

Universität Erfurt

DISSERTATION

**Subjekt und Eigenaktivität im Handeln**  
**Aspekte einer Theorie der subjektiven**  
**Handlungsstrukturierung bei der Synchronisation von**  
**Ereignissen**

Zur Erlangung des akademischen Grades einer Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)

Fakultät für Erziehungswissenschaften  
Fachbereich Sport- und Bewegungswissenschaften

Claudia Böger

urn:nbn:de:gbv:547-200601317

Dekan Prof. Dr. Ernst Hany

1. Prof. Dr. Eberhard Loosch
2. Prof. Dr. Karl-Heinz Leist
3. Prof. Dr. Monika Fikus

eingereicht: 22.12.2005

Datum der Promotion: 12.7.2006

**Lebenslauf**

Claudia Böger  
 1.4.1969 Bremerhaven  
 Staatsangehörigkeit: Deutsch  
 1988 Abitur, Schulzentrum-Bürgermeister-Smidt in Bremerhaven  
 1990-1995 Studium für das Lehramt an Gymnasien mit den Fächern Musik und Sport und 1. Staatsexamen an der Universität Oldenburg  
 Seit 1995 Konzerttätigkeit als Solistin (Blockflöte, Sängerin), Korrepetitorin (Cembalo) und Sängerin in verschiedenen Gesangsprojekten  
 SS 97 - WS 98-99 Lehrauftrag für Bewegungslehre und Didaktik Gerätturnen an der Universität Oldenburg  
 1/1999 – 2/2000 LfbA für die Praxisausbildung Gerätturnen an der Philipps-Universität Marburg  
 WS 99/2000 Lehrauftrag an der Universität Frankfurt  
 3/2000 -10/2000 LfbA für die Praxisausbildung Gerätturnen an der Johann-Goethe-Universität Frankfurt  
 11/2000 – 10/2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Erfurt

## Zusammenfassung

In sportwissenschaftlichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass nicht bewusste antizipative Prozesse, auf deren Grundlage die Sportler handeln, schon vor Beginn der Bewegungsausführung vom Sportler subjektiv strukturiert werden. In diesem Vorgang findet ein Austausch von wahrgenommenen Aspekten der eigenen Bewegung und Aspekten der Umwelt statt, der sich im Erleben der Sportler wiederum auf die Bewegungsausführung auswirkt. Dieser Gedanke wird in der vorliegenden Arbeit mit den Tappingexperimenten der Synchronisationsforschung in Zusammenhang gebracht. Bei der Synchronisation von zwei Ereignissen entsteht das Phänomen der negativen Asynchronie, wie die Differenz zwischen dem Click eines Metronoms und dem Tap einer Versuchsperson genannt wird. Dieses Phänomen stellt eine bisher noch nicht geschlossene Lücke in der Kenntnis der Wahrnehmungsvorgänge innerhalb des Handelns dar. Die Forschungsfrage in dieser Arbeit verfolgt den Aspekt, dass sich die eigene Handlungsausführung auf die wahrgenommene Welt innerhalb des phänomenalen Erlebens der handelnden Person handlungsleitend auswirkt.

In Synchronisationsexperimenten (Kapitel 1) wird die zeitliche Steuerung von Handlungen analysiert. Erklärungsansätze zum Phänomen der negativen Asynchronie beziehen sich auf Modellannahmen der Neurophysiologie und der Kognitionsforschung. Damit geht einher, dass Bezüge zur Subjektivität in Handlungs- und Wahrnehmungsvorgängen aus den forschungsleitenden Fragen herausgenommen werden. Die Ebene des Erlebens während der Handlungsausführung wird in dieser Arbeit als ein leitendes Kriterium in Wahrnehmungs- und Handlungsvorgängen verstanden. In Kapitel 2 liegt der Fokus auf sportwissenschaftlichen Konzepten. Unter dem intentionsorientierten Ansatz subsumieren sich der handlungstheoretische, der phänomenologische und der gestalttheoretische Ansatz. In den sportpädagogischen Lehr-Lerntheorien, in denen sie Anwendung finden, interessiert die Entwicklung einer subjektiven Handlungsstruktur auf der Basis des phänomenalen Erlebens während der Bewegungsausführung, die sich innerhalb des Lernvorgangs ausbildet. In Bezug auf diese Konzepte wird ein subjektorientierter Zugang zum Phänomen der negativen Asynchronie entwickelt. In Kapitel 3 und Kapitel 4 wird über die Differenzierung von Wahrnehmungsinhalten im Handlungsvorgang Aufschluss geben. U.a. wird mit dem Reafferenzprinzip, auf Unvereinbarkeiten zwischen physikalischer und psychologischer Welt hingewiesen. Anzunehmen ist, dass der subjektive Eindruck der eigenen Bewegung, der sich mit der Bewegungsausführung einstellt u.a. über die Bewegung beeinflusst wird und letztlich darüber wiederum die Bewegung zu beeinflussen ist. Kapitel 5 diskutiert auf der Basis der lehr-lerntheoretischen Konzepte des phänomenorientierten Ansatzes der Sportpädagogik, die Möglichkeiten der Einflussnahme der metaphorischen Instruktion auf die Bewegungsausführung. Bezüge zu philosophischen Theorien, die sich mit dem Aspekt des Bewusstseins innerhalb des phänomenalen Erlebens beschäftigen, verdichten die Annahme der subjektiv beeinflussbaren Handlungsvorbereitung. Aus dieser Kenntnis heraus wird ein Experimentaldesign entwickelt (Kapitel 6), das den Fokus auf Prozesse innerhalb des Subjekts und nicht auf das Resultat legt. Angenommen wird, dass die Differenz zwischen Click und Tap eine notwendige Lücke darstellt und innerhalb der Grenzen der negativen Asynchronie, die den Vpn im übrigen während des Handelns nicht bewusst ist, der Zeitraum zu finden ist, indem sich das phänomenale Erleben der Vp und die dazugehörigen handlungsvorbereitenden Prozesse entwickeln. Diese Annahmen werden in der Untersuchung mit zwei Hypothesen überprüft. In einem Fazit (Kapitel 7) wird geschlussfolgert, dass in Anlehnung an die philosophische Anthropologie und gegenwärtige Theorien der Bewusstseinsphilosophie die Differenz auf Mechanismen beruht, die innerhalb des Subjekts liegen. Die erzielten Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass die Vpn den Metronomclick zwar als Umweltinput für ihr Handeln nutzen, ihn jedoch auf einer subjektiven Handlungsebene verarbeiten. Was innerhalb des Handelns als gleichzeitig erkannt wird, zeigt sich außerhalb des Handelns als ungleichzeitig. Aus einem auf das Subjekt

gerichteten Blick ist anzunehmen, dass die subjektive Wahrnehmung innerhalb der Bewegungsausführung eine andere Gewichtung erfährt. Die Ergebnisse zeigen, dass wir auf der Basis der Interpretation unserer eigenen Wahrnehmung handeln.

## Abstract

Tests in sport science have demonstrated that non-conscious anticipative processes, which are the basis for the action of the athletes before the beginning of action execution, are structured subjectively by these athletes. In this process, an exchange between perceptual aspects of their own movement and aspects of the environment takes place, which influences the experience of the athletes as well as the movement execution. In this dissertation, this thought will be connected to the tapping experiments in synchronization research. During synchronization of two events the so called phenomenon of negative asynchrony arises, the difference between a click of a metronome and a tap of a test person. This phenomenon describes a gap in the knowledge of perception processes during action. The aim of this approach is based on the assumption, that action execution of the acting person directs the action itself by influencing the perceived world during phenomenal experience.

Synchronization experiments are used to analyse the temporal control of action (Chapter 1). The theories which explain the phenomenon of negative asynchrony refer to models of neurophysiology and cognition research, which neglect subjectivity of perception and action. However, in this approach the level of experience during action execution is understood as a criterion within action and perception. In chapter 2, the focus lies on sport scientific concepts. This intentionality oriented approach contains action theory, phenomenology and gestalt theory. In sport pedagogical theories of teaching and learning, where they were used, the focus is on the development of a subjective action structure on the basis of phenomenal experience during movement execution, which develops during the learning process. The reflection on these concepts prepares a subjectively oriented explanation of the phenomenon of negative asynchrony. Chapter 3 and 4 differentiate between different kinds of perceptual content during action execution. E. g. the “Reafferenzprinzip” is used to show incompatibilities between the physical and the psychological world. The assumption is that the subjective impression of one’s own movement, which arises from the action execution, can be influenced by the action and therefore the action is affected by action execution. Chapter 5 discusses possibilities of influencing action execution by metaphorical instruction using concepts of learning and teaching of the phenomenon oriented approach of sport pedagogy. Philosophical theories, which deal with the aspect of consciousness in phenomenal experience, strengthen the assumption of subjectively influenced action preparation. Thus an experimental design is developed, focussing on the subjective conditions of the person and not on the results (chapter 6). The difference between click and tap is supposed to be a necessary gap, which is non-conscious to the acting person. Within the limits of negative asynchrony a time space is to be found which encompasses the phenomenal experience and activities preparatory to the action. These assumptions are proved in an experiment testing two hypotheses. Using theories of anthropological philosophy and present theories of the philosophy of consciousness, the last chapter (chapter 7) concludes that the difference is created by mechanisms within the person. The obtained results show that the test persons use the metronome click as an environmental input for their action, but on a subjective level of action. Synchrony within action equals asynchrony outside action. Within a subject oriented view I conclude that the subjective perception during action execution demonstrate that we are acting on our own interpretation of perception.

**Schlagwörter:**

Eigentätigkeit, Subjekt, phänomenales Erleben, Tappingexperimente, negative Asynchronie, Wahrnehmung, Handlung, metaphorische Instruktion

**Keywords:**

Self-activity, person, phenomenal experience, tapping experiments, negative asynchrony, perception, action, metaphorical instruction

## **Danksagung**

Nach Fertigstellung dieser Arbeit möchte ich mich bei meinen Freunden und Kollegen bedanken, die mich in dieser Zeit begleitet und bestärkt haben.

Diese Arbeit konnte ich überhaupt schreiben, weil ich ein über die Maßen prägendes Sportstudium genossen habe. Hier studierte ich u.a. bei Dr. Bernd Volger und Prof. Dr. Ursel Petersen (beide Uni Oldenburg), die mich zunächst in ihrer theoretischen und praktischen Arbeit in der Lehre und beim Lernen von Bewegungen überzeugten und mir dann, nach dem Schreiben der Examensarbeit den nächsten „Schritt“ nahe legten.

Für die nun vorliegende Arbeit gilt mein vollster Dank meinem Doktorvater Prof. Dr. Eberhard Loosch (Uni Erfurt), der mich mit vielen Diskussionen auf die richtige Spur setzte, in der sich „Zweifel“ und „Kreativität“ entfalten konnten. Mit ihm zusammen haben dankenswerter Weise Prof. Dr. Karl-Heinz Leist (TU München) und Prof. Dr. Monika Fikus (Uni Bremen) die Arbeit begutachtet.

Meinem Kollegen Dr. Bernd Gröben (Uni Frankfurt) möchte ich danken, den ich oftmals am Telefon oder persönlich in Frankfurt ansprechen konnte.

Ein ganz großer Dank gilt jedoch meinen Freunden. Besonders jenen, die das Schreiben dieser Arbeit von Anfang bis Ende mitverfolgt haben. Dies waren Renate Dangel, (die alle Phasen des Schreibens dieser Arbeit genauestens kennt!), Dr. Christopher Hausmann (für unermüdliche Diskussionen in diversen Kapiteln!) und bei allen, die die Arbeit Korrektur gelesen haben und außerdem für seelisches Wohlbefinden sorgten: Frau Günther, Silke Strauf, Dietlinde Schmalfuß-Plicht und Ralph Adams, Tanja Ernst, Dirk Adams, Annegret Fischer und Rosemarie Bomberg.

Als ein großes Glück empfinde ich, dass ich mich in den letzten Phasen der Arbeit immer auf die in allen Hinsichten ermunternde Unterstützung von Jurgis verlassen konnte.



## Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>11</b>
<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>13</b>
1 ZUR THEORIE DER SYNCHRONISATIONSFORSCHUNG .....	15
1.1 <i>Die Tappingexperimente der Synchronisationsforschung -Das Paradigma</i> .....	15
1.2 <i>Experimentalforschung zum Phänomen der negativen Asynchronie</i> .....	16
1.3 <i>Die negative Asynchronie als systematischer Fehler</i> .....	17
1.4 <i>Erklärungsansätze der Kognitionsforschung</i> .....	18
1.4.1 <i>Das Wing-Kristofferson-Modell</i> .....	19
1.4.2 <i>Die Paillard-Fraisse-Hypothese</i> .....	20
1.4.3 <i>Der Common-Coding-Ansatz</i> .....	20
1.4.4 <i>Die distale Repräsentationsebene als funktionaler Ort</i> .....	22
1.5 <i>Neurophysiologische Erklärungsansätze</i> .....	23
1.6 <i>Schlussfolgerungen aus den Synchronisationsexperimenten</i> .....	25
2 SUBJEKTORIENTIERTER ZUGANG ZUM PHÄNOMEN DER NEGATIVEN ASYNCHRONIE .....	26
2.1 <i>Der subjektorientierte Ansatz in der Sportpädagogik</i> .....	28
2.2 <i>Konzepte der Handlungspsychologie</i> .....	28
2.2.1 <i>Der handlungstheoretische Ansatz im Sport</i> .....	29
2.2.2 <i>Der phänomenologische Ansatz der Handlungstheorie</i> .....	31
2.3 <i>Der Einfluss des Subjekts auf die Handlungsregulation</i> .....	32
3 DER ZEITPUNKT DES HANDELNS .....	34
3.1 <i>Physikalische und psychologische Gleichzeitigkeit</i> .....	34
3.2 <i>Handeln in der physikalischen und psychologischen Zeit</i> .....	37
3.3 <i>Untersuchung zur Bestimmung eines subjektiven Ereignispunktes</i> .....	38
3.4 <i>Antizipation geschieht auf zwei Ebenen: Umweltantizipation und Antizipation der Eigenbewegung</i> .....	40
3.5 <i>Modelle der antizipativen Verhaltenssteuerung</i> .....	42
3.6 <i>Antizipation der Eigenbewegung oder die Realisierung des eigenen Handlungsentwurfs</i> .....	44
4 WAHRNEHMUNGSGELEITETE EIGENAKTIVITÄT IM HANDELN.....	46
4.1 <i>Konzepte zur Wahrnehmung und Handlungsausführung</i> .....	48
4.1.1 <i>Das Reafferenzprinzip von von Holst und Mittelstaedt</i> .....	49
4.1.2 <i>Das „funktionelle System“ von Anochin</i> .....	52
4.2 <i>Die eigene Bewegung als zukunftsschaffendes Medium</i> .....	53
5 SUBJEKTIVE STRUKTURIERUNG VON HANDLUNGEN.....	57
5.1 <i>Subjekt und Identität</i> .....	57
5.2 <i>Phänomenales Bewusstsein des Subjekts</i> .....	59
5.3 <i>Sprache und Sport</i> .....	61
5.4 <i>Die metaphorische Instruktion im Sport</i> .....	62
5.5 <i>Die Semantik der Metapher</i> .....	62
5.6 <i>Die Wirkung der Semantik der Metapher auf die handlungsvorbereitende Antizipation</i> .....	63
6 UNTERSUCHUNGSANSATZ .....	64
6.1 <i>Methode</i> .....	65
6.1.1 <i>Hypothesen</i> .....	65
<b>HYPOTHESEN ZU UNTERSUCHUNG 1.....</b>	<b>65</b>
<b>HYPOTHESEN ZU UNTERSUCHUNG 2.....</b>	<b>65</b>
6.1.2 <i>Versuchsplan für Untersuchung 1 und 2</i> .....	66
6.1.3 <i>Versuchsapparatur</i> .....	66
6.2 <i>Untersuchung 1: Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns</i> .....	67
6.2.1 <i>Einleitung</i> .....	67
6.2.2 <i>Methode</i> .....	67
6.2.3 <i>Ergebnisse</i> .....	70
6.2.4 <i>Diskussion</i> .....	73
6.3 <i>Untersuchung 2: Geräuschnychronität und Geräuschidentität</i> .....	74
6.3.1 <i>Einleitung</i> .....	74

	10
6.3.2 Methode .....	76
6.3.3 Ergebnisse .....	77
6.3.4 Diskussion .....	81
6.4 <i>Abschließende Diskussion der Ergebnisse</i> .....	82
7 FAZIT: HANDELN AUS EINER NICHT-BEWUSST ERSTELLTEN DIFFERENZ .....	86
7.1 <i>Zur Reflexion nicht-bewusster Eigenaktivität</i> .....	86
7.2 <i>Die Eigenaktivität aus der Perspektive des Subjekts</i> .....	88
Literaturverzeichnis .....	91
Anhang .....	105
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>105</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>106</b>
Schriftliche Anweisungen für die Vpn in Untersuchung 1 und 2 .....	107
<b>UNTERSUCHUNG 1: .....</b>	<b>107</b>
<b>INSTRUKTION ZUM EXPERIMENT „WAHRNEHMUNG INNERHALB DES HANDELNS“ .....</b>	<b>107</b>
<b>INSTRUKTION ZUM EXPERIMENT „WAHRNEHMUNG AUßERHALB DES HANDELNS“ .....</b>	<b>107</b>
<b>UNTERSUCHUNG 2: .....</b>	<b>107</b>
<b>INSTRUKTION ZUR HERSTELLUNG VON GERÄUSCHSYNCHRONITÄT: .....</b>	<b>107</b>
<b>INSTRUKTION ZUR HERSTELLUNG VON GERÄUSCHIDENTITÄT: .....</b>	<b>107</b>
<b>AUSSCHNITTE AUS DEN INTERVIEWS: .....</b>	<b>107</b>
Ehrenwörtliche Erklärung .....	110

## Zusammenfassung

In sportwissenschaftlichen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass nicht bewusste antizipative Prozesse, auf deren Grundlage die Sportler handeln, schon vor Beginn der Bewegungsausführung vom Sportler subjektiv strukturiert werden. In diesem Vorgang findet ein Austausch von wahrgenommenen Aspekten der eigenen Bewegung und Aspekten der Umwelt statt, die sich im Erleben der Sportler wiederum auf die Bewegungsausführung auswirkt. Dieser Gedanke wird in der vorliegenden Arbeit mit den Tappingexperimenten der Synchronisationsforschung in Zusammenhang gebracht. Bei der Synchronisation von zwei Ereignissen entsteht das Phänomen der negativen Asynchronie, wie die Differenz zwischen dem Click eines Metronoms und dem Tap einer Versuchsperson genannt wird. Dieses seit rund 100 Jahren in der experimentellen Psychologie beforschte Phänomen stellt eine bisher noch nicht geschlossene Lücke in der Kenntnis der Wahrnehmungsvorgänge innerhalb des Handelns dar. Die Forschungsfrage in dieser Arbeit verfolgt den Aspekt, dass sich die eigene Handlungsausführung auf die wahrgenommene Welt innerhalb des phänomenalen Erlebens der handelnden Person handlungsleitend auswirkt.

In Synchronisationsexperimenten (Kapitel 1) wird die zeitliche Steuerung von Handlungen analysiert. Dazu haben die Versuchspersonen die Aufgabe, unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ zu einem vorgegebenen Metronomschlag mit dem Finger zeitgleich zu tappen. Innerhalb der Synchronisationsforschung wird die im Handeln entstehende Differenz zwischen physikalisch Null und der Handlung der Vp als negative Asynchronie oder als „Antizipationsfehler“ bezeichnet. Erklärungsansätze der experimentellen Psychologie zum Phänomen der negativen Asynchronie beziehen sich auf Modellannahmen der Neurophysiologie und der Kognitionsforschung und stehen damit unter einem entsprechenden Menschenbild. Damit geht einher, dass Bezüge zu subjektiven Handlungs- und Wahrnehmungskriterien aus den forschungsleitenden Fragen herausgenommen werden. Auf der Basis dieser Modelle wird für die Verarbeitung von Reizen ein gemeinsamer funktionaler Ort angenommen, der sich auf einer außerhalb von subjektiv geprägten Einflüssen liegenden Ebene, der so genannten distalen Repräsentationsebene befindet. Für den Synchronisationsvorgang bedeutet dies, dass dieser wirkungsbezogen über den distalen Reiz erfolgt.

Dennoch ist auf die experimentelle Evidenz neurophysiologischer Arbeiten hinzuweisen, die zwei auf unterschiedlichen Wegen arbeitende und dennoch voneinander abhängige Verarbeitungsstränge, für die visuelle Wahrnehmung nachwies, die für die Kopplung von Wahrnehmung und Handlung zuständig sind. In Bezug auf das Synchronisationsphänomen könnte es bedeuten, dass die Verarbeitung möglicherweise auf anderen Ebenen bereitgestellt werden kann. Die Ebene des Erlebens während der Handlungsausführung, denen die Wahrnehmung ebenfalls unterliegt, wird an dieser Stelle wieder aufgenommen und liegt im vorliegenden Forschungsinteresse.

