

am dynamischen
Ansatz:

Kritik

am
repräsentationalen

Ansatz:

- Es gibt keine „innere Uhr“.
- Kognitive Repräsentationen als Erklärung von Rhythmusproduktion, welche die Komplexität und Abstraktheit eines Rhythmusprogramms erreichen können gibt es nicht.

am dynamischen
Ansatz:

- mathematisch elegant, aber “Blackbox”

Kritik

am
repräsentationalen

Ansatz:

- Es gibt keine „innere Uhr“.
- Kognitive Repräsentationen als Erklärung von Rhythmusproduktion, welche die Komplexität und Abstraktheit eines Rhythmusprogramms erreichen können gibt es nicht.

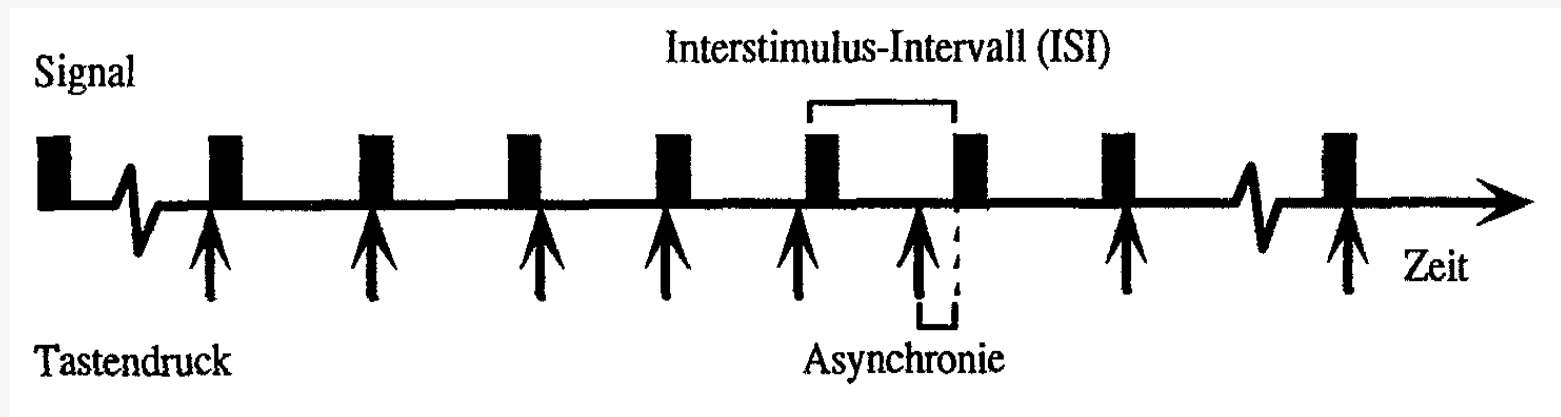
am dynamischen
Ansatz:

- mathematisch elegant, aber “Blackbox”
- Problem der “voreiligen Vereinfachungen”

Tapping zu einem Metronom

- Synchronisation vs. Continuation
- Puls finden
- Beat-Induction
- „bottom-up“- und „top-down“-Prozesse
- Negative Lag-1 Autokorrelation
- Zwei-Ebenen-Modell = Open-Loop
- Computerbasiertes Modellieren durch mathematische Modelle
- Problem: Produktion von isochronen Intervall-Sequenzen sind im musikalischen keine „echte“ Form von Rhythmusproduktion.
- Negativer Synchronisationsfehler

Der negative Synchronisationsfehler

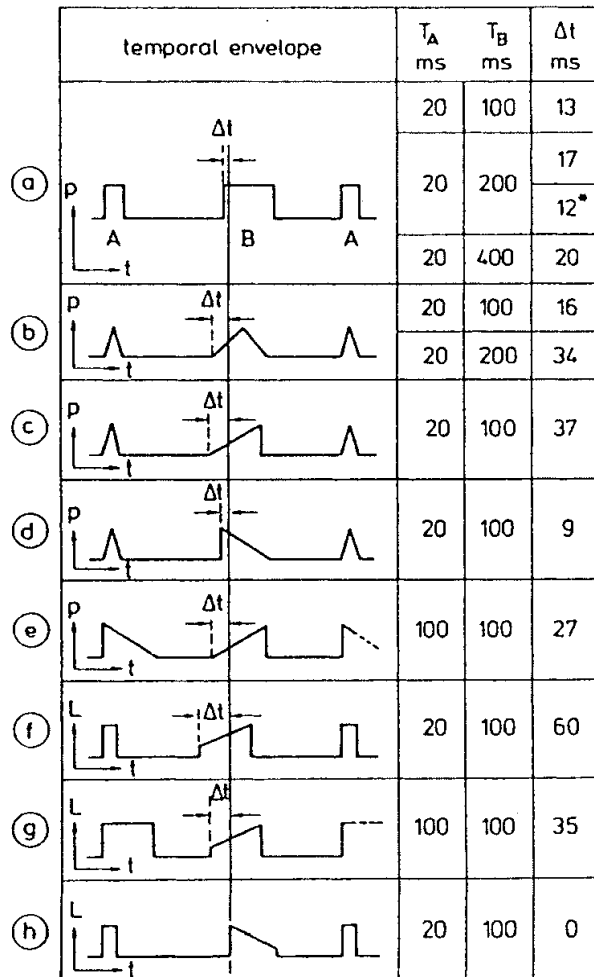


Aschersleben & Prinz (1995); Dunlap (1910); Fraisse (1948); Repp (2000); Stevens (1886); Wohlschläger & Koch (2000)

Negative Asynchronie

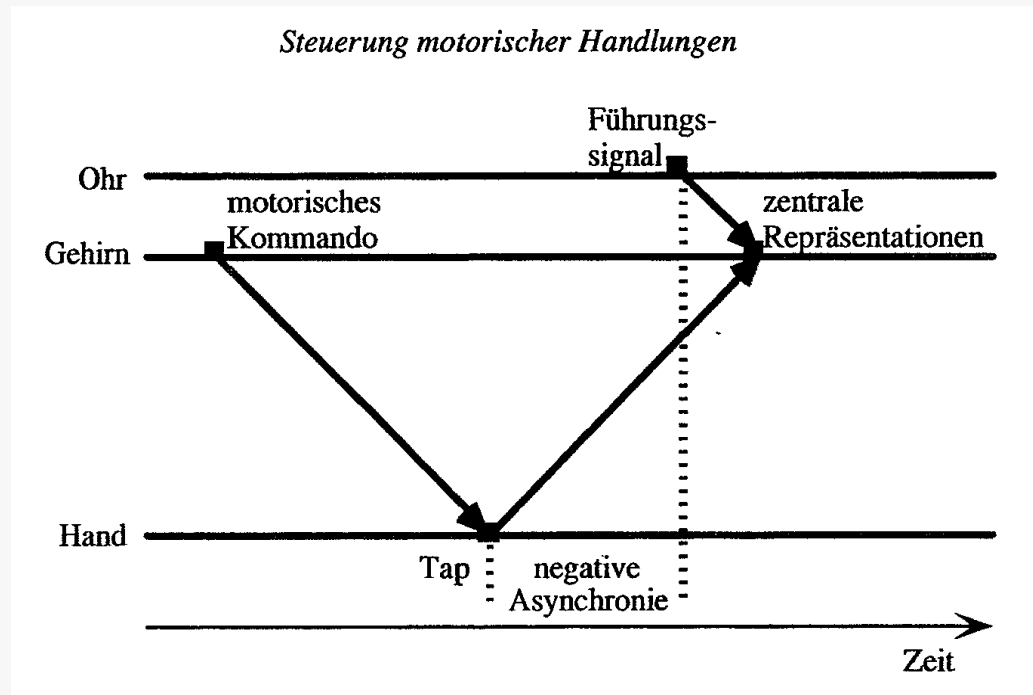
- P-Center-Hypothese
- Nervenleithypothese
- Schwellenwertmodell
- Zeitschätzungsfehler