In Kapitel 2 liegt der Fokus auf sportwissenschaftlichen Konzepten. Neben einer großen Anzahl von Ansätzen, die sich mit der menschlichen Bewegung auseinandersetzen, ist besonders auf den Gegenstandsbereich der intentionsorientierten Ansätze im Gegensatz zu den funktionsorientierten Ansätzen hinzuweisen. Unter dem intentionsorientierten Ansatz subsumieren sich der handlungstheoretische, der phänomenologische und der gestalttheoretische Ansatz. Diese Ansätze, wie sie auch innerhalb der sportpädagogischen Lehr-Lerntheorien Anwendung finden, interessiert die Entwicklung einer subjektiven Handlungsstruktur auf der Basis des phänomenalen Erlebens während der Bewegungsausführung, die sich innerhalb des Lernvorgangs ausbildet. In Bezug auf diese Konzepte wird ein subjektorientierter Zugang zum Phänomen der negativen Asynchronie entwickelt.

In Kapitel 3 und Kapitel 4 werden auf der Basis von Konzepten der Wahrnehmungstheorien wie der Handlungstheorie, aber auch des experimentellen Ansatzes der Psychoakustik und von

Konzepten, die über die Differenzierung von Wahrnehmungsinhalten im Handlungsvorgang Aufschluss geben, wie z. B. das Reafferenzprinzip, auf Unvereinbarkeiten zwischen physikalischer und psychologischer Welt hingewiesen. Es wird angenommen, dass der subjektive Eindruck der eigenen Bewegung, der sich mit der Bewegungsausführung einstellt u.a. über die Bewegung beeinflusst werden kann und letztlich darüber die Bewegung zu beeinflussen ist. Dies beinhaltet, dass u.a. auch nicht bewusste antizipative Prozesse vor einer Bewegungsausführung für eine Passung zwischen Mensch und Umwelt zuständig sind. In Bezug auf die Synchronisationsforschung bietet die Frage nach den Fähigkeiten des Subjekts einen neuen Zugang zum Phänomen der negativen Asynchronie.

Kapitel 5 diskutiert mit den lehr-lerntheoretischen Konzepten des phänomenorientierten Ansatzes der Sportpädagogik, die sich mit dem Lernen von Bewegungen unter der metaphorischen Instruktion beschäftigen, die Möglichkeiten der Einflussnahme der Semantik der Metapher auf Bewegungen. Bezüge zu philosophischen Theorien, die sich mit dem Aspekt des Bewusstseins innerhalb des phänomenalen Erlebens beschäftigen, verdichten die Annahme der subjektiv beeinflussbaren Handlungsvorbereitung.

Aus dieser Kenntnis heraus wird ein Experimentaldesign entwickelt (Kapitel 6), das sich zwar am Design der Tappingexperimente der Synchronisationsforschung orientiert, den Fokus jedoch auf die Bedingungen innerhalb des Subjekts und nicht auf das Resultat legt, unter denen das Phänomen der negativen Asynchronie entsteht. Angenommen wird, dass die Differenz zwischen Click und Tap eine notwendige Lücke darstellt und sich innerhalb der Grenzen der negativen Asynchronie, die den Vpn im übrigen während des Handelns nicht bewusst ist, der Zeitraum zu finden ist, indem sich das phänomenale Erleben der Vp und die dazugehörigen handlungsvorbereitenden Maßnahmen entwickeln

Um diese Annahmen überprüfen zu können, wurden zwei Hypothesen für die nachfolgend vorzustellende Untersuchung leitend:

Hypothese 1: Wahrnehmen im Handeln ist etwas anderes als Wahrnehmen ohne Handeln.

Hypothese 2: Metaphorische Instruktionen verändern die negative Asynchronie.

Die Differenz zum Metronomclick, dem symbolischen und physikalischen Nullpunkt bleibt. In Anlehnung an die anthropologische Philosophie und gegenwärtige Theorien der Bewusstseinsphilosophie wird in einem Fazit (Kapitel 7) geschlussfolgert, dass die Differenz auf Mechanismen beruht, die innerhalb des Subjekts liegen. Die erzielten Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass die Vpn den Metronomclick zwar als Umweltinput für ihr Handeln nutzen, ihn jedoch auf einer subjektiven Handlungsebene verarbeiten. An dieser Stelle stehen sich sehr deutlich Physik und Psychologie gegenüber. Was innerhalb des Handelns als gleichzeitig erkannt wird, zeigt sich außerhalb des Handelns als ungleichzeitig. Aus einem auf das Subjekt gerichteten Blick ist anzunehmen, dass innerhalb des Handelns der phänomenale Charakter der subjektiven Handlungsstruktur aktiv wird. Innerhalb der anschaulichen Welt, dem phänomenalen Erleben des Handelnden, erfährt er sich selbst als gleichzeitig. Das sie im Handeln ungleichzeitig sind, ist den Vpn nicht bewusst. Damit erfährt die subjektive Wahrnehmung innerhalb der Bewegungsausführung eine andere Gewichtung und deutet daraufhin, dass wir auf der Basis der Interpretation unserer eigenen Wahrnehmung handeln.

## Einleitung

Mit dieser Arbeit, die sich am Design der Tappingexperimente der Synchronisationsforschung orientiert, wird der Versuch unternommen zu überprüfen, inwieweit intra- und interindividuelle Bedingungen des Subjekts in der Handlungsausführung handlungsleitende Strukturen bilden. Dieser Ansatz nimmt eine Gegenposition zu vorliegenden Konzepten der experimentellen Psychologie ein, deren Forschung zu den Tappingexperimenten auf neurophysiologischen Modellen basiert (u.a. Aschersleben 1994; Prinz 1990).

Dem Ansatz, auf der Grundlage dieser Modelle die Erforschung des Zusammenspiels von Wahrnehmung und Handlung objektiv betrachten zu können, wird ein theoretisches Konzept gegenüber gestellt, das seine Grundlage in der sportpädagogischen Forschung der Sportwissenschaft zur Bedeutung des Subjekts in Bezug auf die Handlungsausführung, wie es in neuester Zeit entwickelt wurde, hat. Die sportpädagogischen Konzepte stützen sich auf die anthropologische Grundannahme Plessners (1975), in einem Akt der „exzentrischen Positionalität“ auf sich selbst zu reflektieren. Damit wird auf die Fähigkeit des Menschen geschlossen, auf subjektiv gebildete Strukturen während der Handlungsausführung zurückzugreifen, die im Bereich des phänomenalen Erlebens während der Handlungsausführung gebildet werden.

Angenommen wird ein subjektiv erzeugter Prozess, der für die Handlungsregulation innerhalb des sich-bewegenden Subjekts zuständig ist. Zahlreiche Phänomene, wie sie in wahrnehmungsorientierten Theorien diskutiert werden, geben Hinweise auf Einflussfaktoren, die im zu betrachtenden Subjekt liegen müssen. In einem Spannungsfeld, in dem zwischen Subjekt und Objekt, zwischen physikalischer und psychologischer Welt, zwischen Eigen- und Fremdwahrnehmung unterschieden werden kann, kristallisiert sich heraus, dass die innerhalb des Handelns gewonnenen Wahrnehmungseindrücke nicht mit denen außerhalb einer Handlung gleichzusetzen sind.

In Kapitel 1 wird anhand der Synchronisationsforschung ein Überblick über gegenwärtige Forschungsansätze zum Zusammenspiel von Wahrnehmung und Handlung auf kognitionstheoretischer und neurophysiologischer Ebene gegeben (Aschersleben 1994; Prinz 1990). In Untersuchungen, die sich mit der zeitlichen Ordnung von Bewegungen beschäftigen, wie es in der Synchronisationsforschung geschieht, wird ermittelt, dass das Phänomen der negativen Asynchronie auf einem so genannten Antizipationsfehler beruht. Die Handlung einer Person ist im Unterschied zu einem konstanten Ereignis beständig zu früh. Forschungsleitend ist dabei die Annahme, dass die Umwelt als ein gemeinsames Repräsentationssystem fungiert. Innerhalb der Modellierung kognitiver Modelle sind Handlungsziele funktional repräsentiert und greifen als Zielrepräsentation in die Steuerung von Handlungen ein. Synchronisation erfolgt somit wirkungsbezogen über den distalen Reiz, der sich auf den Körper bezieht (Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt 1995, 146). Das Bewusstsein wird in diesem Kontext als ein zu vernachlässigendes Epiphänomen verstanden.

In dem bevorzugten kartesischen Denkmodell, wie es in den Forschungsansätzen zur Synchronisationsforschung favorisiert wird, verbleibt auch das Phänomen der negativen Asynchronie auf einer subjektlosen Diskussionsebene. In Kapitel 2 wird, ausgehend von sporttheoretischen Ansätzen, ein Weg aufgezeigt, der das Subjekt als Urheber der Handlungsausführung versteht. Die Position des Ansatzes der Handlungstheorie im Sport, der Handeln als Verhalten versteht, das

„unter subjektiven Absichten intentional, in aktiver Auseinandersetzung mit der Umwelt organisiert [ist]“ (Nitsch 2004),

wird der Position des phänomenorientierten Ansatzes gegenübergestellt, die ihr Anliegen im Sinne eines philosophisch anthropologischen Hintergrundes ausformuliert (Plessner 1975) und auf die Regulationsebenen innerhalb des Subjekts und die damit einhergehende relationale Verflochtenheit von Subjekt und Umwelt verweist. Weiterführend werden die in den Tätigkeitskonzepten vorgestellten Annahmen zur Handlungsausführung russischer Forscher

(Anochin 1983; Bernstein 1967; Leontjew 1966), die einen ersten Bezug zwischen einer Wahrnehmung, die an die inneren Bedingungen des Subjekts gekoppelt ist, und von einer Vermittlung zwischen Umwelt und Mensch über die Sprache ausgehen, zur Argumentation herangezogen. Mit den phänomenorientierten Ansätzen der Sportwissenschaft ist es möglich, den Fokus auf die Bedeutung des phänomenalen Erlebens zu lenken, das einzig dem Subjekt zugeschrieben werden kann. In Bezug auf die Tappingexperimente wird mit diesem Kapitel eine erste Überlegung angestellt, die den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung auf die Fähigkeiten des Subjekts hin orientiert.

Die Bedeutung subjektiver Fähigkeiten für die Handlungsausführung wird in Kapitel 3 unter dem Aspekt des Zeitpunkts des Handelns vertieft. Im Gegensatz zu den Tappingexperimenten der Synchronisationsforschung kann am Aspekt der Gleichzeitigkeit, wie er in den Tappingexperimenten als Handlungsanweisung gefordert ist, aufgezeigt werden, dass subjektive Faktoren, wie das phänomenale Erleben, entscheidend in die Handlungsausführung einwirken. Innerhalb der Synchronisationsforschung hingegen wird die funktionale Grundlage für die wahrgenommene Gleichzeitigkeit untersucht, die im Prinzip neurobiologisch zu erklären wäre (vgl. Pöppel 1987).

Weitere Hinweise auf subjektiv tragende Strukturen, die unser Handeln leiten, liegen in der Fähigkeit der Unterscheidung von Eigen- und Fremdbewegung, wie sie mit dem Reafferenzprinzip (von Holst und Mittelstaedt 1950) diskutiert werden. Das „Modell des erforderlich Künftigen“ von Bernstein (1987) bietet die Möglichkeit, die eigene Bewegungsausführung als auslösendes und reflektierendes Moment innerhalb der Bewegungsausführung zu verstehen. In Kapitel 4 werden die Einflussmöglichkeiten auf die Handlungsausführung innerhalb der Eigenwahrnehmungen diskutiert. In Kapitel 5 wird der funktionale Zusammenhang zwischen Sprache, Motorik und subjektivem Erleben aufgezeigt. Das phänomenale Bewusstsein des Subjekts bietet die Grundlage für das Reagieren auf das einerseits zukunftsschaffende Wirken der Semantik der metaphorischen Instruktion und andererseits das zukunftsschaffende Wirken der Bewegung selbst. Beide Aspekte wirken sich handlungsverändernd aus. Kapitel 6 dokumentiert die experimentelle Untersuchung. Mit einem Fazit in Kapitel 7 werden die Ergebnisse der Untersuchungen auf der Basis der favorisierten Theorien diskutiert.

## 1 Zur Theorie der Synchronisationsforschung

In der sich unter dem Namen Synchronisationsforschung oder Tappingexperimente etablierten Forschung wurde vor ca. 100 Jahren ein grundlegendes Modell entwickelt, mit dem das Phänomen der negativen Asynchronie erstmals beschrieben wurde. Die nachfolgende Darlegung aktueller experimenteller Verhaltensforschung sind dieser theoretischen Standortbestimmung zuzuordnen. In diesem Forschungsfeld haben sich Experimentaldesigns etabliert, die zur experimentellen Überprüfung die einfachen Bewegungen favorisieren, um in diesem Kontext das Zusammenspiel von Wahrnehmung und Handlung zu erläutern. Einfach meint gegenüber komplex, dass ihre kinematischen und dynamischen Merkmale experimentell leichter erfassbar sind, wenn „ihre Komponenten kontinuierlich miteinander zusammenhängen und sie ein kohärentes Verhaltenssegment bilden“ (Prinz 1998, 10). „Einfache Bewegungen“ können in Untersuchungen, in denen die zeitliche Steuerung von Handlungen analysiert wird, experimentell erforscht werden. Es interessiert dabei der Einfluss der Wahrnehmung auf die Handlung und, in einem weiteren Schritt, die Handlungskontrolle. Ebenfalls dienen die Synchronisationsexperimente im Bereich der Handlungskontrolle dazu, das Timing und die Kopplung zwischen wahrgenommenen und/oder antizipierten Reizereignissen versus die ausgeführte Handlung zu überprüfen (Aschersleben 1994, 16).

### 1.1 Die Tappingexperimente der Synchronisationsforschung -Das Paradigma

Um einen Einblick in die Anfänge der Synchronisationsforschung zu gewährleisten, ist auf zwei Personen hinzuweisen, die die Grundlage dieses Forschungszweigs maßgeblich begründet haben. Dies sind die Psychologen Lewis T. Stevens und Knight Dunlap.

Stevens hat als einer der ersten 1886 ein Experimentaldesign entwickelt, mit dem die Synchronisationsfähigkeit von Versuchspersonen (im Folgenden Vp und Vpn) und die zugrunde liegenden Kontrollmechanismen festgestellt werden können. Das bedeutet, dass ermittelt werden kann, auf welche Art und Weise Vpn in der Lage sind, Bewegungen zu bestimmten festgelegten Ereignissen synchron auszuführen. Stevens Versuche hatten jedoch ausschließlich zum Ziel, dass die Vpn einen stabilen oder isochronen Rhythmus einhalten und ihn auch ohne Rhythmusgeber in einer so genannten „Continuationphase“ fortsetzen können. Das Experimentaldesign besteht aus zwei Phasen. In der ersten Phase, der Synchronisationsphase, hören die Vpn einen Metronomschlag (Click) und sollen dazu mit einem Fingertap (Tap) gleichzeitig eine Taste drücken. In der zweiten Phase, der „Continuationphase“, setzt der Metronomschlag aus und die Vpn führen den nun nicht mehr hörbaren Click mit ihrem Tap alleine weiter fort. Stevens stellte fest, dass die Vpn in der ersten Phase eine Differenz zum isochronen Rhythmus herstellen und in der zweiten Phase die Fortsetzung des selbstständig erzeugten Rhythmus sich durch Beschleunigungen und Verlangsamungen auszeichnet.

Während bei Stevens eher die Continuationphase und die Fähigkeit der Vpn, einen zuvor gehörten gleich bleibenden und wiederkehrenden Rhythmus fortzusetzen im Vordergrund der Experimente stand, untersuchte Dunlap (1910) als erster die Synchronisationsleistung von Vpn in Abhängigkeit zu einem Führungssignal. Unter den schon genannten Versuchsbedingungen stellte auch Dunlap heraus, dass die Vpn trotz empfundener Gleichzeitigkeit verfrüht tappen (s. Abb. 1). Dieses, auch in gegenwärtigen Untersuchungen immer wieder zu replizierende Phänomen des verfrühten Tappens der Vpn, erhält von Dunlap die ab diesem Zeitpunkt gültige Bezeichnung „negative Asynchronie oder negativer Synchronisationsfehler“ (Dunlap 1910, 413).

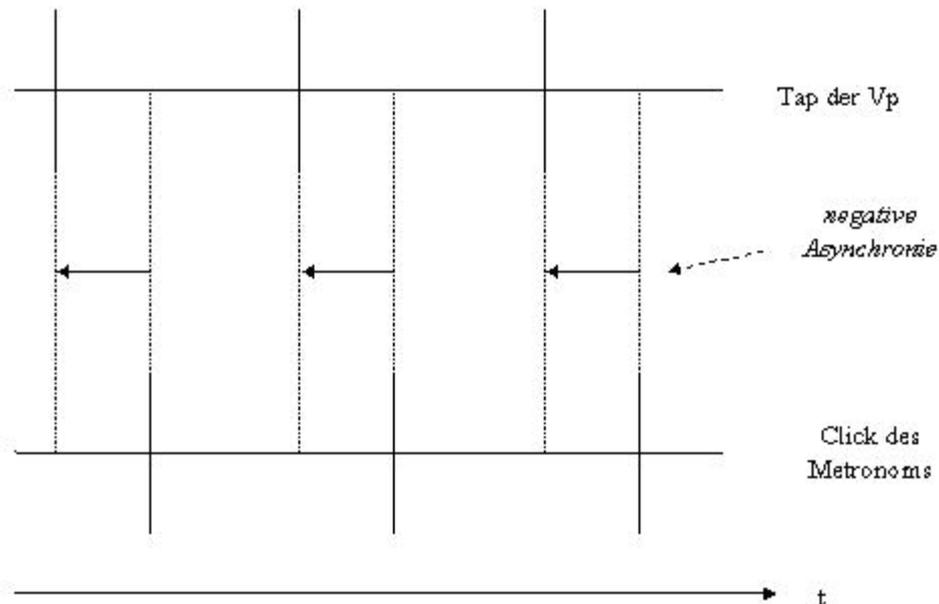


Abb. 1: Darstellung des Phänomens der negativen Asynchronie im Modell

## 1.2 Experimentalforschung zum Phänomen der negativen Asynchronie

Aus diesen Anfängen heraus entstand ein Forschungszeitweig, der sich in Untersuchungen zu sensumotorischen Synchronisationsleistungen (Paillard 1949 und Fraisse 1980 zit. in Aschersleben 1994; Aschersleben 1994; Aschersleben 2000; Aschersleben und Prinz 1997; Mates und Aschersleben 2000; Miedreich 2000) der Erforschung der zeitlichen Steuerung von Handlungen und der Wahrnehmung von zeitlichen Ereignissen annahm. In der gegenwärtigen Forschung der experimentellen Psychologie wurden auf gedächtnistheoretischen Annahmen basierende Untersuchungsansätze entwickelt, die sich anhand kognitiver Modelle um die Erklärung der Kopplung von Wahrnehmung und Handlung bemühen. Innerhalb der kognitiven Modelle gibt es zwei Arten des Verständnisses, interne, psychische Prozesse zu beschreiben. Zum einen nennt Neumann (1996) dafür die bewussten Repräsentationen der Ergebnisse der sensorischen Verarbeitung und zum anderen betont er, dass es ebenfalls eine nicht-bewusste Seite der sensorischen Kontrolle von Verhalten gibt (Neumann 1996, 56; s. auch Neumann, Ansorge und Klotz 1998). Diese Annahme geht konform mit einer Aussage von Prinz, der in diesem Zusammenhang das Bewusstsein als ein zu vernachlässigendes Epiphänomen versteht (Prinz in Roth 2002, 411). Dieser Gedankengang spiegelt sich in den im Folgenden vorzustellenden Arbeiten der Synchronisationsforschung wider.

Mittels des Phänomens der „negativen Asynchronie“ sollte belegt werden, dass Handlungsziele funktional repräsentiert sind und dass diese funktionalen Zielrepräsentationen in die Steuerung von Handlungen eingreifen (Prinz 2000, 42). Das subjektive Erleben von Personen und damit die Ebene der phänomenalen Erscheinungen lagen dabei nicht im Interesse des Ansatzes. Vielmehr waren es die

„Mechanismen der Handlungssteuerung und ihre[n] funktional charakterisierten Zustände[n] und Prozesse[n]“ (Prinz 2000, 42).

Die in neuerer Zeit entstandenen Arbeiten von Aschersleben (u.a. 1994) sind in diesem Zusammenhang zu nennen. Ihre Arbeiten zur Synchronisationsforschung haben den Fokus, die Handlungssteuerung vor dem Hintergrund funktionaler Repräsentationen zu eruieren.