P-Center-Hypothese



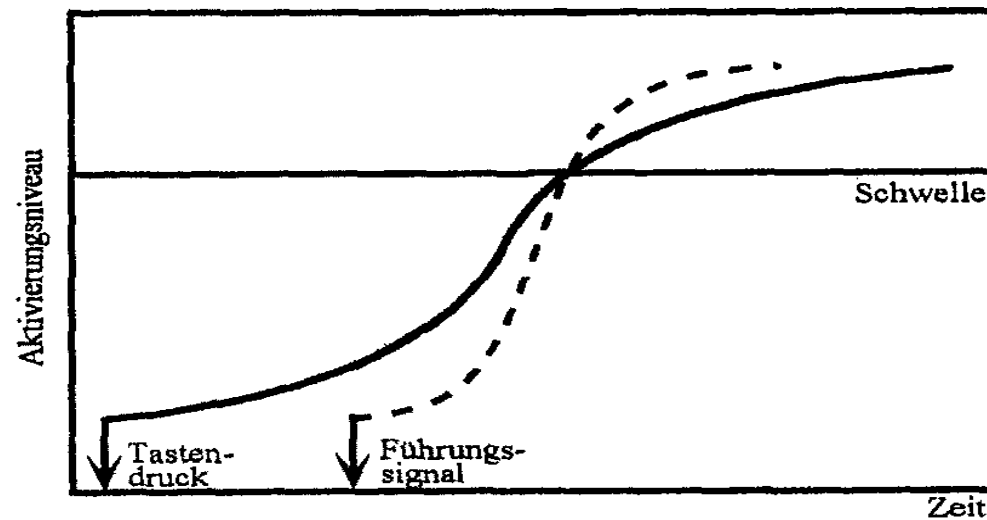
Pompino-Marschall
(1989);
Vos & Rasch (1981);
Zwicker & Fastl (1999)

Nervenleithypothese



Paillard (1949); Fraisse (1982); Prinz (1992);
Aschersleben (2000); Wohlschläger & Koch
(2000)

Schwellenwertmodell



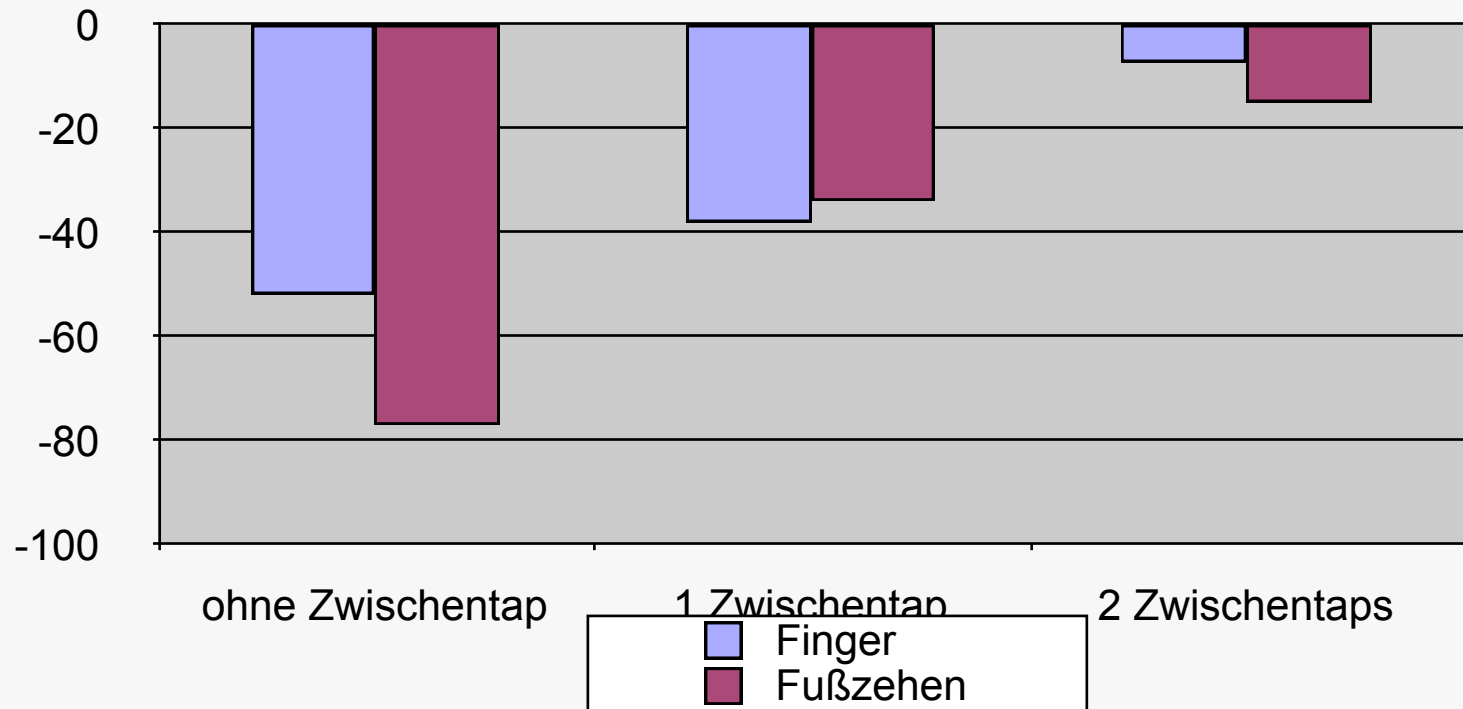
Aschersleben (2000); Gehrke (1997)

Zeitschätzungsfehler



(nach Wohlschläger & Koch, 2000)

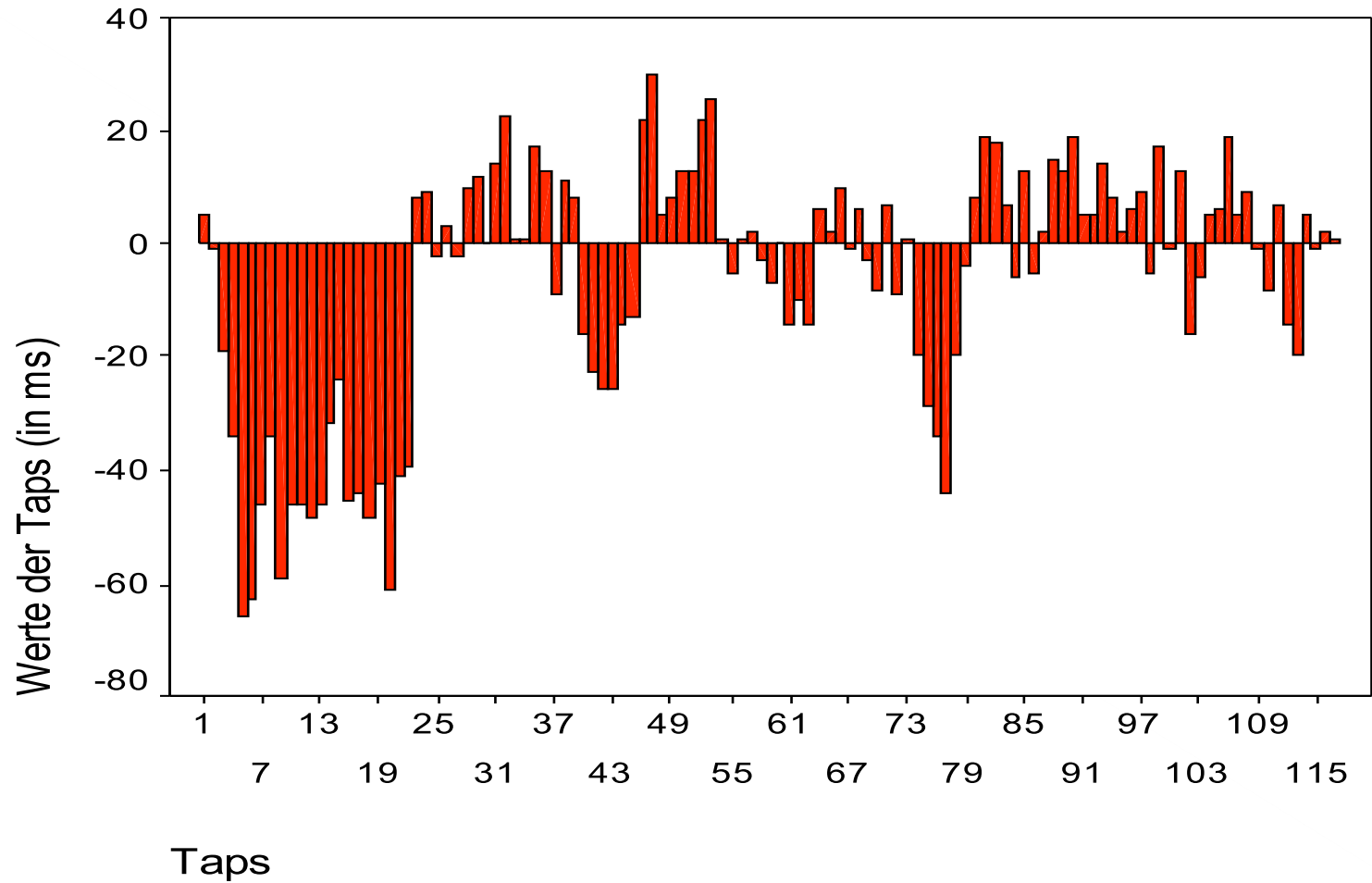