### 1.3 Die negative Asynchronie als systematischer Fehler

Wie der umfangreichen Literatur zur Synchronisationsforschung zu entnehmen ist, stellt sich die negative Asynchronie unter den unterschiedlichsten Bedingungen immer wieder her. Auffällig ist, dass je nach experimentellem Vorgehen Unterschiede in der Größe der negativen Asynchronie feststellbar sind. So weisen Untersuchungen zum Fußtapping größere Asynchronien auf als diejenigen, die durch das Fingertapping entstanden sind. Größere negative Asynchronien sind festzustellen, wenn kein zusätzliches akustisches Feedback gegeben wird (vgl. Müller, Aschersleben, Koch, Freud und Prinz 1999, 235; s. auch O'Boyle und Clarke 1996 zit. in O'Boyle 1997, 487). Untersuchungen, die mit Musikern durchgeführt wurden, zeigen im Ergebnis, dass die negativen Asynchronien weniger bis gar nicht auftreten als bei musikalisch ungeübten Personen (Aschersleben 2000), aber dass zumindest die musikalische Vorerfahrung die Größe der negativen Asynchronie beeinflusst (Aschersleben 1994, 139). In diesem Zusammenhang ist ein Experimentaldesign interessant, das für die Erzeugung des Clicks nicht den für gewöhnlich verwendeten Metronomclick nutzte, sondern die Vp einen Trommelschlag hörte. Der Tap der Vp wurde ebenfalls als Ton einer Handtrommel vorgespielt. Die Vpn tappten hier tendenziell später als der Metronomschlag. Möglicherweise ist der verspätete Tap auf die Instrumentierung zurückzuführen, die von Schulze folgendermaßen gerechtfertigt wird:

„It is well known that the subjective simultaneity of sounds depends on their acoustic properties.“ (Schulze 1992, 286)

Auch verzögertes oder zusätzliches akustisches Feedback bewirkte nicht die Auflösung der negativen Asynchronie, sondern erzielte eine Verringerung gegenüber den Experimenten ohne akustische Rückmeldung (Aschersleben und Prinz 1997; Mates und Aschersleben 2000). Nur Untersuchungen, die ein akustisches Metronom durch ein visuelles Metronom ersetzen, erzielten im Mittel geringere Asynchronien (Kolers und Brewster 1985 zit. in O'Boyle 1997, 486).<sup>1</sup>

Der in allen Untersuchungen ermittelte zeitliche Unterschied zwischen dem Tap der Vp und dem Click des Metronoms lässt darauf schließen, dass die Differenz offensichtlich nötig ist, der Vp den subjektiven Eindruck zu vermitteln sie sei zeitgleich mit dem Taktgeber. Aschersleben kommentiert diese Überlegung wie folgt:

„Um wahrgenommene Gleichzeitigkeit der beiden sensorischen Codes zu erreichen, muss der Tap um einen bestimmten Betrag (der in etwa die Differenz der beiden Verarbeitungszeiten widerspiegelt) vor dem Klick ausgeführt werden.“ (Aschersleben 1994, 22)

Basierend auf dem ursprünglichen Experimentaldesign (Stevens, Dunlap), das heißt, zu einem isochronen Rhythmus zeitgleich zu tappen, bieten sich nach Aschersleben bei der Untersuchung des Phänomens der negativen Asynchronie Aufgaben an, bei denen „Merkmale der Wahrnehmungsinhalte bereits Merkmale der Handlungen spezifizieren“ (Aschersleben 1994, 14), und somit empirisch prüfbar sind. So wurden mit ihrem Ansatz drei Bedingungen geprüft:

---

<sup>1</sup> Weitere Untersuchungsansätze überprüften den Einfluss der Intervalldauer des Führungssignals auf die Asynchronie oder Eigenschaften des Führungsreizes, wie z.B. Modalität und Komplexität, die Dauer des Intervalls zwischen aufeinander folgenden Signalen (Interstimulus-Intervall) und die Struktur des Interstimulus-Intervalls (Aschersleben 2000, 153). Fraise und Ehrlich (1958) untersuchten die Asynchronie, indem sie die Vpn gegen den Takt, also synkopisch, tappen ließen. Angenommen wird außerdem, dass die Eigenschaften des Führungssignals einen Einfluss auf die Asynchronie haben. Eigenschaften sind in diesem Fall die Modalität (akustisch, visuell, taktil) und die Dauer des Führungssignals.

1. Die Synchronisation zwischen Hand und Fuß in spontanem Tempo (ohne Führungssignal).
2. Die Synchronisation der Hand- (bzw. Fuß-) Bewegung mit einem akustischen Führungssignal.
3. Die Synchronisation der Hand- und der Fußbewegung mit dem Führungssignal.

Im Ergebnis entstand bei allen drei Bedingungen die negative Asynchronie. Um einen Messfehler auszuschließen, wurden Experimente durchgeführt, in denen durch das Versetzen des Rhythmusgebers auf den Tap der Vpn versucht wurde, die negative Asynchronie aufzuheben. Auch hier war festzustellen, dass die Vpn sich stets bemühten, die Asynchronie wieder herzustellen (Aschersleben 2000, 140). Es zeichnet sich ab, dass zum einen der Verdacht eines Messfehlers vernachlässigt werden kann, da sich dieses Phänomen zuverlässig in allen bisher dazu durchgeführten Untersuchungen replizieren ließ. Ebenfalls ist anzunehmen, dass, so Miedreich,

„es dem System prinzipiell ohne weiteres nicht möglich [ist, C.B.], den Synchronisationsfehler zu beseitigen. Vielmehr ist die negative Asynchronie eine Voraussetzung für das Funktionieren des Systems.“ (Miedreich 2000, 126)

Diesen Ergebnissen zufolge wird die „negative Asynchronie“ als „Antizipationsfehler“ (Dunlap 1910, 413) oder „systematischer Fehler“ bezeichnet (Vorberg und Wing 1994, 239).

#### 1.4 Erklärungsansätze der Kognitionsforschung

Anhand des Phänomens der negativen Asynchronie ist das Resultat des Zusammenspiels von Wahrnehmung und Handlung zu beobachten. Obwohl die Vpn von Gleichzeitigkeit berichten, die sie subjektiv empfunden haben, zeigen die Untersuchungsergebnisse eine wenn auch im Millisekundenbereich liegende, aber dennoch deutliche Differenz zwischen externem Rhythmusgeber und subjektivem Eindruck an. Die Ursache der Differenz wird in „Asymmetrien der Wahrnehmung und Verarbeitung zwischen den Modalitäten gesehen“ (Miedreich 2000, 17) und regt von daher zur Ursachensuche an. Die im vorhergehenden Abschnitt vorgestellten Untersuchungen werfen ihrerseits weitere Fragen auf:

1. Warum wird die Zeit, die mit der negativen Asynchronie entsteht, nicht in Rechnung gestellt? (Zum Beispiel Ball fangen oder Tontauben schießen gelingt auch durch Verrechnung von Flugzeiten (Aschersleben 1994, 25).
2. Ist mentale Zeit mit physikalischer Zeit isomorph? (Aschersleben 1994, 25)
3. Sind sensorische Codes wichtiger als motorische Codes? „Das System kann den Zeitpunkt des motorischen Kommandos so bestimmen [...], dass genau diese Koinzidenz zweier sensorischer Codes garantiert wird.“ (Aschersleben 1994, 26)
4. Wird die Datierung einer Bewegung durch den antizipierten Bewegungseffekt gesteuert? (Aschersleben 2000, 138)

Zur Erklärung der zeitlichen Steuerung von Handlungen und auch zur Ursachenforschung des Phänomens der negativen Asynchronie wurden Modelle entwickelt, die anhand von Hypothesen überprüft werden.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Zusätzlich sind hier u.a. die „P-Center-Hypothese“ (Morton, Marcus und Frankish 1976), die „Bewertungshypothese“ und die „Evaluationshypothese“ zu nennen (in Aschersleben (1994) angegeben), die die Mechanismen und Prinzipien der Kopplung zwischen Stimulus und Handlung bei periodischen Handlungen analysieren.

Als eine der tragenden Hypothesen für die Synchronisationsforschung wird im Folgenden die „Paillard-Fraisse-Hypothese“ (s. Kapitel 1.3.2), mit der die Kopplung zwischen wahrgenommenen und antizipierten Reizereignissen und der ausgeführten motorischen Handlung überprüft wird, ausführlich beschrieben. Dabei interessiert, wie präzise Synchronizität zwischen Reizereignissen und motorischen Ereignissen hergestellt werden kann und welche Faktoren diese Präzision bestimmen (Aschersleben 1994, 18). Das in diesem Zusammenhang zu nennende „Wing-Kristofferson-Modell“ (s. Kapitel 1.3.1) wird in seinen Grundannahmen zunächst vorgestellt. Mit dem Modell wird ein Timing-Mechanismus angenommen, der für die zeitliche Steuerung von Handlungen zuständig ist.<sup>3</sup>

#### 1.4.1 Das Wing-Kristofferson-Modell

Der Ansatz der Annahme eines Timing-Mechanismus beruht auf der nach Stevens benannten Continuation- oder Synchronisationsphase. Die negative Asynchronie wird als eine notwendige Eigenschaft dieses Mechanismus' angesehen. Es entstehen dabei Fragen, die an der Präzision einer periodischen Sequenz von Handlungen und an den Faktoren, die diese Genauigkeit bestimmen, interessiert sind, in einem weiteren Schritt aber auch danach fragen, welche Abweichungen von der Regularität auftreten und wie sie entdeckt und korrigiert werden (Aschersleben 1994, 16). Die Resultate ermöglichen die Annahme, dass der Timer unabhängig von der motorischen Ebene arbeitet, was bedeutet, dass der Timer durch das extern vorgegebene Taktsignal gestartet wird (Miedreich 2000, 125). Ein Modell, das diesen Timing-Mechanismus beschreibt, ist zum Beispiel das Zwei-Prozess-Modell von Wing und Kristofferson (1973<sup>a, b</sup>). Es wird angenommen, dass für die Präzision beim Tapping zwei unabhängige Prozesse zuständig sind, die jeweils für sich Variabilität erzeugen (Aschersleben 1994, 17). Die zwei beteiligten Prozesse werden als hierarchisches Modell verstanden, aufgeteilt in einen zentralen Prozess, den Timerprozess (auch innere Uhr genannt), der auf zentraler Ebene angesiedelt ist und in den Motorprozess (peripher ablaufender Prozess), der die Integration einzelner Bewegungen gewährleistet und auf motorischer Ebene angesiedelt ist (Miedreich 2000, 30). Hinzukommt, dass zwischen der Generierung und der Ausführung des motorischen Kommandos durch das motorische System Zeit vergeht. Dadurch tritt eine Verzögerung zwischen den Zeitpunkten des zentralen Timers und der beobachtbaren Reaktion ein. Die Struktur der Abhängigkeiten und die zeitliche Variabilität bei der Steuerung sind dabei nicht zufällig, sondern die Beobachtungen spiegeln die Eigenschaften der zugrunde liegenden Mechanismen in den Handlungen wider (Miedreich 2000, 30). Die Eigenschaften sind hierbei sowohl die Variabilität des Timerprozesses als auch die des Motorprozesses (Miedreich 2000, 32).

Wing und Kristofferson (1973<sup>a, b</sup>) machen mit ihrem Modell Aussagen über die Varianz der Produktion von Zeitintervallen, wobei sie auf einen Timermechanismus schließen (Miedreich

---

<sup>3</sup> Weitere Modelle von Korrekturmechanismen in diesem Kontext (zit. in Miedreich 2000, 58ff.): Lineare Korrektur auf der Basis der vorangegangenen Asynchronie bei einfachen Tappingaufgaben (einhändig getappter Rhythmus) (Hary und Moore 1987a,b; Mates 1994a,b; Pressing und Jolley-Rogers 1997). Nichtlineare Korrekturmechanismen auf der Basis von zwei oder mehr vorhergehenden Asynchronien: Offbeat-Tapping (Tapping zwischen zwei Takten des Signals) (Fraisse und Ehrlich 1955; Vos und Helsper 1992). Bimanuales Tapping (Deutsch 1983; Franz, Ivry und Helmuth 1996; Glencross, Piek und Barrett 1995; Summers 1989; Summers, Ford und Todd 1993). Synchronisation von Polyrythmen (Jagancinski, Marshburn, Klapp und Jones 1988; Peper, Beek und Vanwieringen 1995; Summers, Todd und Kim 1993, Summers et al. 1993).

2000, 22).<sup>4</sup> Allerdings basiert dieser Ansatz auf den Intervallen zwischen diskreten Ereignissen, der mit einem linearen Modell der Zeitgebung erklärt wird (Vorberg und Wing 1994, 225).

#### 1.4.2 Die Paillard-Fraisse-Hypothese

Der von Aschersleben (1994) verwendete Untersuchungsansatz geht auf den Ansatz der französischen Psychologen Paul Fraisse (Untersuchung von 1980 zit. in Aschersleben 1994, 20) und Jacques Paillard (1949) zurück. Die nach ihnen benannte „Paillard-Fraisse-Hypothese“ geht in ihrem Modell davon aus, dass die negative Asynchronie durch eine anatomisch zu begründende Distanz zwischen Ohr und Gehirn sowie Hand und Gehirn entsteht (Aschersleben 1994, 22). Der Ansatz besagt, dass das System den Tap der Vpn und den Click des Metronoms synchronisiert, indem es den sensorischen Code, der den Tap repräsentiert und den sensorischen Code, der den Click repräsentiert zur zeitlichen Übereinstimmung bringt, das heißt, Koinzidenz zwischen den sensorischen Codes herstellt (Aschersleben 1994, 21). Daraus folgt, dass die codierten Ereignisse selbst nicht mehr koinzidieren können, weil die Verarbeitungszeiten unterschiedlich sind. Der sensorische Code benötigt mehr Zeit, um von der Hand bis zum Gehirn zu gelangen als vom Ohr zum Gehirn. Das bedeutet, dass die Bewegung aufgrund unterschiedlicher Nervenleitungs- und zentraler Verarbeitungszeiten für Stimulus und Bewegung zeitlich vor dem Stimulus erfolgen muss, um Synchronizität auf zentraler Ebene zu erzielen (Aschersleben 1994, 11). Aschersleben schließt mit den Ergebnissen ihrer Arbeit, die auf der Paillard-Fraisse-Hypothese basieren, zum einen darauf, dass Synchronisation nicht auf der Ebene motorischer, sondern auf der Ebene externer oder wahrgenommener Ereignisse stattfindet.

Für die Überprüfung dieser Hypothese interessieren in den Experimenten von Aschersleben Fragen, die sich mit der Möglichkeit einer Veränderung der Größe der negativen Asynchronie beschäftigen. Sie nimmt an, dass die Größe der negativen Asynchronie direkt von der Zeit abhängt, die zwischen dem Tap-Onset und dem Onset des zentralen Codes, der diese Ereignisse repräsentiert, vergeht. Je länger dieses Intervall ist, „umso mehr muss der Tap dem Click vorausgehen.“ (Aschersleben 1994, 36)<sup>5</sup> Weiter fragt sie, ob die negative Asynchronie nach einer genügend großen Anzahl von Sitzungen verschwindet (Aschersleben 1994, 36) und überprüft in Kontrollexperimenten, ob die negative Asynchronie möglicherweise durch die perzeptiven Eigenschaften der verwendeten Reize verursacht wird. Wenn diese Überlegungen zutreffend sein sollten, würde dieser Ansatz eine Seite des im Folgenden vorzustellenden Common-Coding-Ansatzes bestätigen.

#### 1.4.3 Der Common-Coding-Ansatz

Prinz (1990) fragt auf einer kognitionstheoretischen Ebene, was das kognitive System bei Synchronisationsaufgaben leisten muss. Da es, wie mit den theoretischen Überlegungen in den Untersuchungen zur negativen Asynchronie angenommen wird, nicht in der Lage ist, die zeitlichen Beziehungen der beteiligten Ereignisse selbst zu steuern, muss ein funktionaler Ort oder eine Ebene zentraler Repräsentationen (Paillard-Fraisse-Hypothese) auf der Synchronizität hergestellt wird, angenommen werden (vgl. Aschersleben 1994), der diese Arbeit leistet. Mit dem Common-Coding-Modell wird ein Ansatz vorgestellt, der die Möglichkeit impliziert, Repräsentationen von äußeren Ereignissen und Repräsentationen eigener Handlungen miteinander zu verschränken. Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt

---

<sup>4</sup> In der Frage nach der Lokalisation des Timerprozesses bzw. Mechanismus geben Ivry und Keele (1989) das Kleinhirn an (vgl. Miedreich 2000, 32). Auch von Edelman und Tononi (2002) wird das Kleinhirn im Zusammenhang zu Koordination und Synchronisation von Bewegungen gesehen.

<sup>5</sup> Unter der Voraussetzung, dass die Zeit vom Onset des Signals bis zur Generierung des entsprechenden sensorischen Codes konstant bleibt (Aschersleben 1994, 36).

(1995, 129) gehen davon aus, dass die Inhalte unserer Wahrnehmungen sich aus so genannten distalen Ereignissen zusammensetzen. Ereignisse und Objekte distalen Charakters sind Vorgänge, die in der Umgebung geschehen, sich aber auch auf unseren Körper beziehen. Sie werden nicht als Reizmuster in den Sinnesorganen wahrgenommen oder als Erregungsmuster im Gehirn abgebildet, sondern als Vorgänge, die sich außerhalb des Nervensystems abspielen (Prinz et al. 1995, 129).<sup>6</sup> Dieser Ansatz beruht auf einer gedächtnistheoretischen Grundannahme, vor deren Hintergrund ein gemeinsames Repräsentationsmedium für eigene Handlungen und fremde Ereignisse angenommen wird. Darin werden handlungsbedingte und handlungsunabhängige Ereignisse auf die gleiche Weise repräsentiert.<sup>7</sup> Unter dieser Prämisse werden die Repräsentationen eigener Handlungen mit dem Merkmal distaler Referenz ausgestattet (Prinz et al. 1995, 133). In den Codes sind die proximalen Erregungs- und Aktivierungsmuster vertreten, auf deren Grundlage die ihnen zugrunde liegenden distalen Ereignisse (re-) konstruiert werden (Prinz et al. 1995, 134).

Der Idee der gemeinsamen Codierung ging die Annahme des Separate-Coding-Ansatzes von Prinz (1990, 1992) voraus. In diesem Vorgängermodell zum Common-Coding-Ansatz stehen sensorische Codes, die eine Folge der afferenten Reizung sind und proximale Referenz besitzen den motorischen Codes, die für die Erregungsmuster an Effektoren zuständig sind, unverbunden gegenüber. Verhalten oder mit anderen Worten, das Erreichen eines Handlungsziels wäre nach diesem Modell nicht möglich. So wird mit diesem Modell zunächst ein Übersetzungsmechanismus angenommen, der die sensorischen und die motorischen Codes miteinander verbindet. Wenn jedoch, so Aschersleben

„perceptual events as well as actions have the same representational format, there is no longer any need for translation mechanism that mediate between incommensurable formats.“(Aschersleben 1999, 295)

Aschersleben nimmt in ihren Arbeiten (1994, 1999) an, dass

“wahrgenommene Koinzidenz von Click und Tap auf der physikalischen Koinzidenz ihrer entsprechenden sensorischen Codes basiert.“(1994, 25) Die zeitlichen Ereignisse, die durch eigene und fremde Handlung erzielt werden, werden somit innerhalb der physikalischen Zeit überprüft (s. auch Bridgeman 1999; Hommel und Stränger 1994; Knuf, Aschersleben und Prinz 2001).

Daraus folgt, dass kein Übersetzungsmechanismus eingesetzt werden muss, der eine wirksame Form von Handlungsrepräsentation ermöglicht. Das in Abb. 2 dargestellte Modell von Prinz (1992) verdeutlicht diese Annahmen.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Die kritische Grenze ist nicht die Hautoberfläche, sondern die Sinnesoberfläche, die das Nervensystem von seiner Umgebung trennt (Prinz et al. 1995, 129)

<sup>7</sup> Diese Annahme bezieht sich auf das Modell (MacKay in Prinz 1995) des Zusammenhangs von Eigenbewegung und ihren perzeptiven Konsequenzen (Prinz et al. 1995, 134).

<sup>8</sup> Unterstützung erhält dieser Ansatz, so Aschersleben „from several different paradigms, for example, sensorimotor synchronization (Aschersleben und Prinz 1995, 1997; Gehrke, Aschersleben und Prinz 1999), the ideomotor phenomenon (Knuf 1999), stimulus-response compatibility (Hommel 1993; Lippa 1996; Stürmer, Aschersleben und Prinz 1999), as well as other interference paradigms (Müsseler und Hommel 1997; Schubö, Aschersleben und Prinz 1999; Wühr und Müsseler 1997).“ (Aschersleben 1999, 295)

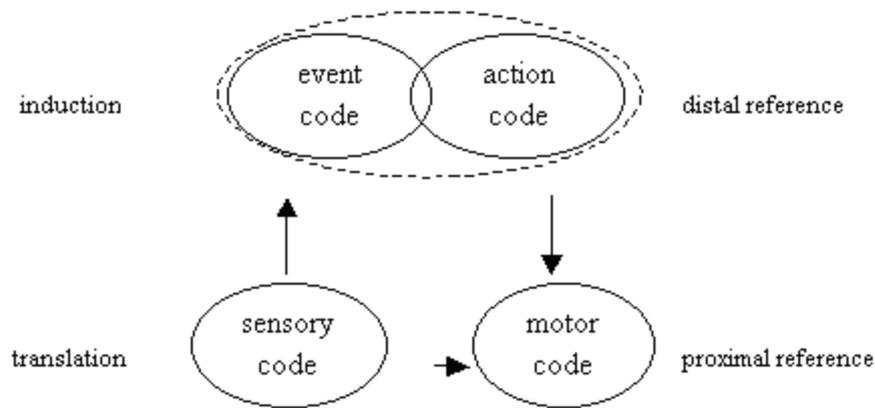


Abb. 2: Common-Coding-Modell (Prinz 1990)

Nach Prinz et al. (1995, 150) kommt es auf Seiten der Reaktion ebenfalls nicht auf anatomische Verbindungen, sondern auf umweltbezogene, räumliche Parameter an. Im Gegensatz zur Paillard-Fraisse-Hypothese wird aus dieser Sicht auch die Annahme verständlich, dass der wahrgenommene Reiz bzw. seine Position offenbar nicht in retinalen oder anderweitig anatomiebezogenen Koordinaten repräsentiert wird.