Zeitschätzungsfehler



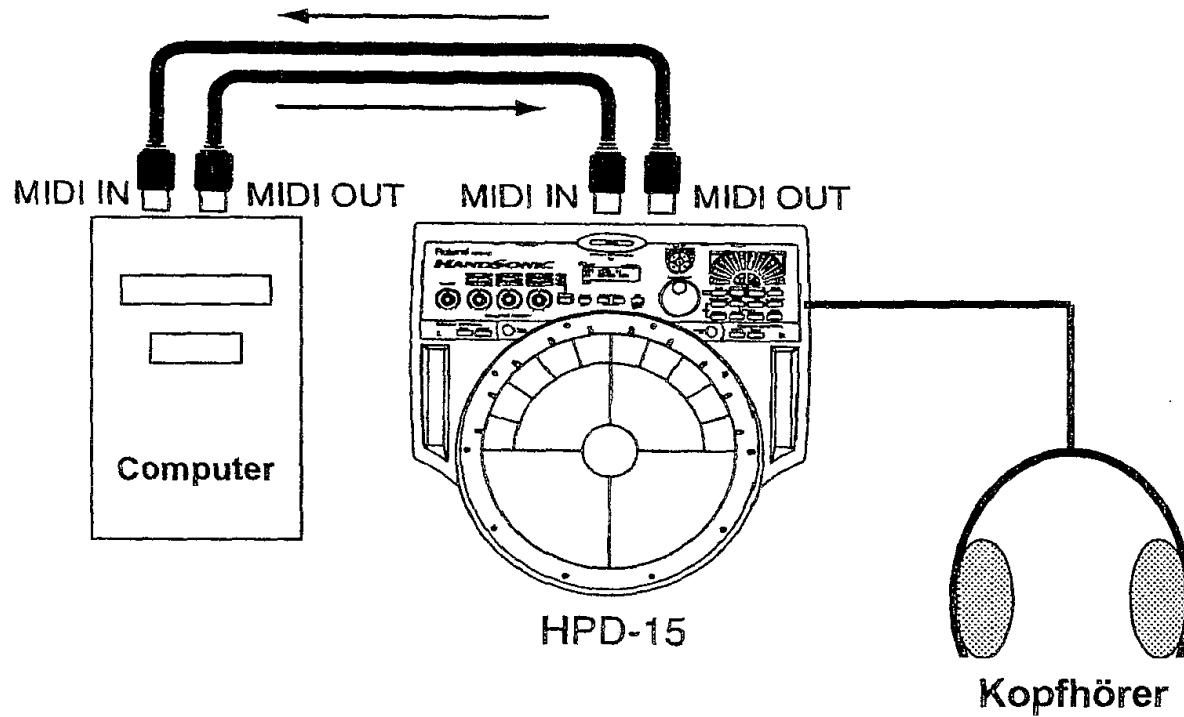
(nach Wohlschläger & Koch, 2000)

Pretest

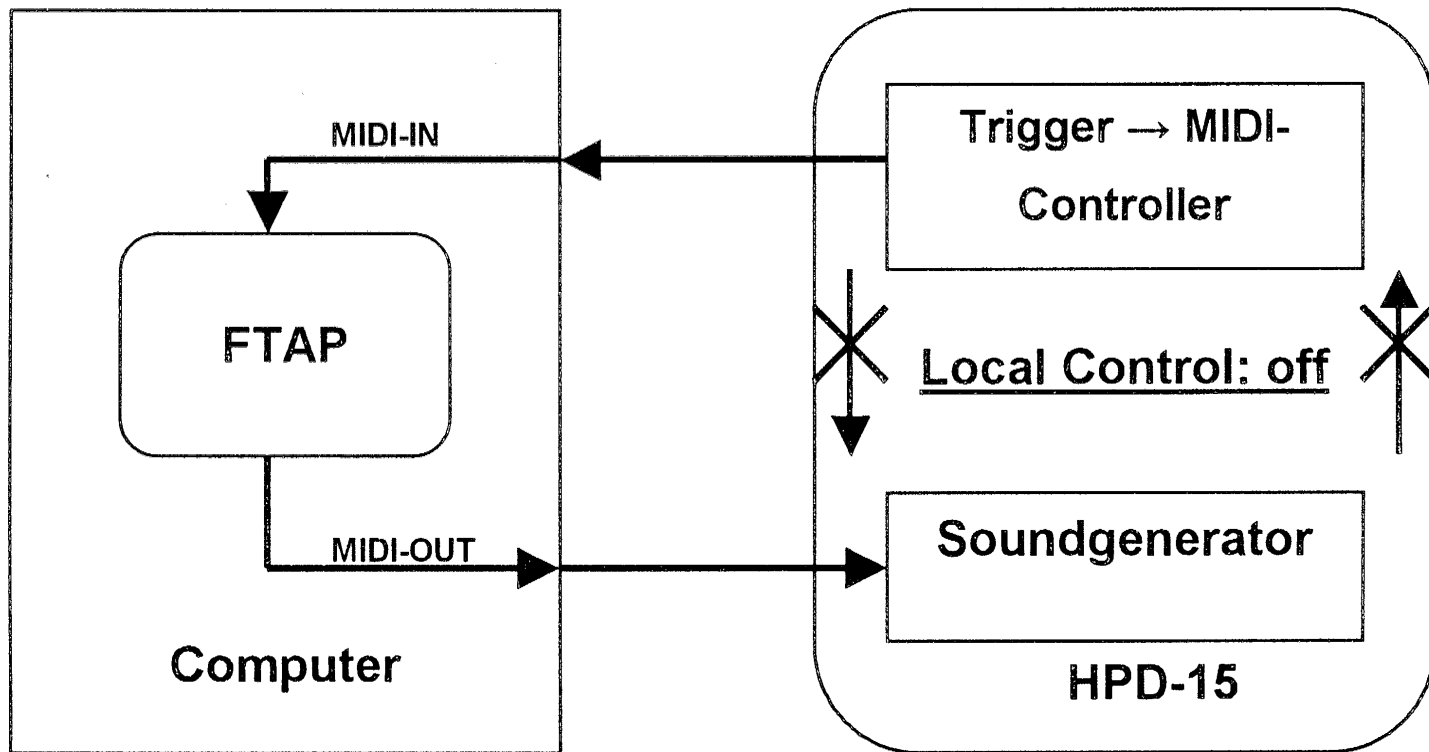
Pretest



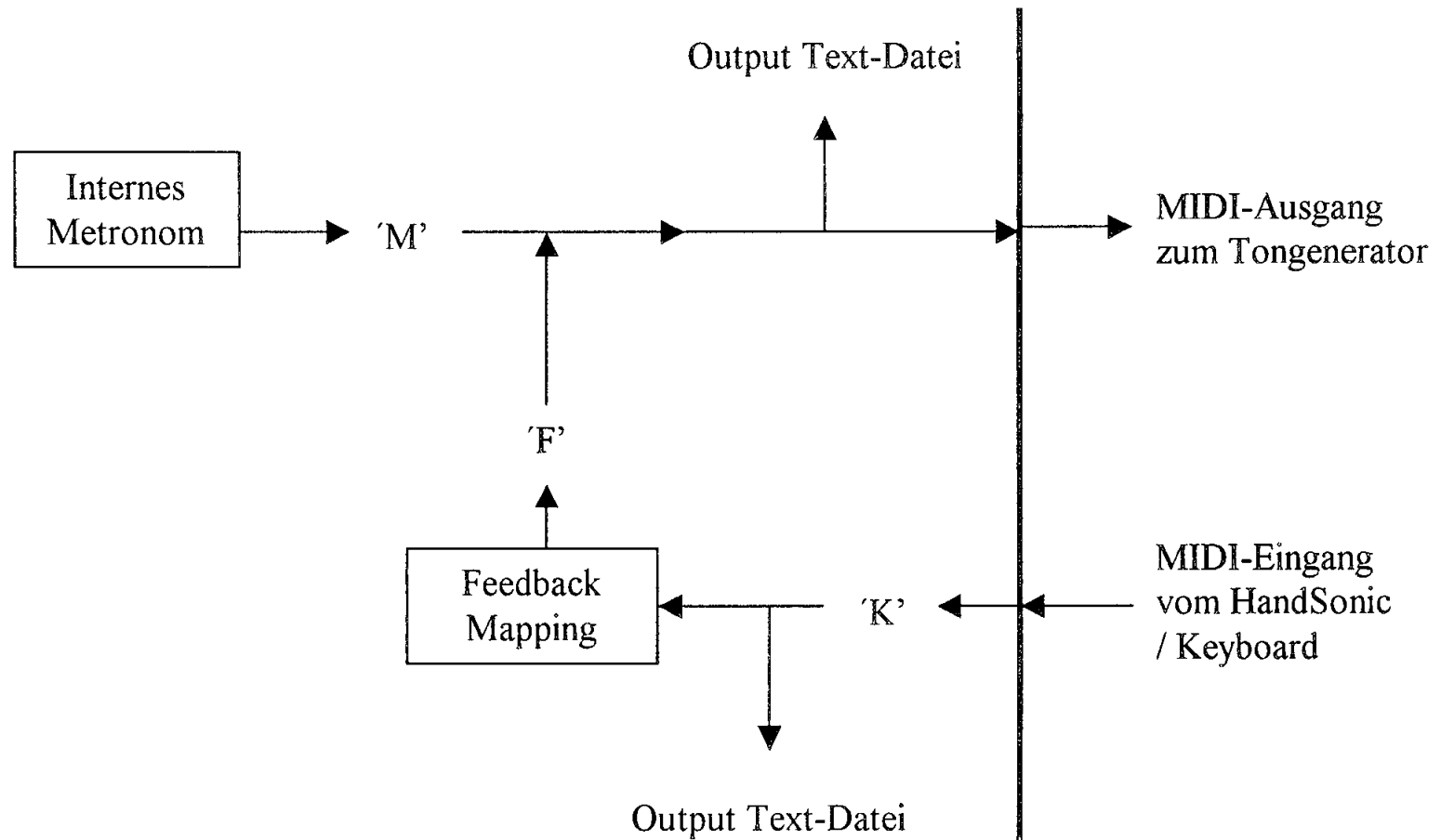
Technischer Versuchsaufbau



Technischer Versuchsaufbau



FTAP-Funktionen



Frage

Wie verändert sich das rhythmisch sehr präzise Tappingverhalten bei Schlagzeugern im Vergleich zu Nicht-Musikern, wenn sie zusätzlich noch eine Zweitaufgabe zu erfüllen haben, die zusätzliche Ressourcen des Arbeitsgedächtnisses beansprucht?

Methode

- Tapping zu einem Metronom mit
 - 1.) ISI = 500 ms
 - 2.) ISI = 600 ms
 - 3.) ISI = 800 ms
 - 4.) ISI = 1000 ms
- Vor jedem Trial Präsentation mehrerer
unzusammenhängender Worte als
Merkaufgabe
- Kontrolldurchläufe ohne Zweitaufgabe
- Trial mit Merkaufgabe nach 45 Sek.

Rhythmische Präzision und die Funktion des Arbeitsgedächtnisses bei Zweitaufgaben