#### 1.4.4 Die distale Repräsentationsebene als funktionaler Ort

Im Common-Coding-Modell wird davon ausgegangen, dass es auf dieser angenommenen Repräsentationsebene möglich sein muss, sich nicht nur auf Repräsentationen von bereits gegebenen Ereignissen und Handlungen (Wahrnehmungskodes) zu beziehen, sondern auch auf intendierte, erst noch zu realisierende Handlungen (Handlungskodes) (vgl. Prinz et al. 1995, 138).<sup>9</sup> Ereignisse eigener Handlungen und handlungsunabhängige Ereignisse sind durch das Prinzip distaler Referenz und damit aufgrund ihrer angenommenen gemeinsamen Eigenschaften als Ereignisse in der Umwelt auf dieser distalen Repräsentationsebene kommensurabel repräsentiert (vgl. Aschersleben 1994, 13; s. auch Prinz et al. 1995, 137/138). Die distale Repräsentationsebene ist als Weiterführung der klassischen Position des Reafferenzmodells von von Holst und Mittelstaedt (1950) (detaillierter s. Kapitel 4.1.1) und dem Evaluationsprinzip von MacKay (1970 in Prinz et al. 1995) zu verstehen. Die inhaltliche Grundlage der Handlungssteuerung ergibt sich damit aus den zeitlichen Verhältnissen, in denen die Codes generiert werden. Um ein regelgeleitetes Übersetzen von afferenten und

<sup>9</sup> An dieser Stelle wird auf das Evaluationsprinzip von MacKay (in Prinz et al. 1995) verwiesen, das besagt, dass Signale, die aus der Umwelt stammen, als Objekte und Ereignisse interpretiert werden und Signale, die Eigenbewegung melden (z.B. Efferenzkopien), als Ereignisse innerhalb des gleichen umgebenden Raumes repräsentiert werden. Das so genannte Evaluationsprinzip ist eine von MacKay entwickelte Alternative zum Kompensationsprinzip, bei dem das Bewegungssignal als Kompensationssignal fungiert, das die Störeffekte ausgleicht, die im afferenten Signal als Folge der Bewegung auftreten (Prinz et al. 1995). Es lokalisiert den Vorgang, indem Eigenbewegung auf der Ebene der distalen Repräsentation in Rechnung gestellt wird (Prinz et al. 1995, 136).

efferenten Strukturen zu gewährleisten, werden sie mit dem Merkmal distaler Referenz ausgestattet. Afferente Strukturen repräsentieren in diesem Fall Objekte und Ereignisse in der Umwelt und efferente Strukturen repräsentieren intendierte Bewegungs- und Handlungsfolgen als Ereignisse in der Umwelt.

### 1.5 Neurophysiologische Erklärungsansätze

Für die empirische Verifizierung des Common-Coding-Modells werden zunächst Konzepte genannt, die von der Bewegung ausgehen. Diese sind z. B. das Prinzip der Mitbewegung oder ideomotorischen Bewegung, aber auch die rhythmische Bewegung als Möglichkeit, sich zu einem bestimmten Ereignis zu synchronisieren. Diese Ansätze sind unter anderem auch in der sportwissenschaftlichen Forschung bekannt. Da diese Konzepte nicht den gewünschten empirischen Erklärungswert besitzen, wird stattdessen gefragt, ob zum einen die Differenzen in der gemeinsamen distalen Codierung und damit zum anderen in der Einheit von Wahrnehmung und Handlung liegen, wie es das Common-Coding-Modell vorschlägt<sup>10</sup>. Im Hinblick auf das Phänomen der negativen Asynchronie werden jedoch hauptsächlich Konzepte der neuronalen Modellierung von Handlungen favorisiert.

Diese Theorien geben explizit die Unterschiedlichkeit der Erregung neuronaler Laufzeiten an, die die objektive Ungleichzeitigkeit bestimmen. Auf die subjektive Qualität dieser zeitlichen Differenz, der empfundenen Gleichzeitigkeit, wird nicht verwiesen. Es wird auch die Annahme getroffen, dass oszillatorische Prozesse der Antizipation des Führungssignals und taktil/kinästhetischer Rückmeldung die Gleichzeitigkeit verhindern, da beide Prozesse die gleiche Frequenz haben (Aschersleben 1994, 115). Für diese, von Pöppel (1989) als physikalisch bezeichnete Probleme, steht dem Gehirn eine Strategie zur Verfügung, die eine Verarbeitung auf der subjektiven Ebene verhindert (Pöppel 1989, 26). Die zeitliche Abstimmung und der geordnete zeitliche Ablauf psychischer Funktionen werden durch neuronale Koordinationsprogramme ermöglicht, die sich als oszillatorische Vorgänge in neuronalen Populationen erfassen lassen.<sup>11</sup> Dem Gehirn steht durch einen „neuronalen Oszillator“ ein System, eine Uhr zur Verfügung, durch das die einzelnen Aktivitäten koordiniert werden können. Mit Hilfe neuronaler Oszillationen schafft sich das Gehirn Funktionszustände innerhalb einer Periode einer solchen Oszillation, die als „gleichzeitig“ für alle Module definiert werden können. (Pöppel 1989, 26) Dieses System könnte dazu genutzt werden, auf 30 - 40 ms beschränkte Systemzustände zu definieren, die auch als Grundlage zur „Ereignisidentifikation“ genutzt werden könnten (Pöppel 1989, 28; s. auch 1987). Müller unterstützt diesen Ansatz in Bezug auf die Steuerung und Kontrolle der Verarbeitung zeitlicher Muster. Sie sagt, dass daran „höhere kognitive kortikale Mechanismen beteiligt [sind], die, je nachdem, ob ein zeitlicher Abgleich inter- oder intramodal erfolgt, in verschiedenen Arealen lokalisiert sind.“ (Müller 2000, 309)<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Roth unterstützt den Gedanken der Einheit von Perzeption und Aktion. Auf zellulärer Ebene unterstützen so genannte antizipatorische Neurone die Wahrnehmung von handlungsrelevanten Objekten. Damit geschieht die Planung von Bewegung und Ausführung schon auf der Ebene einzelner Neurone (Roth 2002, 387).

<sup>11</sup> Auf Oszillationen der so genannten Korrekturimpulse, die im Bereich zwischen 8 bis 14 Hz liegen, wies schon Bernstein (1957<sup>1</sup> in 1987,191) hin. Dieser  $\alpha$ -Rhythmus wird als Mechanismus betrachtet, der den Koordinationsprozessen ihren bestimmenden Zeitparameter als innere physiologische Uhr vorgibt.

<sup>12</sup> An dieser Stelle ist auf die in der Literatur einschlägig bekannten Ausführungen in Bezug auf die Verarbeitung visueller Wahrnehmung aufmerksam zu machen. Gegenwärtige Diskussionen und theoretische Einordnungen (Norman 2002) um die Verarbeitung visueller Wahrnehmung auf der Basis von zwei Verarbeitungssträngen haben ihren Ursprung in den späten 60er Jahren des letzten Jahrhunderts. Untersuchungen an Tieren (Held 1970; Ingle

Im visuellen Cortex wird bei der Verarbeitung der visuellen Wahrnehmung von zwei unabhängigen Verarbeitungssträngen, dem dorsalen und dem ventralen Strang, gesprochen<sup>13</sup>. Milner und Goodale (1995, 24) bestätigten in Untersuchungen die Erkenntnisse von Ungerleider und Mishkin (1982) und damit die Existenz der zwei angenommenen Verarbeitungsstränge, die unsere Handlungen steuern (s. auch Milner und Dijkerman 1998). Diese von ihnen beschriebenen neurophysiologischen Konstanten, der dorsale und der ventrale Strang, die miteinander kommunizieren, ermöglichen unterschiedliches Handeln und die Frage, ob die Identität des Wahrgenommenen nur über eine Modalität erkannt wird.

Die beiden Verarbeitungsstränge haben unterschiedliche Funktionen und verarbeiten somit die gleiche eingehende visuelle Information auf unterschiedliche Weise. Unterschieden wird in die „visual control of action“ und in „visual perception“ (Milner und Goodale 1995, 1). Trotz ihrer verschiedenen Funktionen in Bezug auf das Erinnern und Identifizieren visueller Information, der Unterscheidung zwischen räumlicher und zeitlicher Information, Geschwindigkeit<sup>14</sup> oder Bewusstsein, um nur einige Bereiche zu nennen (Norman 2002, 84 f),<sup>15</sup> arbeiten sie dennoch nicht isoliert voneinander, sondern sie kooperieren. Milner und Goodale (1995, 202) argumentieren wie folgt:

„It is therefore to be expected that there will be reciprocal cross-connections between areas in the two streams and there is extensive anatomical evidence that this is so.“<sup>16</sup>

Im Unterschied zu Ungerleider und Mishkin geben sie jedoch dem dorsalen Strang eine neue Bedeutung. Außer dem Lokalisieren von Objekten sehen sie den dorsalen Strang als ein System an, das Bewegung visuell kontrolliert und führt. Im Gegensatz zum ventralen Strang, der visuelle Information in ein exozentrisches Bezugssystem überführt, transformiert der dorsale Strang visuelle Information in ein egozentrisches Bezugssystem, das es z.B. ermöglicht, nach Objekten zu greifen (Norman 2002, 79). Von der Möglichkeit und experimentellen Evidenz ausgehend, dass zwei auf unterschiedlichen Wegen arbeitende und dennoch voneinander abhängige Verarbeitungsstränge für die visuelle Wahrnehmung existieren, stellt sich die Frage, ob dies auch für den Bereich der akustischen Wahrnehmung anzunehmen ist.<sup>17</sup> Auf Grund der Plastizität des Gehirns und unterschiedlicher Systeme, die

---

1973; Schneider 1969 in Norman 2002) führten zu der Annahme, dass zwei visuelle Systeme existieren müssten (Norman 2002). 1982 wird durch Ungerleider und Mishkin (1982) bei Untersuchungen an Affen die Annahme bestätigt.

<sup>13</sup> Ungerleider und Mishkin (1982): “These studies propose the existence of two independent visual systems: the “what” and the “where” system. [...] Whereas the dorsal system analyzes the spatial position of an object, the ventral system is responsible for the recognition of object features like form and color.”(zit. in Aschersleben 1999, 297)

<sup>14</sup> Der dorsale Strang ist der schnellere (mit anderen Worten liegen hier kürzere Latenzzeiten vor (Norman 2002, 84), wie mit Untersuchungen zur Nutzung antizipatorischer visueller Einflüsse bei geübten Tennisspielern nachgewiesen werden konnte (Shim, Carlton, Chow und Chae (2005)).

<sup>15</sup> „The ventral stream is assumed to provide visual information necessary for the recognition of objects, whereas the dorsal stream is responsible for the visual control of actions.” (Aschersleben 1999, 298)

<sup>16</sup> Dieses Statement wird durch Milner und Dijkerman (1998, 73) mit erneuten Untersuchungen noch einmal verstärkt: „The dorsal stream is a cluster of interconnecting areas quasi-separate from the ventral stream (Baizer et al. 1991; Baleyrier and Morel 1992; Morel and Bullier 1990), although cross-connections ensure that it is by no means fully insulated from that other stream (Felleman and Van Essen 1991; Webster et al. 1994).”

<sup>17</sup> Repp (2003, 306) verweist in seinem Beitrag deutlich darauf, dass dies für die akustische Wahrnehmung ebenfalls zutrifft. Seinen Aussagen nach ist „action timing [...] determined by



für die Verarbeitung visueller Information von Handlung und Wahrnehmung zuständig sind, kann angenommen werden, dass mehrere Wege der Verknüpfung von Informationen für eine entsprechende Handlungsausführung vorgesehen sind (s. auch Konczak 1996, 2003). Auch wenn bisher noch nicht vollständig aufgeklärt ist, was zum Beispiel der Musikwahrnehmung neurophysiologisch und anatomisch zu Grunde liegt, konnte Altenmüller (2004) im Bereich der akustischen Wahrnehmung bei der Arbeit mit an fokaler Dystonie erkrankten Musikern nachweisen, dass das Rhythmusempfinden nicht nur in einem Bereich des Gehirns lokalisiert ist, sondern sich durch moderne bildgebende Verfahren verschiedene Aktivitätszentren zeigen lassen.<sup>18</sup>

### 1.6 Schlussfolgerungen aus den Synchronisationsexperimenten

Die Ursachen für das Entstehen der negativen Asynchronie können mit den vorgestellten kognitiven Modellen nicht restlos aufgeklärt werden. Die Erklärungsmodelle ermöglichen dennoch, das Phänomen der negativen Asynchronie zu beschreiben und unterschiedliche Annahmen zu postulieren. Noch einmal zusammenfassend gesagt, wird mit der Paillard-Fraisse-Hypothese angenommen, dass die negative Asynchronie

„durch die längere Zeit entsteht, die es auf Grund von zentralen und/oder peripheren Verarbeitungsprozessen dauert, eine Repräsentation des Tastendrucks zu erzeugen.“ (Aschersleben 2000, 149)

Neueren Untersuchungen zufolge (Müller, Aschersleben, Koch, Freud und Prinz 1999) lassen sich jedoch einige der Annahmen mit der MEG-Methode nicht nachweisen.<sup>19</sup> Synchronisation erfolgt somit nicht ausführungsbezogen, sondern wirkungsbezogen. Der wahrgenommene Bewegungseffekt wird mit dem Führungssignal synchronisiert und nicht die motorische Ausführung (Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt 1995, 146). Der Tastendruck, so wird angenommen, ist somit durch seinen sensorischen Effekt oder „Code“ repräsentiert. Mit dem Common-Coding-Modell wird die Annahme postuliert, dass Synchronizität auf der Ebene zentraler Repräsentationen der beteiligten sensorischen Ereignisse hergestellt wird. Diese Annahmen basieren hauptsächlich auf der Manipulation der zeitlichen Distanz zwischen dem Tastendruck und seiner zentralen Repräsentation (Aschersleben 2000, 155). Damit liegt nur eine partielle Einigkeit darüber vor, inwieweit das Entstehen der negativen Asynchronie von der Seite der Neurophysiologie erklärt werden kann. Nach Müller et al. (1999, 248) sind „code coincidence and event coincidence [...] not necessarily exclusive principles“. Möglicherweise, so Vorberg und Wing, leisten ebenfalls „andere Strukturen innerhalb des ZNS einen Beitrag zur zeitlichen Steuerung.“ (Vorberg und Wing 1994, 237)

---

a mixture of two sources of accurate temporal information rather than by a single source of inaccurate temporal information resulting from the perceptual interaction of successive stimuli.”

<sup>18</sup> Loosch (2004<sup>a</sup>, 6; 2005) weist darauf hin, dass, wie sich bei der Arbeit mit Musikern zeigt, die funktionelle Plastizität des Gehirns zunutze gemacht werden kann, um Erkrankungen der fokalen Dystonie wieder zu reorganisieren. So können therapeutische Interventionen die Differenziertheit der sensomotorischen Areale wiederherstellen. Der subjektive Eindruck der Musiker zu ihrem Spiel oder dem Bewegen der erkrankten Finger ist hier wesentliches Orientierungsmerkmal.

<sup>19</sup> „The Paillard-Fraisse hypothesis rests on the assumption that it takes, on average, longer to elaborate a somatosensory representation of a tactile stimulus at the fingertip than an auditory representation of a click delivered to the ear. We found no support for this assumption from MEG recordings.“ (Müller et al. 1999, 237)

## 2 Subjektorientierter Zugang zum Phänomen der negativen Asynchronie

Die auf eine objektive Analyse der Mechanismen und Prinzipien der Handlungsausführung abzielende Forschung, wie sie innerhalb der Synchronisationsforschung vorliegt, basiert auf Modellen der Verhaltenspsychologie, aber auch der Neurophysiologie und Neurobiologie. Es liegt nahe, in einem kurzen Rückblick die gedankliche Wurzel der drei genannten Wissenschaftsfelder zu nennen, um von dieser Standortbestimmung einen subjektorientierten Zugang zum Phänomen der negativen Asynchronie zu entwickeln.

Zwischen den oben genannten Untersuchungsansätzen lassen sich Übereinstimmungen in Bezug auf die Philosophie und Denktradition Descartes herausarbeiten. Descartes' Philosophie begründete eine Theorie der menschlichen Erkenntnis, die auf dem reflexiven Selbstbewusstsein des Geistes beruht. Und „Geist“ wird dabei als nichts anderes verstanden, als eine „Reihe von Funktionen, die vom Gehirn ausgeführt werden.“ (Kandel, Schwartz und Jessell 1996, 6)<sup>20</sup> Mit der seit Descartes bekannten Trennung von Körper und Geist entsteht die Einteilung in die „objektive Außenseite“ und die „subjektive Innenseite“. Demzufolge lässt sich ebenfalls das „Subjekt“ vom „Objekt“ trennen, die „Innenwelt“ von der „Außenwelt“ und das „Psychische“ vom „Körperlichen“ (Tamboer 1994; s. auch 1997, 28).

Die Idee ist in gegenwärtigen Konzepten der Kognitionsforschung aktuell, wie einem Grundlagenartikel von Prinz (2000) zu entnehmen ist. In der Entwicklung von Untersuchungsmethoden zur Erforschung der Handlungssteuerung wird die Idee der Trennung des Psychischen vom Körperlichen konsequent durchgeführt und die Gemeinsamkeit mit neurophysiologischen Konzepten dargelegt. Prinz entwickelt auf verhaltenstheoretischer Ebene ein Konzept das sich auf einer rein funktionalen Ebene des Geistes bewegt, wobei die Subjektivität eine funktionale Rolle erhält. Sie kann nun nicht mehr als der verursachende Prozess selbst bezeichnet werden, sondern wird zum Begleiter der verursachenden Prozesse ernannt (Prinz 2000, 40). Auf dieser Ebene wird eine „Neuinterpretation der Rolle der subjektiven Willenserscheinung“ vorgenommen (Prinz 2000, 40)<sup>21</sup>. Willenserscheinungen werden zu „subjektiven Begleiterscheinungen irgendwelcher handlungsverursachenden Prozesse, die sich im Prinzip neurobiologisch erklären lassen.“ (Prinz 2000, 40) Damit ist der Schluß der psychologischen Theorie mit der neurobiologischen Theoriebildung vollzogen. Ebenfalls wird dadurch die klassische Kausalitätsvorstellung aufgehoben, indem die „Idee der psychischen Kausalität durch die Idee der psychischen Begleitung“ ersetzt wird (Prinz 2000, 41).<sup>22</sup> Bezogen auf die Experimente der

---

<sup>20</sup> Mit der Theorie Descartes' wird vielfach das Leib-Seele-Problem verdeutlicht, da hier die Unterscheidung in „res extensa“ und „res cogitans“ vorgenommen wird. Seinen Ursprung hat das Leib-Seele-Problem jedoch in der griechischen Philosophie. Platon und Aristoteles sind hier zu nennen. Platons These hebt die Unabhängigkeit von Leib und Seele hervor, während für Aristoteles jeder Organismus eine Einheit bildet, die aus Leib und Seele besteht (Westermann 2000, 38).

<sup>21</sup> In einem früheren Beitrag von Prinz (1998) deutet sich dieser Trend schon an. Die Reaktion wird hier schon in den Kontext der Willenshandlung eingeführt.

<sup>22</sup> Dieser von Prinz (2000) offenbar erneut angeführte Argumentationsstrang, wurde schon 1962 von Rubinstein zurückgewiesen. In Bezug auf die Theorie des mechanistischen Materialismus, die er als „unfähig“ kennzeichnet, weil damit die Möglichkeit außer acht gelassen wird, „dass alle Erscheinungen der Welt in einem einheitlichen, allumfassenden Zusammenhang stehen“, sagt Rubinstein: „Der mechanistische Versuch, das Verhalten des Menschen nach dem Reiz-Reaktions-Schema unmittelbar auf die äußere Situation zurückzuführen, ist ein hoffnungsloses Unterfangen. [...] Die epiphänomenalistische Konzeption, der zufolge die psychischen Erscheinungen nur unwirksame Begleiter der physischen (physiologischen) Erscheinungen sind, ist ein Nebenprodukt des mechanistischen Materialismus.“ (Rubinstein 1962, 221)

Synchronisationsforschung wird verständlich, dass Wahrnehmungs- oder sensorische Prozesse und Prozesse der Handlungssteuerung oder motorische Prozesse getrennten Funktionssystemen zugerechnet werden und das daraus resultierende Vermittlungsproblem mit dem Common-Coding-Ansatz (ausführlich Kapitel 1) auf der Ebene kognitiver Repräsentationen gelöst werden muss. Die herausragende theoretische Annahme dieses Konzepts verfolgt damit den Standpunkt der Umweltbezogenheit des Wahrnehmungsprozesses und dessen Verarbeitung auf der kognitiven Ebene. Ob es zusätzliche Mechanismen gibt, die auf weiteren Ebenen für das Entstehen der negativen Asynchronie zuständig sind, wird mit diesem Modell nicht beschrieben.