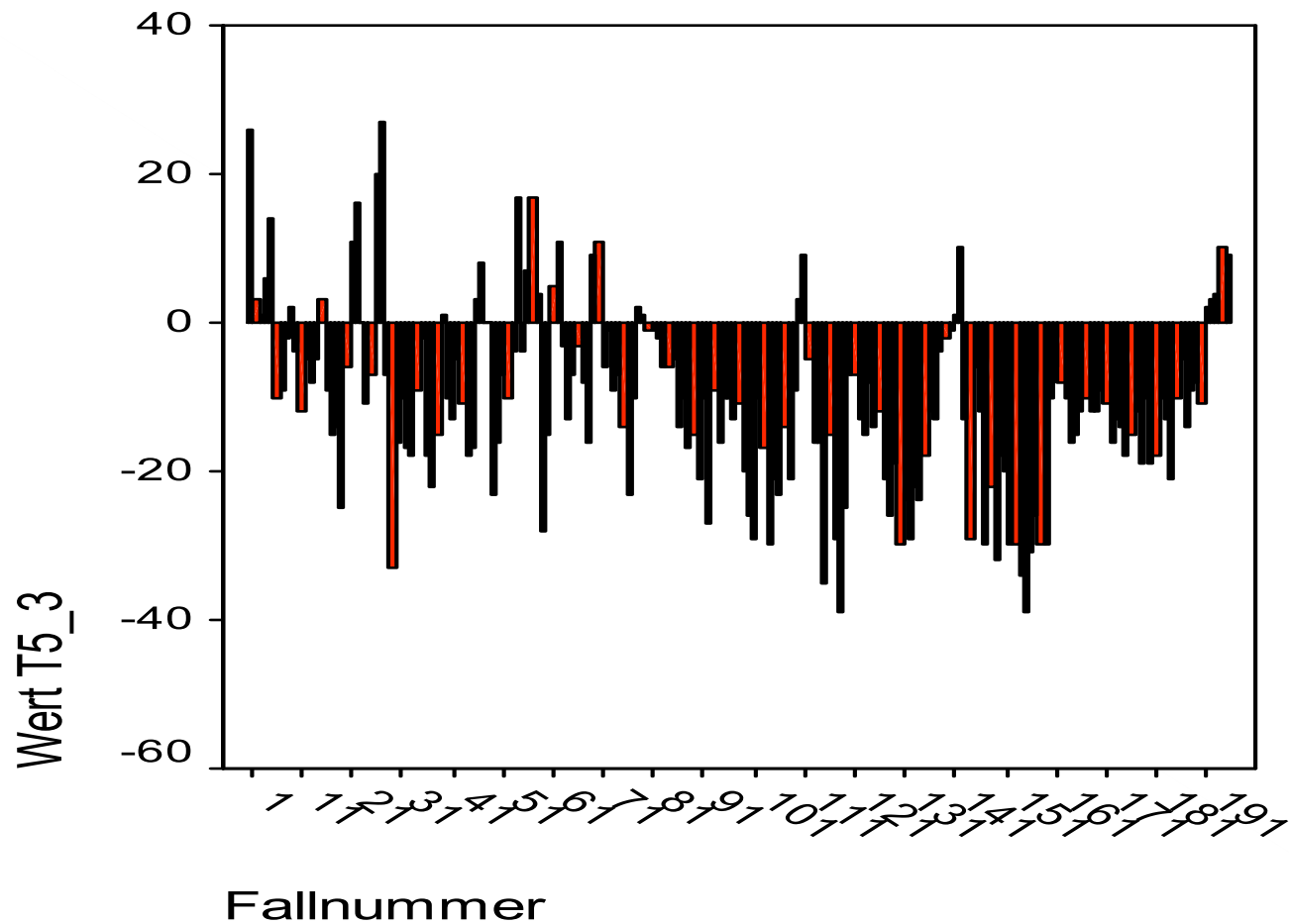
Timo Fischer¹ Manfred Nusseck²

Haupt-Experiment

Beschreibung	ISI 400 ms (150 bpm)	ISI 500 ms (120 bpm)	ISI 600 ms (100 bpm)	N
Test/Eingewöhnung	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
mit Zweitaufgabe (Einblendung vor den Tappings)	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
ohne Zweitaufgabe	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
Zweitaufgabe (Einblendung nach 30 Sek.)	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
Zweitaufgabe (Einblendung nach 35 Sek.)	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
Zweitaufgabe (Einblendung nach 40 Sek.)	120 s (N=300)	120 s (N=240)	120 s (N=200)	740
	N=1800	N=1440	N=1200	4440

Ergebnisse

Trail mit Dual-Task nach 45 Sek.



Statistik bei gepaarten Stichproben

TRIAL			Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
5	Paaren 1	ALL_3_14	-5,20	123	11,860	1,069
		ALL_3_24	-11,83	123	12,495	1,127
6	Paaren 1	ALL_3_14	-5,95	164	12,578	,982
		ALL_3_24	-12,81	164	17,492	1,366
8	Paaren 1	ALL_3_14	-12,48	93	18,451	1,913
		ALL_3_24	-11,88	93	20,276	2,103
10	Paaren 1	ALL_3_14	-13,44	62	19,223	2,441
		ALL_3_24	-17,24	62	27,802	3,531

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

TRIAL			N	Korrelation	Signifikanz
5	Paaren 1	ALL_3_14 & ALL_3_24	123	,137	,130
6	Paaren 1	ALL_3_14 & ALL_3_24	164	,057	,465
8	Paaren 1	ALL_3_14 & ALL_3_24	93	,006	,956
10	Paaren 1	ALL_3_14 & ALL_3_24	62	,041	,754

Test bei gepaarten Stichproben

TRIAL			Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
			Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
						Untere	Obere			
5	Paaren 1	ALL_3_14 - ALL_3_24	6,63	16,003	1,443	3,78	9,49	4,598	122	,000
6	Paaren 1	ALL_3_14 - ALL_3_24	6,87	20,950	1,636	3,64	10,10	4,197	163	,000
8	Paaren 1	ALL_3_14 - ALL_3_24	-,60	27,336	2,835	-6,23	5,03	-,212	92	,832
10	Paaren 1	ALL_3_14 - ALL_3_24	3,81	33,152	4,210	-4,61	12,23	,904	61	,370