Um sich einem subjektorientierten Denken zu nähern, ist auf eine ganz im Gegensatz zu den genannten Argumenten der Kognitionsforschung stehende These von Groeben (1986) hinzuweisen. Wenn das menschliche Handeln zum Gegenstand psychologischer Forschung wird, muss man, so Groeben,

„von Kernannahmen ausgehen, die den Menschen nicht als mechanistisch reagierend und durch Umweltreize determiniert, sondern als potentiell autonom, aktiv konstruierend und reflexiv verstehen“. (Groeben 1986, 62ff zit. in Groeben, Wahl, Schlee und Scheele 1988, 13)

Mit dieser Aussage von Groeben (1986) ist darauf aufmerksam zu machen, dass das Zusammenspiel der Gesetzmäßigkeiten zwischen den handlungsverwirklichenden Modalitäten in einem erweiterten theoretischen Bezugsrahmen betrachtet werden muss, um in diesem Kontext zwischen den Termini „Verhalten“ und „Handeln“ zu differenzieren. Gegenüber dem psychologischen Konzept „Verhalten“, in dem der Mensch als unter der Kontrolle seiner Umwelt stehend gesehen wird und somit eher einem mechanistischen Menschenbild unterliegt, erklärt der Terminus „Handlung“ die Fähigkeit des Menschen zur

„symbolische[n] Restrukturierung“. Handlungen sind somit auf der Basis eines Erfahrungs- und Wissenssystems denkbar (Groeben et al. 1988, 12).

Dies ermöglicht die Annahme, dass menschliches Handeln intentional gerichtet ist.<sup>23</sup> Da es sich bei den Bewegungen in den Tappingexperimenten nicht um Reflexbewegungen oder um intentionslose Ortsveränderungen eines Körpers handelt, können sie als Handlungen bezeichnet werden. Konzepte, die den Handlungsvorgang erklären wollen, sind schon seit Lotze (1852) und James (1890) bekannt. Ebenso in den Konzepten der Gestalttheorie, des Gestaltkreisansatzes wie auch in den Konzepten der Handlungspsychologie wird die menschliche Bewegung modelliert. Die letztgenannten Ansätze zeichnet aus, dass der Grundgedanke der Intentionalität des Subjekts vorliegt, womit die intendierte Bewegung in die Handlungsplanung einbezogen werden kann. Diese Grundprämisse wird in den relevanten Ansätzen der Handlungspsychologie, zum Beispiel den tätigkeitsorientierten und dem phänomenologischen Ansatz, wie sie sich in der Sportwissenschaft etabliert haben, innerhalb des handlungstheoretischen Ansatzes verfolgt. Hiermit wird der Fokus auf das phänomenale Erleben des Menschen gelegt, sodass von dort aus auf subjektive, handlungsstrukturierende Kriterien des handelnden Menschen geschlossen werden kann.

---

<sup>23</sup> Anders als im naturwissenschaftlichen Verständnis von Bewegung als einer zeitbezogenen Ortsveränderung eines Körpers oder eines Massenpunktes wird erst von Bewegungshandlung gesprochen, wenn bei menschlichen Bewegungen über mechanische (kinematische) und physiologische (motorische) Gesetzmäßigkeiten hinaus nicht nur psychische Einflüsse auf Einzelaspekte der Bewegungsregulation mitberücksichtigt werden, sondern die intentionale Gesamtorganisation von Bewegungen hervorgehoben werden soll (Nitsch 1986, 209). „In biomechanischer Perspektive liegt der Akzent auf dem (äußeren) Bewegungsablauf, in psychologischer Perspektive auf der (inneren) Bewegungsregulation (Nitsch und Munzert 1997, 116).“

## 2.1 Der subjektorientierte Ansatz in der Sportpädagogik

An der Schnittstelle zwischen theoretischen Ansätzen, die die menschliche Bewegung unter der Annahme unterschiedlicher Menschenbilder erforschen, befindet sich die Sportpädagogik.<sup>24</sup> Sobald es sich um das Thema Praxis handelt – „Wie und in welcher Form ist mit Menschen in der sportlichen Lehr-Lernsituation umzugehen?“ –, werden die unterschiedlichen Forschungsansätze am deutlichsten. Sportpädagogische Forschung, die sich in neuester Zeit einer sportpädagogischen Bewegungslehre nähern will, grenzt ihren Standpunkt in Bezug zur klassischen Motorikforschung dahingehend ab, dass kein technologischer Anwendungsbegriff (Scherer 2002, 129) verwendet wird, sondern sich einer forschungsleitenden Theoriebildung verschreibt, die auf einem anthropologisch reflektierten Menschenbild beruht (Prohl 2002, 135; s. auch Prohl 1991<sup>a</sup>; 2004; Bietz 2002<sup>b</sup>, 2004; Scherer 2002, 2004).

Ebenfalls sind in diesem Zusammenhang die auf dem gestalttheoretischen Ansatz beruhenden sportpädagogischen Lehr-Lerntheorien (Fikus 1998; Leist 1969, 1978, 1987, 1993; Leist und Loibl 1983, 1984; Loibl 1990, 1993; Volger 1990) hervorzuheben. Geprägt wurde dieser Ansatz durch die Psychologen Paul Tholey (1980, 1984) und Kurt Kohl (1956). Auf der Basis der Gestalttheorie widmeten sie sich der Erforschung des Subjektiven und dabei besonders des phänomenalen Erlebens während der Bewegungsausführung. Hierbei liegt das Forschungsinteresse auf der Entwicklung einer subjektiven Handlungsstruktur, die sich innerhalb des Lernvorgangs ausbildet.<sup>25</sup> Es wird angenommen, dass der subjektive Eindruck der eigenen Bewegung, der sich mit der Bewegungsausführung einstellt, u.a. über die Bewegung beeinflusst werden kann und letztlich darüber die Bewegung zu beeinflussen ist (Böger 1999, 2001<sup>a,b</sup>; Volger 1990, 1999).

## 2.2 Konzepte der Handlungspsychologie

Die Konzepte der Handlungspsychologie, denen auch die oben genannten zuzurechnen sind, subsumieren sich unter dem Oberbegriff der intentionsorientierten Ansätze, die den Sinn-, Ziel- und Wertbezug menschlichen Handelns in den Mittelpunkt stellen (Gröben 2000, 15). Erste Darlegungen handlungstheoretischer Modellbildung sind auf das unter dem Namen „TOTE-Einheit“ bekannte Modell von Miller, Galanter und Pribram (1973) zurückzuführen, in dem die psychische Struktur der Handlung in Regelkreissystemen dargestellt wird.<sup>26</sup> Zur Erklärung höherer Formen der Verhaltensorganisation beim Menschen reicht jedoch die Übertragung auf einfache Regelkreissysteme nicht aus (Nitsch 1986, 221).

In Handlungen realisiert der Mensch sein Verhältnis zur Umwelt. Diese Prämisse des handlungstheoretischen Ansatzes beschreibt die funktionale Einheit von Mensch und Umwelt, von Innen und Außen der Person und von Kognition und Aktion.<sup>27</sup> Hieraus resultiert der

<sup>24</sup> Eine große Anzahl von Ansätzen, die sich mit der menschlichen Bewegung auseinandersetzen, lassen sich zwei Gegenstandsbereichen zuordnen: den funktionsorientierten Ansätzen, zu dem der programmtheoretische (z.B. Schmidt 1991) und der ökologische (z.B. Kugler und Turvey 1987) Ansatz gezählt werden, und dem intentionsorientierten Ansatz, zu dem der handlungstheoretische (Munzert 1989, 1997; Nitsch 1986, 1996) und der phänomenologische (z.B. Bietz 2002<sup>a,b</sup>; Ennenbach 1991; Scherer 1990, 1997, 2002; Volger 1990) Ansatz gerechnet werden (s. Leist 1993).

<sup>25</sup> S. auch Bietz (2002<sup>b</sup>); Leist (1978, 1987), Pöhlmann (1986), Scherer (1990).

<sup>26</sup> In diesem Zusammenhang sind ebenfalls Konzepte von Hacker (1978 in Seiler 1995), Oesterreich (1981) und auch Volpert (1971), um nur einige zu nennen, aufzuführen.

<sup>27</sup> Handlungstheoretische Ansätze, wie sie in der sportwissenschaftlichen Diskussion verwendet werden, stammen von Kaminski (1972), Kunath und Pöhlmann (1983), Meinel (1960), Meinel und Schnabel (1998), Nitsch (1986). Sie gehen dabei auf Ansätze der Ganzheitspsychologie zurück, wie sie u.a. von Buytendijk (1956); Christian (1948); Kohl

Aspekt der „intentionalen Gesamtorganisation“ (Nitsch 1986, 209), der für die europäische Tradition der Handlungstheorie zentral ist. Zurückzuführen ist dieser Gedanke auf Tamboer (1991). Nach ihm erlebt der Mensch die Welt als „eine Welt um zu“, ist also mit der Welt intentional verbunden (Tamboer 1991, 68).<sup>28</sup>

In der durch russische Forscher geprägten Tätigkeitstheorie wurde dem Begriff der Handlung eine größere Bedeutung beigemessen als in der deutschen Psychologie. Rubinstein (1959<sup>1</sup> in 1984) wird als einer der russischen Vertreter genannt, die diesem Begriff eine zentrale Stellung eingeräumt haben (Kaminski 1981, 94). Innerhalb der Tätigkeitstheorie werden Handlungen als Bausteine der Tätigkeit verstanden. Der Begriff der Tätigkeit steht jedoch hierbei im Vordergrund. Mit ihm wird die Tätigkeit des Menschen assoziiert, die der entscheidende Bezugspunkt für das Verständnis psychischer Vorgänge ist.<sup>29</sup> Aus der russischen Psychologie liegen zahlreiche Untersuchungen von Motorik und Bewegung auf tätigkeitspsychologischer Basis vor (z.B. Zaporozec 1990 zit. in Seiler 1995). Motorik und Bewegung, die nur innerhalb dieser Zusammenhänge integriert verstanden werden können, bezieht die handlungstheoretische Auffassung die dialektische Einheit von „Information und Verhalten, von Bewusstsein und Tätigkeit, von Erleben und Handeln“ mit ein (Pöhlmann 1977, 136 zit. in Seiler 1995, 31).<sup>30</sup> Im Hinblick auf die Aktivität des Subjekts innerhalb der Handlungsausführung bieten die tätigkeitsorientierten Konzepte, gerade weil sie den Fähigkeiten des Subjekts schon von vornherein eine entscheidende Bedeutung beimessen, die Möglichkeit einer Neuorientierung. Liegt der Fokus auf den inneren Bedingungen der Person, die unterschiedliche Reaktionen auf äußere Reize ermöglichen, so eröffnet sich in diesem Kontext die Möglichkeit, das Phänomen der negativen Asynchronie aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten.

### 2.2.1 Der handlungstheoretische Ansatz im Sport

Der handlungstheoretische Ansatz im Sport ist im Hinblick auf eine Verortung des Subjekts in diesem Kontext zu diskutieren. Er verweist besonders auf das Zusammenwirken von Wahrnehmung und Handlung in den der Handlung vorausgehenden antizipatorischen

---

(1956); Krueger und Klemm (1933-1938) und von Weizsäcker (1940, 1973) auch entwickelt wurden.

<sup>28</sup> Nitsch, dessen Ausführungen zur Grundlegung einer Handlungstheorie auch in der Sportwissenschaft favorisiert werden, verdeutlicht, dass „sportliches Handeln nicht nur [ein] peripher-motorischer Prozess [ist], sondern wesentlich psychisch regulierte[s] und Psychisches regulierende Tätigkeit.“ (Nitsch 1975, 43)

<sup>29</sup> Ein Rückblick auf die Anfänge der tätigkeitsorientierten Konzepte macht deutlich, dass auch die neurophysiologischen Konzepte der damaligen Zeit in die Forschung zur Tätigkeit des Menschen mit einfließen. In diesem Zusammenhang ist auf die russischen Physiologen I.M. Setschenow (1829-1905) und dessen Schüler I. Pawlow (1849-1936) hinzuweisen. Sie trugen über die Anerkennung der psychischen Tätigkeit dazu bei, dem klassischen Denken, wie es im Reiz-Reaktions-Schema vorliegt, eine neue Wendung zu geben. Im Hinblick auf den Menschen erweiterte Pawlow seine Lehre von der höheren Nerventätigkeit durch den Gedanken des zweiten Signalsystems. Dies steht mit dem ersten in Wechselwirkung und funktioniert nach denselben physiologischen Gesetzen. Im zweiten Signalsystem steht für den Reiz das Wort und ist genauso wie das erste Signalsystem kein System äußerer Erscheinungen, die als Reize dienen, sondern ein System reflektorischer Verbindungen in ihrer physiologischen Erscheinungsform (Rubinstein 1963, 194 f).

<sup>30</sup> S. auch für einen Überblick Stadler und Seeger (1981, 199 f.) und für eine kritische Einordnung der Tätigkeitskonzepte der russischen Forschung s. Kaminski (1981, 94), sowie eine Darstellung weiterführender Konzepte im deutschen Sprachraum, u.a. Dörner 1974; Heckhausen 1963, Holzkamp 1973; Thomas 1976; Volpert 1974 (in Kaminski 1981).

Prozessen. Der Wert antizipativer Prozesse vor der Handlung wird in der von Nitsch (1986, 2004) entwickelten „triadischen Grundstruktur“ beschrieben. Der Phasenablauf der Handlung, der so genannte Handlungsprozess, wird in diesem Modell in drei Phasen unterschieden (Nitsch (1986, 232); siehe auch Nitsch und Munzert (1997, 124) und stellt die Einheit zwischen psychischen und körperlichen Prozessen her, die beide als funktional für bestimmte Bewegungen anzusehen sind (Nitsch in Weinberg 1978, 66). Mit dem Modell der „triadischen Phasenstruktur“ (s. Abb. 3) zeigt Nitsch (1986, 231), dass alle drei Regulationsebenen im Handeln einbezogen sind. Sie sind benannt in 1. Phase der Handlungsantizipation (kognitive und motivationale Orientierung), in 2. Phase der Handlungsrealisation (Durchführung oder Ausführung einer Handlung) und in 3. Phase der Handlungsinterpretation (subjektive Bewertung der Handlung).<sup>31</sup>

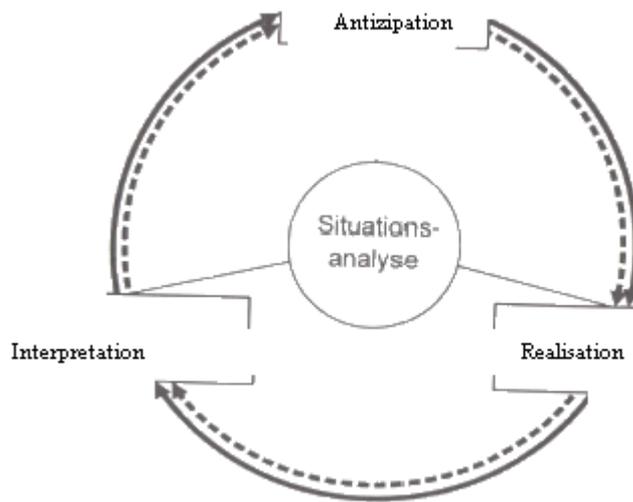


Abb. 3: Triadische Phasenstruktur der Handlung (aus: Nitsch 1986, 230; Nitsch und Munzert 1997, 124)

Widmaier (1987) erweitert die Definition von Antizipation um die Möglichkeit der subjektiven Einflussnahme, indem er sagt, dass sich in der Antizipation auf der Grundlage

„von Fähigkeits- (Kompetenz-) und Wertigkeits- (Valenz-) Zuschreibungen Erwartungen über die Realisierbarkeit eigener oder fremder Handlungen [bilden]. Antizipationen können, müssen aber nicht zur Handlungsrealisation führen. Die Entscheidung darüber fällt in Kalkulations- und Planungsprozessen, die von subjektiven Situationsdefinitionen beeinflusst werden.“ (Widmaier 1987, 57).<sup>32</sup>

Der Gedanke wird jedoch nicht weiter ausgeführt und so verdeutlicht der handlungstheoretische Ansatz, auch aktuellen Ausführungen Nitschs (2004) zufolge, einzig das schematische Vorgehen, das auf den genannten kategorialen Ebenen menschliches Handeln versteht. Handlungstheoretische Konzepte gehen von dem Aspekt der

<sup>31</sup> Seiler (1995, 197) bestätigt die triadische Grundstruktur. Das Modell der triadischen Phasenstruktur der Handlung (1997) wurde von Nitsch und Munzert 1997 in das Modell der Grundkomponenten überführt. 2004 wird die Funktionsstruktur einer Handlung von Nitsch modelliert.

<sup>32</sup> Widmaier (1987, 54) beruft sich auf eine Definition von Nitsch und Hackfort (1981) und Oesterreich (1981) zum Begriff der Antizipation im Sport: „Antizipation umfasst im weitesten Sinn alles, was zeitlich vor einem Ereignis oder einer Handlungsausführung liegt und sich gedanklich auf dieses Ereignis, diese Handlungsausführung und die damit verbundenen Ziele, Mittel und Ergebnisse bezieht.“ Er führt den Begriff der Handlungsantizipation im Sportspiel ein.

Asynchronizität von äußerem Bewegungsablauf und inneren bewegungsregulierenden Prozessen aus. Nitsch und Munzert (1997, 116) bemerken, dass weder zeitparallele Prozesse noch gleiche Abfolgeordnungen unterstellt werden können. Ziele bestimmen einen Bereich möglicher Handlungsschritte, deren konkrete Festlegung dann auf Grund wahrgenommener Umweltbedingungen geschieht (Munzert 2003). Die relative Konstanz der peripheren Bewegungsprozesse, stellt ein adäquates Mittel dar, den distalen Handlungseffekt hervorzubringen. Darum geht es aus handlungstheoretischer Sicht (Nitsch und Munzert 1997, 157 f.).

Loosch merkt dazu kritisch an, dass „damit die formalen Kategorien der Handlung gekennzeichnet [sind], nicht jedoch ihre Triebkräfte“ (Loosch 1999, 29). Welche handlungsleitenden Kriterien sich entwickeln, damit die Handlung entsteht, bleibt unbegründet. Es wird nur auf die Handlungsbewertung nach der Ausführung verwiesen. Dass schon innerhalb der Antizipationsphase subjektiv strukturiert wird, wie Fikus (1989) nachweisen konnte, ist offenbar nicht von Interesse. Fikus zeigte in ihrer Arbeit, dass der Zeitpunkt für die Informationsaufnahme aus der Flugkurve des heranfliegenden Balles etwa eine halbe Sekunde vor dem Ballkontakt erfolgt, der damit über die Koordination von Bewegungen zwischen einem Ball und dem Akt des Fangens entscheidet. Dieser den Sportlern nicht bewusste Zeitpunkt konnte im Experiment durch eine gezielte Störung des Bewegungsablaufs provoziert werden. Durch die Unterbrechung des normalen Bewegungsablaufs wurden durch Beobachtung der Wendung des Blickes in Richtung des zu erwartenden Balles antizipatorische Prozesse innerhalb der Person sichtbar. In Selbstbeobachtungsdaten wurde erhoben, dass die Qualität der phänomenalen Repräsentation auf Grund von individuellen Zentrierungsverhältnissen bestimmt wird, auf deren Grundlage die Sportler handeln. Diese Ergebnisse unterstützen den Fokus, der nun mit Kaminski (1972) auf die Tiefenstruktur der Bewegungserzeugung gelegt werden kann. Bewegungen sind nicht nur von außen, sondern auch von innen zu betrachten und damit ein Prozess, der von Antrieben ausgeht und in unterschiedliche Kontexte eingebettet ist.

### 2.2.2 Der phänomenologische Ansatz der Handlungstheorie

Aus einem phänomenologischen Ansatz übte schon Ennenbach (1991) Kritik an der handlungstheoretischen Sichtweise. Seiner Ansicht nach müssen

„Handlungsmodelle, die den ‚heterarchischen‘ Anteil nicht abbilden, [...] als deterministisch, nicht organische beurteilt werden.“ (Ennenbach 1991, 149)

Das Subjekt ist zwar in den Modellen der Handlungstheorien enthalten, wird jedoch nicht auf seinen phänomenal erlebnisnahen Bereich hin betrachtet. Gröben betont die spezifische Betrachtung des menschlichen Bewegungsaktes durch die mit den handlungstheoretischen Modellen einhergehende Hierarchisierung. Sie entspricht weder dem phänomenalen Verlauf einer Bewegungshandlung, noch den charakteristischen Veränderungen im Bewegungslernen (Gröben 2000, 37 f.).<sup>33</sup>

Wenn, so Ennenbach (1991, 51), Psychologen das

„erlebende und sich-bewegende, das sich-entscheidende und Ziele anstrebende Subjekt in den Mittelpunkt ihrer Überlegungen stellen müssten, diese Befunde ernst nähmen, würden sie mechanistischen Handlungstheorien nicht weiter Beachtung schenken.“<sup>34</sup>

Ennenbachs Kritik macht somit gleichzeitig darauf aufmerksam, dass in den phänomenorientierten Ansätzen der Aspekt nicht auf der Zielerreichung liegt, sondern auf

<sup>33</sup> Gröben (2000) untersucht das subjektive Erleben der Bewegungsqualität und bietet somit eine Erweiterung zu den handlungstheoretischen Konzepten.

<sup>34</sup> Ennenbach (1991, 51) charakterisiert noch schärfer die Denkweise von Handlungstheorien und entwickelt hierfür den Begriff „Organ-Psychologie“.

dem subjektiven Erleben im weiteren Sinn (Gröben 2000, 39). Diese Auffassung entspricht einer anthropologisch orientierten Sichtweise der menschlichen Bewegung und ist in frühen Schriften von Buytendijk (1956), Gehlen (1940, 1983) und Plessner (1975) zu finden. Die Ablösung des klassischen Reflexbogens zu einem mehrperspektivischen Verständnis der menschlichen Bewegung im Sinne eines Funktionskreises wie ihn Buytendijk (1956) vorschlägt, wird in neuerer Zeit in der Sportwissenschaft von Leist (1969, 1978, 1993), Prohl (1991<sup>a,b</sup>, 1995), Tamboer (1994) und Volger (1990) aufgegriffen. Ebenso wird der schon genannte Aspekt der Intentionalität von Tamboer (1991) durch die „Bedeutungsrelation“ erweitert. Der Mensch-Welt-Bezug erfährt dadurch die Relation von subjektiver Innenseite und objektiver Außenseite und ist damit einer Aufspaltung Decartes’scher Prägung enthoben. Im Sinne einer wechselseitigen Bedingung sind diese Gedanken auf den Gestaltkreis von von Weizsäcker (1973) zurückzuführen.<sup>35</sup> In ihm zeigt sich das relationale Verständnis des Mensch-Welt-Bezugs in der Verschränkung (bei von Weizsäcker Kohärenz) von Organismus (O) und Umwelt (U) im biologischen Akt (s. Abb. 4). Die Leistung des Subjekts wird in den Vordergrund gestellt. Das bedeutet, dass der Mensch auf zweifache Weise in die Zusammenhänge von Welt und Umwelt eingebunden ist. Er ist in diese eingeordnet, gestaltet sie aber auch mit. Von Weizsäcker (1973, 156) beschreibt diese wesentlichen Kennzeichen innerhalb des Gestaltkreisansatzes mit den Begriffen Selbstbewegung und Leistungsprinzip.

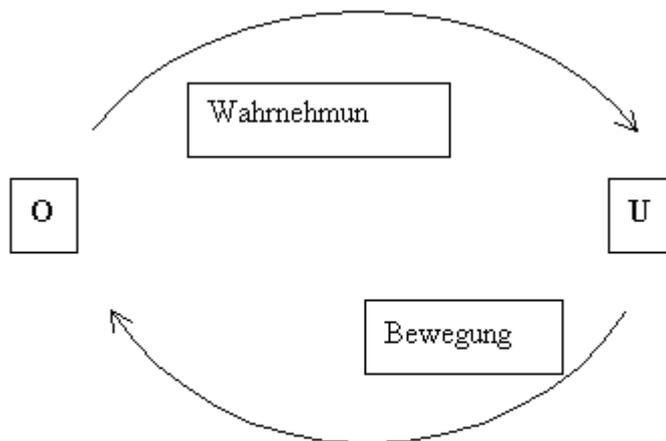


Abb. 4: Die Einheit von Wahrnehmung und Bewegung im Gestaltkreis (nach von Weizsäcker 1973, 200)

### 2.3 Der Einfluss des Subjekts auf die Handlungsregulation

Der phänomenologische Ansatz innerhalb der handlungstheoretischen Konzepte der Sportwissenschaft und die tätigkeitsorientierten Handlungstheorien russischer Prägung schließen sich in dem Aspekt der subjektiven Eindrücke und den Empfindungen, die mit einer Handlung einhergehen, zusammen. Die Fähigkeiten des Subjekts, die in der psychischen Tätigkeit liegen oder in einem phänomenalen Erlebnisbereich, liefern Gründe, die verstärkt auf den Aspekt der inneren Bedingungen der handelnden Person hinweisen.<sup>36</sup> Mit diesen Ausführungen werden zwei wesentliche Aspekte deutlich, die im Hinblick auf das Phänomen der negativen Asynchronie vertieft werden sollen.

<sup>35</sup> Mit dem Gestaltkreisprinzip geht grundsätzlich die Einführung des Subjekts in die Organisation neurophysiologischer Prozesse einher. Diese sind wiederum mit dem Reafferenzprinzip abzubilden.

<sup>36</sup> Wygotzki, ein Schüler Lurijas, war der grundlegenden Ansicht, dass sich psychische Prozesse mit der praktischen Tätigkeit des Menschen verändern. (Leontjew und Lurija 1968, 341 in Munzert 1997, 84)



Erstens erklärt sich, dass es Unterschiede in der Wahrnehmung der eigenen Handlung von handelnden oder betrachtenden Personen gibt, und zweitens erfährt das Denken über den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Handlung eine Wendung. Der von außen einwirkende Reiz läuft nicht nach einem Reiz-Reaktions-Schema ab, sondern erhält seine Bedeutung erst im Zusammenhang mit den inneren Bedingungen der Person. Erst die inneren Bedingungen entscheiden die Umwandlung des Reizes und dessen Verfügbarkeit für weiteres Handeln.

Die schon von Gröben (1995) angemahnte „Subjektvergessenheit“ innerhalb der handlungstheoretischen Modelle wird an der Stelle, an der der Begriff des Bewusstseins in den handlungstheoretischen Modellen auftaucht, konkret. Nitsch (1986, 230 f.) bemerkt zwar, dass das Bewusstsein eine herausragende Rolle in der menschlichen Handlungsregulation spielt. Gerade der Terminus des „bewusst vorweggenommenen Ziels einer Bewegung“ bildet den Rahmen für eine Erklärung unterschiedlicher Teilprozesse innerhalb des handlungstheoretischen Ansatzes (Gröben 2000, 32). Dennoch weist Nitsch (1986) darauf hin, dass nicht alle Momente der Antizipation, Realisation und Interpretation bewusst sind. In Erwartung einer detaillierten Beschreibung dessen, was zwischen und innerhalb der drei Regulationsebenen passiert, erhält man jedoch nur die Information, dass im Handeln immer auch Prozesse eingeschlossen sind, die nicht bewusstseinsfähig sind. Bestenfalls dient das Bewusstsein dazu, für die Verarbeitung von Störungen und für die Vorausplanung als freie Kapazität zur Verfügung zu stehen und damit die Voraussetzungen optimaler Handlungsausführung zu erfüllen. Prohl (1996) konstatiert hier neben dem Zeit- und dem Erlebnisproblem ein Bewusstseinsproblem innerhalb der handlungstheoretischen Modelle (Prohl 1996, 104 f.). Das heißt, sie beziehen keine Position zur Frage, wie die unterschiedlichen Anteile innerhalb einer Handlung miteinander in Beziehung treten. Das propagierte und im Rückgriff auf Tamboers „Sich-in-Beziehung-setzen“ eines Subjekts mit seiner Umwelt, das doch in diesen Momenten zum Tragen kommen müsste, hat innerhalb dieses Modells keine Bedeutung.

### 3 Der Zeitpunkt des Handelns

Zentraler Aspekt innerhalb der Diskussion um das Zusammenwirken von Wahrnehmung und Handlung ist die Darlegung des Subjekt-Objekt-Verhältnisses und des Einwirkens von Wahrnehmungen auf die Handlungsausführung. Es kristallisiert sich heraus, dass der Kern der Handlungsausführung, die Antizipation, in einem größeren Bezugsrahmen erörtert werden muss, sobald das Subjekt in die Überlegungen mit einbezogen wird. Es wird ersichtlich, dass die Ebene der experimentellen Psychologie, die einen sehr starken Bezug zur Messmethodik der Physik aufweist, eine Basis der Erklärung begründet. Die Synchronisationsaufgabe nutzt die Möglichkeit, mit dem Metronomclick eine Matrix, die die objektive Zeit verkörpert, anzulegen, an der die Handlung des Probanden gemessen wird. Der Click des Metronoms symbolisiert dabei den physikalischen „Nullpunkt“, während der produzierte Tap der Vp in seiner Abweichung von diesem „Nullpunkt“ als Fehler bezeichnet wird. Handlungen werden in diesem Kontext durch die Effekte, die sie in der Umwelt auslösen, repräsentiert und gesteuert (Hommel, Müsseler, Aschersleben und Prinz 2001). Angenommen wird, dass Merkmale der Wahrnehmungsinhalte bereits Merkmale der Handlung enthalten und dadurch die Beziehung zwischen Wahrnehmung und Handlung untersucht werden kann (Aschersleben 1994, 14). Im Gegensatz dazu wird ersichtlich, dass die Handlungsebene, die wir als Mensch besitzen, unsere subjektiven Fähigkeiten, wie das phänomenale Erleben und die Fähigkeit zu reflektieren (vgl. Buytendijk 1956; Plessner 1975), auf Grund dessen unser Handeln überhaupt möglich ist, sich erstens nicht ausschließlich mit den Methoden der Physik erfassen lässt und zweitens in diesem Kontext außer Acht gelassen wird.

Die Frage, welchen Strukturen das Individuum bei der Handlungsausführung folgt, ist erneut unter dem Aspekt der handlungsleitenden Bedingungen innerhalb der Tappingaufgabe zu stellen. Die Bewegung des Tappens soll jedoch nicht vom ausführenden Subjekt, wie Prinz es nahe legt (1998), getrennt betrachtet und damit auf das Physikalische reduziert werden, um nicht „die Wirklichkeit von etwas zu bestreiten, das sich nicht als auf das Physikalische reduzierbar erweist.“ Nagel (1991, 16). Mit diesen Gedanken macht Nagel auf nichts anderes als den Umstand aufmerksam, auf den Buytendijk schon 1956 im Hinblick auf die Bewegung hinwies (s.a. Klages 1937, Straus 1935), dass

„Bewegung [...] in physikalischer Hinsicht ja nichts anderes als eine in einem Koordinatensystem mathematisch bestimmbare Ortsveränderung in einer mit der Uhr messbaren Zeit ist“, [aber, C.B.] "dieser physikalische Raum - und Zeitbegriff vermag uns keine Einsicht in die funktionellen Beziehungen des Subjekts zu seiner Umwelt zu vermitteln." (Buytendijk 1956, 43)

Mit diesem Verständnis kann die negative Asynchronie, die Differenz zwischen Click und Tap als eine notwendige Lücke bezeichnet werden, die den Vpn im Übrigen während des Handelns nicht bewusst ist. Ebenfalls ist anzunehmen, dass hier der Zeitraum zu finden ist, in dem sich das phänomenale Erleben der Vp als ein weiteres Merkmal des Subjektiven und die dazugehörigen handlungsvorbereitenden Maßnahmen entwickeln. Damit wird es wichtig, die Handlung auf der Ebene der physikalischen und psychologischen Zeit und der Ebene der Umwelteinflüsse und Eigenwahrnehmung erneut zu betrachten.

#### 3.1 Physikalische und psychologische Gleichzeitigkeit

Die angestrebte Gleichzeitigkeit oder Synchronisation, wie sie innerhalb der Synchronisationsforschung untersucht wird, betrachtet die Synchronisationsleistung von einem physikalisch festgelegten Nullpunkt aus. Jegliche Form von Abweichung wird als Fehler der Antizipation bezeichnet. Nun haben wir es in den Experimenten jedoch nicht mit Maschinen zu tun, die, so ist anzunehmen, exakt auf den physikalischen Nullpunkt hin synchronisieren könnten, sondern mit Menschen. Auf dieser Betrachtungsebene ist es notwendig, in die physikalische und die psychologische Definition des Terminus Gleichzeitigkeit zu differenzieren.

Im alltäglichen Sprachgebrauch ist die Bedeutung des Wortes „Gleichzeitigkeit“ eindeutig. Wir wollen gleichzeitig an einem Ort ankommen. Musiker wollen gleichzeitig den Schlussakkord präsentieren. Sportler wollen zum Beispiel beim Synchronschwimmen oder Tanzen Bewegungen gleichzeitig ausführen. Die Bedeutung des Wortes transportiert in den meisten Fällen eine zeitliche Anweisung oder eine zeitliche Einteilung, eine Ordnung.

Die Definition von Gleichzeitigkeit in der Physik besagt, dass sie vom Standpunkt des Beobachters abhängt. Und auch hier ist die Benennung von Gleichzeitigkeit nicht immer eindeutig, denn Zeit läuft aus der Perspektive bewegter und ruhender Systeme unterschiedlich schnell ab (Galison 2003, 7; s. auch Einstein und Infeld 1995, 1938; Wertheimer 1925). Ein Beobachter in der Mitte von zwei Ereignissen kann Gleichzeitigkeit beobachten. Beobachter, die auf den jeweiligen Seiten eines Ereignisses stehen, nehmen die beiden Ereignisse als nacheinander wahr. Gleichzeitigkeit ist also bezugssystemabhängig und benötigt einen Vergleich. Was eine Person wahrnimmt, die handelnd über Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit entscheiden soll, wird an dieser Stelle nicht beschrieben.<sup>37</sup>

Bei der Herstellung objektiver Gleichzeitigkeit, wie es die Experimente zur Tappingaufgabe (ausführlich Kapitel 1) intendieren, liegt die Absicht vor, die physikalische Zeit, präsentiert durch das Metronom, zu synchronisieren. Das heißt, es liegen beide Kategorien vor, die im Handeln das Gefühl der Gleichzeitigkeit entstehen lassen, die jedoch immer aus der Differenz der negativen Asynchronie heraus entsteht. Versuche ich als Handelnder Gleichzeitigkeit zu beschreiben, stehe ich mit meiner Handlung in Relation zu dem Gegenstand, mit dem ich gleichzeitig sein will. Könnte ich meine Handlung von mir trennen, um mich selber zu beobachten und mit dem akustischen Signal zu vergleichen, fiel mein Urteil anders aus, als es in der Tappingaufgabe der Fall ist. Das bedeutet, dass Gleichzeitigkeit an ein Gefühl gekoppelt ist, das uns das Eins-Sein vortäuscht.

Das heißt, das Eins-Sein liegt immer im Vergleich zum physikalischen Nullpunkt und ist eine psychologische Einheit, die im handelnden Subjekt gebildet wird. Diese Form der Einheit der erlebten Gleichzeitigkeit kann nur durch den anschaulichen Charakter, den sie durch die Handlung bekommt, entstehen. Wir erleben Zeit in der Einheit des Nacheinander in nicht umkehrbarem Sinn (Plessner 1975, 175). Sie ist von daher unabhängig von dem vorgegebenen physikalischen Click des Metronoms.<sup>38</sup>

Dass die Vpn sehr genau zwischen den fast gleichzeitig präsentierten Tonpaaren und den Tonpaaren, deren Ereignisse mit einer größeren zeitlichen Differenz zueinander erklingen, unterscheiden können, zeigen Untersuchungen von Aschersleben (1994). Sie hat die Differenzierungsfähigkeit der Versuchspersonen auf der Ebene der reinen akustischen Wahrnehmung überprüft. Trotz einer beachtlichen zeitlichen Differenz zwischen Metronomgeräusch und Tapperäusch von ca. 20 ms bis 50 ms, die während des Handelns der Vp, das heißt beim Tappen zu einem externen Taktgeber wie z.B. einem Metronom entsteht, haben die Vpn den subjektiven Eindruck gleichzeitig zu sein (Aschersleben 2000, 140). Damit

---

<sup>37</sup> In diesem Zusammenhang ist auf Ausführungen von Metzinger (1995, 23 f.) hinzuweisen. Zum einen fragt er, ob es einen Berührungspunkt zwischen der Innenwelt des Bewusstseins und der Außenwelt der Physik gibt. Und zum anderen gibt er die problematische physikalische Sichtweise zu bedenken: „Das Prinzip der kausalen Geschlossenheit der physikalischen Welt verträgt sich nicht mit der Annahme, dass das bewusste Erleben – im Sinne des Auftretens eines oder mehrerer nicht-physikalischer Einzeldinge – einen Einfluss auf unser Verhalten und unsere Handlungen hat.“ (Metzinger 1995, 23)

<sup>38</sup> In diesem Zusammenhang kann mit Fraise (1966) auch auf das Wahrnehmen einer Dauer hingewiesen werden, das in diesem Untersuchungsvorhaben eine mögliche Rolle spielen könnte. Auch hier, so Fraise, werden Veränderungen in der Wahrnehmung der Dauer von Vpn nicht so geschätzt, wie sie ein Physiker beschrieben hätte, sondern so, wie sie der Mensch auf Grund seiner Einstellung zu den Dingen wahrnimmt (Fraise 1966, 676).

sollte nachgewiesen werden, dass weder die rein akustische Wahrnehmung noch akustische Eigenschaften der in den Versuchen verwendeten Reize die Wahrnehmung und Differenzierung der Geräusche verhindert. Ihre Vpn hatten die Aufgabe, Tonpaare über das Urteil „gleichzeitig“ auf ihre Synchronizität hin zu beurteilen. Dazu wurden ihnen jeweils Sequenzen von 10 Tonpaaren mit einem konstanten Ton präsentiert. Im Abstand von 800 ms wurden die Tonpaare in 20 Schritten zwischen -127 ms und +127 ms variiert. Die zeitliche Differenz innerhalb der Tonpaare beträgt bei den größten Werten 33 ms. Die Abstufungen im Bereich um den Nullpunkt sind feiner, sodass der Abstand der einzelnen Tonereignisse eines Tonpaares vom physikalischen Nullpunkt aus 3 ms beträgt (vgl. Aschersleben 1994, 65 ff.).

Bei akustischer Wahrnehmung ohne gleichzeitige Handlungsausführung, so der Befund, erkennen wir objektive Ungleichzeitigkeit. Ohne Handeln sind wir also in der Lage, zwei Ereignisse, die objektiv ungleichzeitig zueinander erklingen, in zwei Ereignisse zu differenzieren. Diese Ergebnisse werden vom Forschungsfeld zur „Wahrnehmung kurzer Zeitdauern“ (Hellbrück 1993; Mattes 1998; Pöppel 1994; Rammsayer 1992) unterstützt, die mit ihren Untersuchungen die Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen außerhalb des Handelns aufzeigen. Mit der so genannten Wahrnehmungsschwelle wird eine Zeitspanne beschrieben, in der mindestens zwei zu hörende Ereignisse als gleichzeitig bewertet werden. Weisen Geräuschpaare eine größere zeitliche Distanz auf, werden sie als ungleichzeitig wahrgenommen.

Schon in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts zeigen experimentelle Untersuchungen von Rauschimpulspaaren in der Psychoakustik, dass eine „ebenmerkliche zeitliche Lücke zwischen zwei Impulsen in Abhängigkeit von der maskierenden Wirkung des ersten Impulses“ erkannt werden kann (Hellbrück 1993, 124). Diese Lücken von etwa 3 ms können entdeckt werden, wenn die Rauschimpulse annähernd gleich sind und damit der Maskierungseffekt gering ist.<sup>39</sup>

Diese Angaben gehen konform mit einem Modell von Pöppel (1994, 72 f.), der zudem noch in subjektive und objektive Gleichzeitigkeit unterteilt (s. Abb. 5).

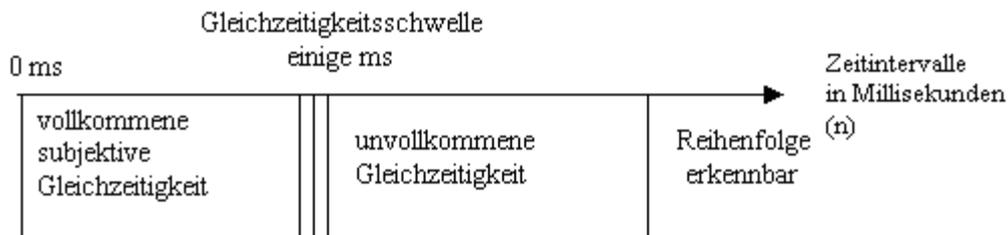


Abb. 5: Grenzen zwischen Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit. Modell von Pöppel (1994, 74)

Diesem Modell zufolge existiert subjektive Gleichzeitigkeit bei objektiver Ungleichzeitigkeit in einem Bereich von ca. 3 - 5 ms. Erst ab einer zeitlichen Grenze von 30 ms ist der Mensch in der Lage, objektive Ungleichzeitigkeit als subjektiv ungleichzeitig wahrzunehmen und sogar Reihenfolgeurteile zu fällen (Pöppel 1989, 28; 1987).<sup>40</sup> Der zeitliche Bereich von 3 ms bis 30 ms entspricht der „unvollkommenen Gleichzeitigkeit“ (Pöppel 1994, 74). Hier werden

<sup>39</sup> Auch in anderen Frequenzbereichen sind diese Lücken vorhanden. Bei den Frequenzen von 2 bis 6 kHz, die z.B. für die Konsonantenerkennung wichtig sind, liegen die Lücken zwischen 6 und 4 ms. Bei tiefen Frequenzen um 200 Hz liegen die gerade erkennbaren Lücken bei 22 ms.

<sup>40</sup> Pöppel wird in einer Untersuchung von Mates, Müller, Radil und Pöppel (1994) zitiert: "This interval (for which they provided a somewhat lower estimate of 2.4 s) is the upper limit of a temporal integration process in sensorimotor synchronization. This integration process may be mostly determined by a central mechanism, and less depends upon different modalities. This could be the reason that we observed similar variances in auditory and visual synchronization within 3 s."

Ereignisse als ungleichzeitig wahrgenommen. Diese Unterscheidungsfähigkeit bezieht sich jedoch nur auf das Ungleichzeitigkeiturteil. Welches Geräusch als erstes gehört wird, kann innerhalb dieser zeitlichen Spanne nicht angegeben werden. Untersuchungen zum Reihenfolgeurteil ist zu entnehmen (Rammsayer 1992), dass die Angaben zu zeitlichen Grenzen, in denen eine Reihenfolge von Ereignissen oder, mit anderen Worten, deren Ungleichzeitigkeit ermittelt werden kann, nicht eindeutig sind. Untersuchungen mit hochtrainierten Vpn, denen beliebig oft Reizpaare vorgespielt wurden, entschieden demzufolge sicherer als Vpn, die sich untrainiert einer einmaligen Reizdarbietung unterzogen. Die Unterschiedsschwellen für Reihenfolgeurteile liegen in diesen Versuchen bei 60 ms. Auch wenn unterschiedliche Wahrnehmungsmodalitäten angesprochen wurden, konnten hohe Unterschiedsschwellen ermittelt werden. Wenn z. B. der erste Reiz auditiv und der zweite visuell ist, liegen die Urteile zwischen 90 ms, wenn auf einen visuellen ein auditiver Reiz folgte, bei 120 ms (Hirsh und Fraisse 1964 zit. in Rammsayer 1992, 13).

Die Diskrepanz zwischen wahrgenommener Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit ist offenbar an die Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns gekoppelt. Trotzdem Lücken von ca. 3 ms zwischen zwei Ereignissen akustisch wahrnehmbar sind und ausreichen, um eine bewusste Unterscheidung von zwei Ereignissen zu treffen, ist der relativ große Abstand von 0 ms bis -50 ms zwischen Click und Tap innerhalb der Handlung nicht als etwas Verschiedenes, das heißt für die Vpn nicht bewusst wahrnehmbar.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der akustische Wahrnehmungseindruck nicht für die negative Asynchronie verantwortlich ist.<sup>41</sup> Möglicherweise unterliegen die Vpn dem Gestaltmerkmal des Rhythmus (Schütte 1978; Terhardt und Schütte 1976; s. auch Fraisse 1966, 1984), wie psychoakustische Untersuchungen nahe legen oder der subjektive Eindruck der Vpn während des Handelns ist ausschlaggebend für die Handlung selbst.

### 3.2 Handeln in der physikalischen und psychologischen Zeit

Eine handelnde Person gestaltet immer ein Bedeutungsfeld, das durch die Relation von Subjekt und Umwelt gekennzeichnet ist. Dieses Bedeutungsfeld beeinflusst die zeitliche Organisation von Handlungen, sodass hier nicht mehr Kriterien, wie sie in der Physik verwendet werden, herangezogen werden können, sondern das Problem der zeitlichen Folge von Click und Tap subjektiven Kriterien unterliegt, die z. B. an der Schwelle des Übergangs von anschaulicher Gleichzeitigkeit zu anschaulicher Folge interessant sind (Fraisse 1966, 657).<sup>42</sup>

Ergebnisse psychoakustischer Untersuchungen zur Gleichzeitigkeit und rhythmischer Gleichmäßigkeit weisen in Bezug auf die Tappingexperimente Gemeinsamkeiten auf, die einen anderen Blickwinkel auf diese Forschung ermöglichen.

---

<sup>41</sup> Aschersleben folgert aus den Ergebnissen, dass die Bildung der negativen Asynchronie von „spezifischen Charakteristika der Synchronisationsaufgabe“ abhängt. Die Rückinformation, wie sie z. B. durch die Bewegung des Fingers gegeben ist, ist in dieser Argumentationslinie ein zusätzlicher Faktor, die die taktil/kinästhetische Rückmeldung verursacht (Aschersleben 1994, 69; Aschersleben 2000; Repp 1996, 1999, 2001, 2002<sup>a,b</sup>).

<sup>42</sup> In einem Beitrag von 1923 stellt von Weizsäcker die Geschichte der Sinnesphysiologie in den Kontext einer Geschichte der Entdeckung von psychophysischen Täuschungen. Wahrnehmung als Wahrnehmung ist eine Täuschung und von daher ist sie eine Entdeckungsreihe von Antilogischem. Die Theorie der Sinnesphysiologie, die Psychophysik ist ein Versuch, das Antilogische wieder zu beseitigen. Das Antilogische bleibt jedoch bestehen, und in der Wahrnehmung kehrt der empirische Zwang, dass es das Draußen und nicht das Drinnen ist, was wir wahrnehmen, wieder. Nach von Weizsäcker ist die Wahrnehmung also ein Antilogisches in Beziehung auf die raumzeitlichen Objekte der Physik schlechthin. (von Weizsäcker 1923, 305)

Das menschliche Gehör ist eines der Sinnesorgane, das optimal an das Empfangen von Signalen aus der Umwelt angepasst ist. Es gilt gerade deshalb als „Wächter“ unter den Sinnen, weil es nicht wie zum Beispiel das Auge verschlossen werden kann, sondern ständig offen ist, bereit, Informationen zu empfangen. Auch im Schlaf ist das Ohr offen und kann kleinste Veränderungen in dem es umgebenden Medium, der Luft, registrieren, um gegebenenfalls den Organismus vor Gefahren zu warnen (Hellbrück 1993, 15).

Die Psychoakustik hat sich deshalb zur Aufgabe gemacht, die verschiedenen Grundgrößen der akustischen Wahrnehmung, die durch eine akustische Reizung entstehen, zu erforschen. Im Wesentlichen ist damit immer ein subjektiver Eindruck des Geschehens gemeint. Denn Wahrnehmung und Bewertung sind nicht nur von den physikalischen Bedingungen abhängig, sondern ebenfalls von den individuellen Bedingungen der Person und den situativen Bedingungen. Unsere Höreindrücke werden also nicht nur durch den physikalischen Reiz bestimmt, sondern „werden von Anfang an durch den psychischen und physischen Gesamtorganismus bereitgestellt (Schick 1997, 50)“. So werden z. B. Schallintensitäten, Frequenzen, Zeitdauern und Rhythmen in ihren jeweils subjektiv empfundenen Kontext überführt, sodass die Beziehung zwischen akustischem Reiz und subjektiver Wahrnehmung erfasst werden kann (Kollmeier 2004). Wir reagieren also nicht einfach auf physikalische Hörreize, sondern handeln auf der Grundlage unserer Interpretation dieser physikalischen Reize (Schick 1997, 50).<sup>43</sup> Da heißt, dass wir auf Grund von Eigenaktivität, die sich innerhalb des subjektiven Wahrnehmungsvorgangs bildet, auf physikalische Reize reagieren, sie aber als unsere Wahrnehmungsinhalte uminterpretieren.

### 3.3 Untersuchung zur Bestimmung eines subjektiven Ereignispunktes

Mit psychoakustischen Messmethoden kann u.a. der so genannte subjektive Ereignispunkt von akustischen Signalen bestimmt werden (Terhardt und Schütte 1976; Schütte 1978). Sie zeigen, dass es einen Unterschied zwischen objektiver Gleichmäßigkeit und subjektiver Gleichmäßigkeit gibt. Für eine Reihe von Untersuchungen bot es sich an, den Ereigniszeitpunkt an der Struktur des Rhythmus zu ermitteln. Objektive Gleichmäßigkeit oder ein objektiv gleichmäßiger Rhythmus bedeutet in diesem Fall, dass sich eine beliebige Gruppe aufeinander folgender Schallimpulse rhythmisch nicht von einer beliebigen anderen Gruppe derselben Impulsfolge unterscheidet.<sup>44</sup> Das Kriterium der subjektiven Gleichmäßigkeit kann durch Hörversuche ermittelt werden. Die Vpn hatten die Aufgabe, im Hörversuch die Verzögerungszeit  $T_{AB}$  mit Hilfe eines Potentiometers zwischen den beiden Pulsen so einzustellen, dass der Gesamtpuls subjektiv einen gleichmäßigen Rhythmus gibt. Die Angabe eines Ereigniszeitpunktes von akustischen Signalen ist abhängig von den physikalischen Parametern des Schalles. Dies ermöglicht erst die Angabe der tatsächlich empfundenen zeitlichen Relation von Schallereignissen in einem rhythmischen Zusammenhang (Schütte 1978, 198). Die Untersuchungen belegen, dass dieser nicht mit dem Impulsbeginn eines Reizes übereinstimmt. In der gemessenen Abweichung drückt sich die subjektive Erfahrung der Vp aus. Der subjektiv eingestellte Rhythmus der Vp spiegelt nicht den Rhythmus wider, der objektiv zu erwarten wäre. Genauer gesagt erklingt der subjektive Rhythmus, wenn man von einem objektiven Nullwert für den „richtigen“ Rhythmuszeitpunkt ausgeht, diesem Punkt

<sup>43</sup> Die Entdeckung des Weber-Bruchs hat die Voraussetzung der Messung einer allgemeinen Beziehung zwischen Empfindungsintensität und physikalischer Reizenergie erbracht. Gustav Theodor Fechner entwickelte dann das nach ihm benannte Fechner'sche Gesetz der absoluten Zuordnung physikalischer Reize zu einer bestimmten Empfindungsintensität: Empfindungsintensität =  $k \cdot \log$  Reizstärke und gilt bis heute als Fundamentalgesetz der Psychoakustik (Schick 1997, 96).

<sup>44</sup> Informationstragendes Merkmal von Sprache und Musik ist der Rhythmus (Terhardt und Schütte 1976, 122).

voraus. Das heißt, die Folge von Schallimpulsen wird dann als subjektiv gleichmäßig angesehen, wenn die längeren Impulse jeweils um  $\Delta t$  früher beginnen als es der objektiven Gleichmäßigkeit entspricht (Terhardt und Schütte 1976, 126). In der Tendenz 12 ms - 20 ms früher.<sup>45</sup>

Die immer positive Abweichung (das heißt der Puls wurde früher zum äquidistanten Impuls angeordnet) besagt, dass der längere Impuls nach früheren Zeiten, also zum kürzeren hin, verschoben vorliegt (Schütte 1978, 200). Dabei konnte ermittelt werden, dass das Einstellen des Rhythmus bei gleichen oder sehr ähnlichen Tonhöhen am einfachsten ist und die Wahrnehmung eines gleichmäßigen Rhythmus weder von der Lautstärke noch von der Tonhöhe eines Impulses beeinflusst wird. Die Untersuchungen ergaben aber auch, dass die Verzögerungszeit zwischen Impulsbeginn und Ereigniszeitpunkt offenbar von Impulsdauer und Amplitudenverlauf abhängt (Terhardt et al. 1976, 123; s. auch Schütte 1978, 201).<sup>46</sup>

Neben dem subjektiven Ereigniszeitpunkt wird mit diesem Ergebnis aufgezeigt, dass es ebenfalls einen Unterschied zwischen der subjektiven und der objektiven Dauer gibt. Hieran lässt sich noch einmal zeigen, dass die Wahrnehmung der zeitlichen Folge nicht nur von der Folge der physikalischen Ereignisse abhängt, sondern auch von den Bedingungen der Wahrnehmung (Fraisse 1966, 657). Den Untersuchungen zum Ereigniszeitpunkt von Schallen gingen Untersuchungen zum subjektiven Eindruck der Dauer eines Schalles der Empfindung der Dauer des objektiven Schalles voraus. Zum Beispiel in Musik und Sprache, wo der Verlauf der Schalle zeitlich strukturiert ist, ist die Dauer des Schalles eine wichtige Informationsquelle (Zwicker 1969/70, 214; Burghardt 1972, 21).

Untersuchungen zur subjektiven Dauer von Schallimpulsen ergaben, dass Schallimpulse bei gleicher (objektiver) Dauer eine längere subjektive Dauer hervorrufen als Pausen zwischen zwei relativ langen Schallimpulsen (Fastl 1975, 288). Die subjektive Dauer von Schallimpulsen ist um den Faktor 2 größer als die subjektive Dauer eines Abstands oder die subjektive Dauer einer Pause (Zwicker 1969/70, 217; 1982, 110).<sup>47</sup> <sup>48</sup> Abb. 6 zeigt dies anhand der Notation von Pausen- und Notenlängen (a). In (b) sind die Zeitdauern aufgetragen, die aufgrund der Notation erwartet würden. Die Impuls- und Pausendauern werden von den Vpn jedoch wie in (d) aufgeführt angegeben. Über das Erregungspegel-Zeitmuster (c) wird deutlich, warum sie dies tun. Die zeitlichen Längen der durchgezogenen Doppelpfeile (Noten) und der gestrichelten Doppelpfeile (Pausen) ergeben den in (b) gezeigten Rhythmus (Zwicker 1982, 151; s. auch Zwicker und Fastl 1990).

<sup>45</sup> Die Größe der Verschiebung ergab bei Folgen, bestehend aus Rechteckimpulsen, maximal 20 ms. Für eine Anordnung mit speziellen zeitlichen Hüllkurven wurden maximal 55 ms gemessen (Schütte 1978, 205).

<sup>46</sup> Bei Schallimpulsen mit rechteckförmigem Amplitudenverlauf wurden Abweichungen bis zu etwa 20 ms, bei einigen speziellen Amplitudenverläufen bis etwa 80 ms beobachtet (Terhardt und Schütte 1976, 126).

<sup>47</sup> Erst bei Schallimpulsen über 800 ms objektiver Dauer und bei Schallpausen über 2 sec objektiver Dauer, bleibt die Dauerempfindung, bezogen auf die objektive Dauer, konstant (Burghardt 1972, 28).

<sup>48</sup> In diesem Zusammenhang ist auf einen Versuch von Adhemar Gelb zur visuellen Wahrnehmung hinzuweisen: Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit der zeitlichen Folge von zum Beispiel Lichtreizen beeinflussen einander gegenseitig. Leuchten drei Lichtpunkte in gerader Linie, in ungleichen Abständen angeordnet, in gleichen Zeitabständen nacheinander auf, so erscheinen sie dem Beobachter annähernd oder ganz symmetrisch. Diese anschauliche Symmetrisierung bleibt sogar dennoch so, wenn das wirkliche Verhältnis der Abstände 3:1 beträgt (Metzger 1975 in Metzger 1986, 147).

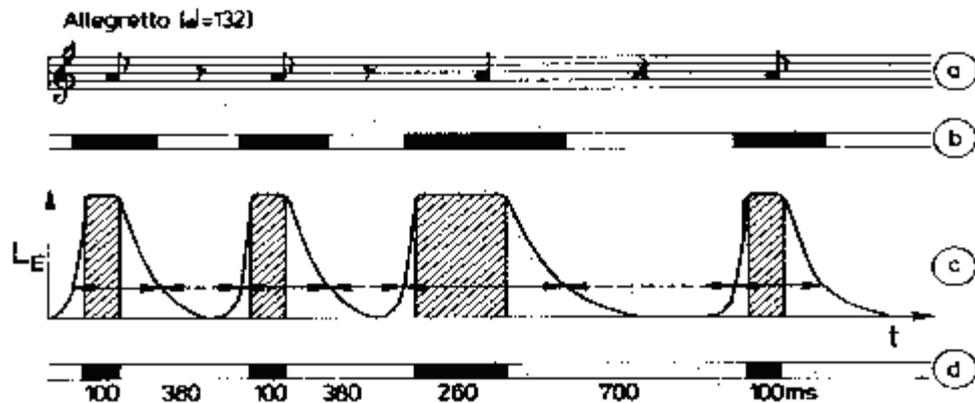


Abb. 6: Zusammenhang zwischen rhythmischem Empfinden und Erregungspegel-Zeitmuster (Zwicker 1982, 151)

Das bedeutet, dass die Vpn aus der eigenen Handlung heraus ihren erzeugten Ton (d) im Verhältnis zum festgelegten Rhythmus (a) als kürzer interpretieren. In der gegenüber der notierten Pause (a) subjektiv verlängerten Pause findet der Interpretationsvorgang statt. Für das Phänomen der negativen Asynchronie zeigt dieser Ansatz, dass die Vpn subjektiv in die Produktion der Abweichung vom physikalischen Nullpunkt involviert sind. Für den Synchronisationsvorgang im Tappingexperiment kann dies bedeuten, dass die Handlung der Vpn ebenfalls auf der subjektiven Interpretation des Endes des eigenen Tap beruht und nicht zu dem des Clicks des Metronoms vorgenommen wird.

#### 3.4 Antizipation geschieht auf zwei Ebenen: Umweltantizipation und Antizipation der Eigenbewegung

Während in gegenwärtigen Ansätzen danach gefragt wird, ob neurophysiologische Mechanismen der Handlung zugrunde liegen und damit den „Antizipationsfehler“ innerhalb des Synchronisationsvorgangs hervorbringen, soll der Begriff der Antizipation auf den Aspekt des subjektiven Handlungszeitpunktes hin erneut betrachtet werden. Wenn die negative Asynchronie nicht restlos auf das Zusammenspiel distaler Prozesse von Wahrnehmung und Handlung unter neurophysiologischem Aspekt zurückzuführen ist, erklärt sich der Ausführungszeitpunkt durch die der Handlung vorausgehenden Antizipation, die womöglich auf inneren subjektiven Prozessen beruht und damit eine andere Sicht auf das Zusammenspiel von Wahrnehmung und Handlung gestattet als es Theorien der Verhaltenssteuerung nahe legen.<sup>49</sup> Damit ist die Frage gestellt, ob die Ungleichzeitigkeit von Subjekt und Objekt auf einen Mechanismus zurückzuführen ist, der aus unserem eigenen Handeln resultiert und damit auf Möglichkeiten weist, die auf Grenzen der Wahrnehmung hindeuten, die innerhalb der

<sup>49</sup> Diesem Thema hat sich ebenfalls schon Berntsein gewidmet. Die Frage, welcher psychophysiologische Vorgang im Körper stattgefunden hat, wenn Wahrscheinlichkeitsprognosen erstellt wurden, wurde mit dem EMG überprüft und führt zu folgender Aussage, die darauf hindeutet dass "anticipatory changes take place in both motor and sensory domains: The amplitude of EMG was higher in muscles that were expected to react to a more probable signal. These muscles showed anticipatory changes in the background activities that reflect preparing to move. Stronger anticipatory changes were associated with quicker reactions. Reaction time may therefore depend on anticipation of a certain motor response." (Bernstein in Feigenberg 1998, 102

In Konsequenz bedeutet diese Aussage, das "reaction time, however, depend not only on probabilistic prognosis but also on the significance of a signal." (Feigenberg 1998, 102)



Handlung vom Subjekt selbst gesetzt werden. Eine Definition des Begriffs der Antizipation muss sich in diesem Fall am Subjekt orientieren.

Weitere experimentelle Herangehensweisen behandeln das Gegenstück der Antizipation, die Reaktion<sup>50</sup>, um das Entstehen von zeitlichen Verzögerungen zu erklären. Auf den Aspekt der Reaktion wird u.a. von Engström, Kelso und Holroyd (1996) hingewiesen, die sagen, dass das Intervall „may be related to the transition from reaction to anticipation in rhythmic sensorimotor coordination.“ (in Chen, Repp und Patel 2002, 528) Handlungen werden in diesem Kontext als Reaktionen verstanden (Prinz 1998, 2000). Repp (u.a. 2001, 2002<sup>a,b</sup>; Repp und Penel 2002) bietet noch eine weitere Sichtweise an. Der Antizipationsfehler, wie bei Aschersleben u. a., ist bei Repp nicht von Interesse. Er untersucht im Gegensatz zu Ergebnissen von Aschersleben und Müsseler (1999, 1715) statt der Antizipationstendenz die „error correction“ (Repp 2001, 601; Repp 2002, 1096) und nimmt an, dass bei sensomotorischer Koordination nicht bewusste Wahrnehmung zeitlicher Information herbeigeführt wird.<sup>51</sup> Er nimmt an, dass ontogenetisch ältere Gehirnstrukturen anteilig an der Asynchronie beteiligt sind und

„that phase error correction in sensorimotor synchronization seems to be an automatic, subconscious process, that is sensitive to temporal order information well below the perceptual threshold.“(Repp 2001, 601)<sup>52</sup>

Ebenfalls wird angenommen, dass die korrekte Handlungsausführung an unzureichender Aufnahme von verhaltensrelevanten Informationen aus der Umwelt scheitert. Somit wird eine unzureichende Antizipation des zu erreichenden vorgegebenen Clicks und die damit einhergehende Informationslücke dafür verantwortlich gemacht, dass das „System nicht genau synchronisieren kann“ (Aschersleben 1994, 115). Das legt noch einmal nahe, dass abgesehen von der Ebene der Neurophysiologie auf andere Wirkmechanismen, die zwischen Wahrnehmung und Handlung intervenieren, zu verweisen ist. Da nicht direkt auf den physikalischen Nullpunkt synchronisiert wird, wird die verfrühte Handlungsausführung oder die Koordinationsleistung zwischen wahrgenommenem akustischem Click und motorischem Tap als „Antizipationsfehler“ bezeichnet (Mates und Aschersleben 2000, 1). Die Bezeichnung „Fehler“ kann hier jedoch unterschiedlich verstanden werden. Sie suggeriert einen Fehler auf der Ebene der Antizipation, der der Handlung vorausseilenden Wahrnehmung. Diese Art von Synchronisationsfehler oder „systematischem Fehler“ (Vorberg und Wing 1994, 239) wird zum einen als Voraussetzung für das Funktionieren des Systems angesehen. Zum anderen bedeuten nach Konventionen negative Synchronisationsfehler bei der Synchronisation mit einem Metronom Antizipation (Vorberg und Wing 1994, 247).

An dieser Stelle stellt sich die Frage, welche Informationen dem „System“ dienen könnten, welche das Subjekt nicht schon in sich trägt. Geht man wie Bernstein (1987, 195) davon aus, dass Bewegungen, aus denen letztlich auch die Tappingexperimente bestehen, fast die einzige Form der Lebenstätigkeit sind,

„durch die der Organismus nicht einfach in Wechselwirkung mit der Umwelt tritt, sondern aktiv auf sie einwirkt, wobei er sie in die von ihm gewünschte Richtung verändert oder zu verändern versucht“,

<sup>50</sup> Ebenfalls geben Chen et al. 2002 dazu an, das wenn „an isochronous stimulus period is longer than 3 s, participants' responses lag behind the stimulus onset on average, indicating that participants are reacting to the stimulus. When the period is shorter than 3 s, participants typically anticipate the stimulus, tapping before or close to metronome onset (Chen et al. 2002, 528).“

<sup>51</sup> Repp (2001) verweist auf die Form der direkten Parameterspezifikation, die auf Umwelteinflüssen beruht, wie Neumann (1990) sie versteht (in Repp 2001, 617).

<sup>52</sup> S. auch Jones (1976)

so wird deutlich, dass die eigene Tätigkeit, in diesem Fall die Bewegung des Tappens, uns in den Kontext der Handlung stellt. Die Herkunft der Differenz von Tap und Click ist also innerhalb der Handlung zu suchen. Möglicherweise in eigenaktiven Prozessen, die von der Handlung initiiert werden

### 3.5 Modelle der antizipativen Verhaltenssteuerung

Dieser Gedanke wird in der nachfolgenden Diskussion der Modelle von Hoffmann (1993) und Libet (1982) weiterverfolgt.

Das Konzept der antizipativen Verhaltenssteuerung von Hoffmann (1993) ist ein Ansatz, durch den die Verhaltenssteuerung und kognitive Prozesse miteinander in Verbindung gebracht werden (s. Abb. 7). Unter der Prämisse: „Was wir wahrnehmen hängt davon ab, was wir tun: wir sehen nur die Dinge, auf die unser Blick gerichtet ist“ (Hoffmann 1993, 39), wird die Idee eines Mechanismus entwickelt, mit dem menschliches zukunftsorientiertes Verhalten modelliert wird und mit dem beschrieben werden kann, wie das Verhalten seinen Einfluss auf die Wahrnehmung entwickelt und wie es andererseits unter ihre Kontrolle gerät.<sup>53</sup> Ausgangspunkt ist, dass geordnete Wahrnehmung und geordnetes Verhalten immer nur relativ zueinander möglich sind. Hoffmann (1993, 52) differenziert die Umwelt in zwei für den Menschen zu erkennende Realitäten: die realen Gegebenheiten und die Ebene der Sprache oder, mit anderen Worten, die gegenständlichen oder die symbolischen Welten, die sich auf diese Gegebenheiten beziehen und es ermöglichen, das sich dadurch erfolgreich verhalten werden kann. Unsere Erkenntnisse bleiben auf den Teil der Umwelt begrenzt, der durch das Verhalten erschlossen wird. Um die Hürde der Relation zu überwinden, nimmt Hoffmann einen intentionalen Verhaltensakt an, dem eine Antizipation der zu erwartenden sensorischen Konsequenzen oder Reafferenzen vorausgeht (Hoffmann 1993, 46). Um diesen Vorgang, die Funktionsweise unserer Wahrnehmung, zu beschreiben, führt Hoffmann (ebd., 59) seine Ausführungen auf das Reafferenzprinzip von von Holst und Mittelstaedt (1950) zurück (s. ausführlich Kapitel 4.1.1). Zwischen den Zuständen der Eigenbewegung und der Bewegung der Umwelt, die sich im retinalen Abbild zeigen, entscheidet unsere Wahrnehmung richtig und spontan. Mit der antizipativen Verhaltenssteuerung, die sich durch das Aufnehmen von Umweltreizen auszeichnet, wäre das Problem der Inkommensurabilität efferenter und afferenter Impulse dadurch aufgehoben, das Reafferenzen nicht mit Efferenzkopien, sondern mit antizipierten Afferenzen verglichen werden. Dieser Ansatz käme der Forderung von Prinz (1983, 1985, 1990) nahe, denn die efferenten und die afferenten Impulse treten nicht direkt, sondern nur über ihren gemeinsamen Umgebungsbezug in Wechselwirkung (Hoffmann 1993, 71).

Mit der Antizipation schaffen sich Organismen Verhaltensmöglichkeiten, die ihnen gegenwärtig noch gar nicht abverlangt werden (Hoffmann 1993, 55). Aus diesen Gedanken resultiert das Modell der antizipativen Verhaltenssteuerung.

---

<sup>53</sup> Hoffmann weist u.a. mit Piaget und Klix darauf hin, dass die Vorhersagbarkeit von künftigen Ereignissen ein möglicherweise grundlegender Faktor organismischer Evolution sein könnte. Verhaltensgesteuerte Antizipationen beruhen auf einem „Bedürfnis nach Vorhersage“ (Hoffmann 1993, 55).

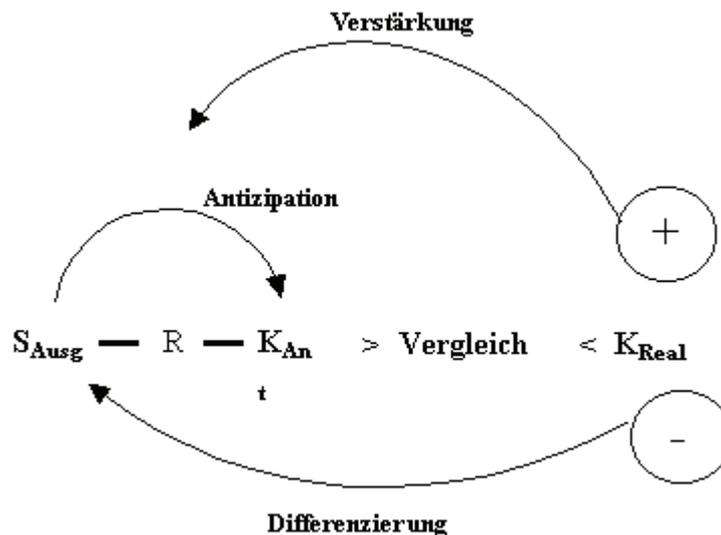


Abb. 7: Struktur eines hypothetischen Lernmechanismus zum Aufbau von verhaltenssteuernden Antizipationen (Hoffmann 1993, 44)

Veränderungen liegen nicht in der Veränderung von Reiz-Reaktionsverknüpfungen, sondern beruhen auf den situationsgebundenen antizipierten Konsequenzen eigenen Verhaltens, die vermutlich auf gesetzmäßige Zusammenhänge zurückzuführen sind. Diese Gesetzmäßigkeiten werden auf die immer wieder erfolgende Bestätigung der Antizipation zurückgeführt. Das lernabhängige Verhalten hat aus dieser Theorie heraus die Funktion, die Erkenntnisse einerseits aus der Umwelt (dies gelingt nur über den Bezug zu einer gemeinsamen Umwelt) zu erschließen und andererseits durch deren Begrenzung zu erfahren.<sup>54</sup>

Dem gegenüber stehen Aussagen von Libet (u.a. 1982, 1985, 2004<sup>a,b</sup>), der die Herkunft antizipativer Prozesse auf der neurophysiologischen Ebene der Bereitschaftspotentiale untersucht (s. Abb. 8 und Abb. 9). Die Grundlage seiner Untersuchungen der Physiologie bewusster Erfahrung bestand darin, die von außen beobacht- und manipulierbaren Gehirnprozesse und die damit verbundenen subjektiven introspektiven Erlebnisse gleichzeitig als unabhängige Kategorien zu untersuchen, um ihre Beziehung zu verstehen (Libet 2004<sup>a</sup>, 285).<sup>55</sup> Diese viel zitierten und zur Diskussion anregenden Untersuchungen sagen aus, dass Bereitschaftspotentiale schon 550 ms vor der Handlung einsetzen und Muskeln innerviert werden. Der Mensch wird sich seiner Handlungsintention jedoch frühestens 350-400 ms nach Beginn des Bereitschaftspotentials und 200 ms vor der motorischen Handlung darüber bewusst.

<sup>54</sup> Dieser Aspekt verdeutlicht, dass in Hoffmanns Verständnis die „der Erkenntnis zugrunde liegenden Prozesse nicht einer adäquaten Widerspiegelung dienen, sondern einer erfolgreichen Steuerung des Verhaltens. Nur indem sie diesen Zweck erfüllen, vermitteln sie Erkenntnisse über Eigenschaften der Umwelt.“ (Hoffmann 1993, 22)

<sup>55</sup> Libet (2004<sup>a</sup>, 285) dazu: „Die Annahme, dass die deterministische Natur der physikalisch beobachtbaren Welt subjektive bewusste Funktionen erklären kann, ist ein spekulativer Glaube und keine wissenschaftlich bewiesene Aussage.“



Abb. 8: Modell von Libet (2005)

Libet nimmt an, dass jegliche Handlung schon zu diesem frühen Zeitpunkt nicht durch physikalische Gesetze determiniert ist und demzufolge auch nicht als Epiphänomen bezeichnet werden kann, sondern subjektiven Kriterien unterliegt und somit zu subjektiv strukturierten Antizipationen führt.

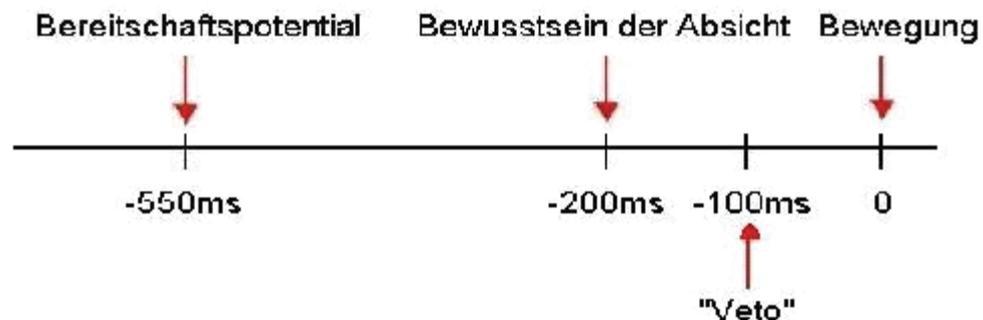


Abb. 9: Unterbrechung des Bereitschaftspotentials 100 ms vor Beginn der geplanten Handlungsausführung (Libet 2005)

### 3.6 Antizipation der Eigenbewegung oder die Realisierung des eigenen Handlungsentwurfs

Gemessen an der physikalischen Vorgabe des Metronoms liegt der Tenor in nahezu allen Konzepten der Kognitionsforschung eher auf der Bezeichnung eines „Fehlers“, der eine vollständige Synchronisation verhindert. Ist man jedoch gewillt, das Phänomen der negativen Asynchronie aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten, so besteht die Möglichkeit, sie als Differenz, in dem sich die nötige subjektive Spannbreite, die der Mensch zum Handeln braucht, zu bezeichnen. Plessners (1975) These zur exzentrischen Positionalität, der ausschließlichen Möglichkeit des Menschen, eigene Handlungen zu reflektieren, wird auch unter dem Blickwinkel des Beginns einer Handlung wichtig. Damit lässt sich das vorversetzte Tappen der Vpn nicht als Antizipationsfehler, sondern als anthropologische Konstante verstehen, die diesen Mechanismus des vorzeitigen Handelns entwickelt hat (Loosch 2002, 247). Das verfrühte Handeln resultiert aus der aktiven Tätigkeit des Subjekts, an die der subjektive Zukunftsentwurf, der im Handeln entsteht und der in die Handlung einfließt, gekoppelt ist.<sup>56</sup> Vor diesem Hintergrund ist anzudeuten, dass das Phänomen der negativen Asynchronie nicht grundsätzlich ein fest determiniertes Phänomen darstellt, sondern von den Bedingungen innerhalb einer Person oder Subjekts und den situativen Bedingungen, in denen sich ein Subjekt befindet, abhängig ist. Wenn sich das Phänomen der negativen Asynchronie,

<sup>56</sup> Schon Cassirer deutet an, dass der Unterschied zwischen objektiv und subjektiv erst im Prozess der Erkenntnis hervortritt (Cassirer 1953, 23).

wie in zahlreichen Untersuchungen dokumentiert (s. Kapitel 1), nicht durch äußere Einflüsse manipulieren lässt, so ist unter diesem Blickwinkel anzunehmen, dass der Zeitpunkt des Handelns innerhalb weiterer Kategorien, die innerhalb des Subjekts liegen, beeinflusst werden kann. Da diese nicht über konkrete Reize erreicht werden, ist es unumgänglich, das Erleben der Person und ihre Erfahrungen mit in eine Untersuchungsfrage einzubinden. Da in den nachfolgenden Experimenten (Kapitel 6) über Instruktionen operiert wird, ist anzunehmen, dass sich durch die Sprache oder deren symbolhafte Auslegung innerhalb des Subjekts Veränderungen erzielen lassen.

#### 4 Wahrnehmungsgel leitete Eigenaktivität im Handeln

Die Unterschiede zwischen den physikalischen Gegebenheiten und den psychologischen Bedingungen, wie sie sich in der subjektiven Interpretation von Umwelteinflüssen und damit in der eigenen Handlung zeigen, die in Kapitel 3 erläutert wurden, beziehen sich auf die Tätigkeit eines Handelnden, die an die inneren Bedingungen der Person geknüpft sind.<sup>57</sup> Dies leitet dazu über, den an die Handlungsausführung gebundenen Wahrnehmungsvorgang der handelnden Person detaillierter zu betrachten. Aus bewegungswissenschaftlicher Perspektive wird häufig davon ausgegangen, „dass uns im Umgang mit der Welt gegenstandsfixierte Qualitäten reizen und in uns bestimmte Bewegungen verursachen.“ (Ennenbach 1991, 61) Aus Sicht der phänomenorientierten Konzepte wird die Perspektive der „inneren Bedingungen“ als wesentliche Kategorie des Wahrnehmungs- und Handlungsvorgangs verstanden. Es muss jedoch konstatiert werden, dass auch in diesen Konzepten vorrangig die Perspektive der betrachtenden Person, die etwas wahrnimmt, gewählt wird. Metzger (1975, 648) merkt dazu an, dass zu den Bedingungen, die man als „psychologisch“ bezeichnet, alle inneren und äußeren Tätigkeiten (Akte) des wahrnehmenden oder erkennenden Menschen wie Aufmerken, Aufpassen, Beachten, Urteilen, Vermuten, Deuten, die Ausführung irgendwelcher körperlichen Tätigkeiten oder Lernen gezählt werden.

Darüber hinaus wird auf die Mitwirkung des Betrachters in diesen Konzepten kein Augenmerk gelegt. Metzger deutet vor einem gestalttheoretischen Hintergrund auf Missverständnisse hin, die bei ungenügender Differenzierung entstehen können. Diese beziehen sich auf die Verwechslung der Wahrnehmungswelt mit der physikalischen Welt, die in der Wahrnehmungswelt abgebildet ist.<sup>58</sup> Eindeutiger formuliert bedeutet es, dass die Wahrnehmung einer Person während einer Handlung von der Wahrnehmung einer Person, wenn sie eine Handlung betrachtet, unterschieden werden muss.

Einige klassische Beispiele sollen das Problem der Wahrnehmung von eigener und fremder Bewegung erläutern. Die scheinbare und die wirkliche Bewegung, das so genannte Schein-Geschehen werden im so genannten Experiment zur „Hexenschaukel“ (Abb. 10) demonstriert (Metzger 1975, 618):

- a) Eine Person sitzt in einer Schaukel in einem Haus und schaukelt. So weit bis sie sich überschlägt.
- b) Eine Person sitzt in einer Schaukel in einem Haus. Das Haus fängt an zu schaukeln und überschlägt sich. Die Person ist die einzige, die ruhig sitzt. Sie hat aber das Gefühl, dass sie es ist, die sich überschlägt.

---

<sup>57</sup> Der Aspekt der Tätigkeit oder Aktivität wird in der russischsprachigen Literatur häufig mit dem Wort „Widerspiegelung“ bezeichnet und wird in der westlich geprägten Forschung eher distanziert betrachtet. So weist z. B. Metzger (1975, 653), darauf hin, dass in Russland die Überbewertung der Tätigkeit des Wahrnehmenden aus der Marx'schen Arbeits-Ideologie zu verstehen ist. Ähnliche Aussagen treffen Bongaardt und Meijer (2000) in Bezug auf die „Biologie der Aktivität“ von Bernstein. Dennoch wird in dieser Arbeit in Anlehnung an den Kontext der genannten Theorien der Begriff der Eigenaktivität eingeführt.

<sup>58</sup> Das Problem, sich über innere Prozesse zu verständigen, deutet sich schon in der Schwierigkeit an, gemeinsam verstehbare Begriffe zu entwerfen. Im Kontext russischer Forschung wird für den Begriff „abgebildet“ der Begriff „widergespiegelt“ benutzt und weist damit auf die Verwechslung des Seelischen mit dem erlebten eigenen Inneren hin (Metzger 1975, 648).

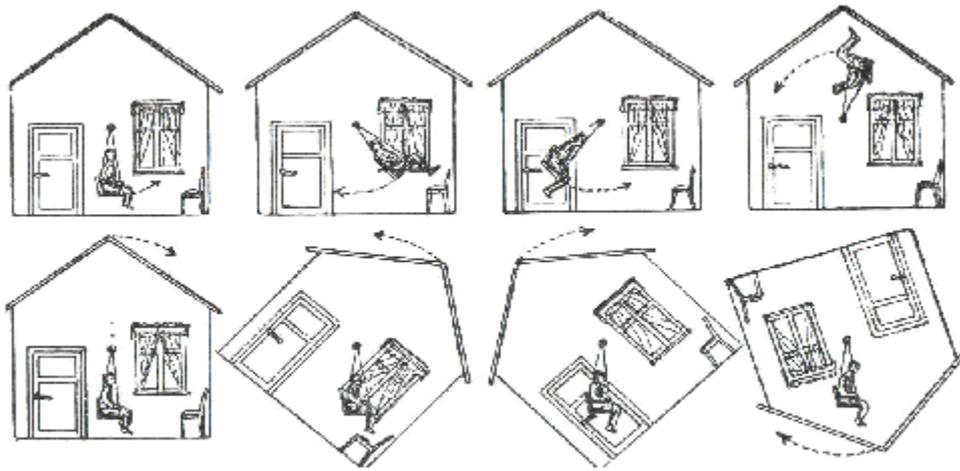


Abb. 10: Die Hexenschaukel. a) die wirkliche Bewegung (obere Reihe), b) die scheinbare Bewegung (untere Reihe)(aus: Metzger 1975, 618)

In diesem Experiment wird einer Person die Empfindung von eigener oder fremder Bewegung durch die induzierte Bewegung oder den Bewegungs-Kontrast verliehen (Metzger 1975, 618). Auf ein ähnlich gelagertes Phänomen wies schon Christian (1953) mit dem „Schlittenversuch“ hin. Die Vpn hatten die Aufgabe, einen Schlitten hin und her zu bewegen, mit dem sie über einen Griff an der Hand verbunden waren. Eine visuelle Überprüfung war nicht möglich. Sie wussten also nicht, was sie bewegen sollten und wurden darüber auch im Unklaren gelassen. Es stellte sich ein regelmäßiger Hin- und Herschieberhythmus ein, der sich auch durch das Erschweren der Bewegung nicht kippen ließ. Offenbar kompensierten die Vpn die Reibung und behielten ihren Rhythmus bei (zit. in Ennenbach 1991, 61).

Neuere Untersuchungen von Semmler, Loosch und Schmidt (1993), Hanisch, Konczak und Dohle (2001) oder auch Kerzel (2002) deuten darauf hin, dass die Wahrnehmung die Quelle der Verzerrungen ist, sodass für die Fehlleistung entscheidend wird, „was eine Vp in der experimentellen Situation tut, vor allem, wohin sie ihren Blick lenkt.“ (Kerzel 2002, 103).<sup>59</sup> Semmler, Loosch und Schmidt (1993) wiesen in Versuchen, zur Bedeutung visueller Rückmeldung beim motorischen Lernen, nach, dass es einen Zusammenhang zwischen Instruktion, der Geschwindigkeit visueller Rückmeldung und der Bewegungsstruktur der Vp gibt. Mit der Bewegungsaufgabe, den Unterarm so konstant und schnell wie möglich in einem maximalen Winkel von 90° vor- und rückwärts zu schwingen, wurde überprüft, ob die Vp die Bewegungsgeschwindigkeit beibehalten kann, unabhängig davon, mit welcher Geschwindigkeit visuelle Rückinformation gegeben wird. Wurde die Vp aufgefordert, über ein erreichtes Maß die Bewegungsgeschwindigkeit zu erhöhen, konnten keine Effekte erzielt werden. Wurde hingegen der visuelle Eindruck, den die Handlung hervorrief, zeitgleich verändert, konnten ohne Mühe die Bewegungsgeschwindigkeiten erhöht werden.

Diese Experimente geben wertvolle Hinweise auf die Bedeutung der Wahrnehmung während des Tuns. Christian (1948, 22) spricht dabei in seinem Beitrag vom „Wertbewusstsein im Tun“, dass „die spezielle Form der Bewegung sich also erst in der Auseinandersetzung mit dem Umweltvorgang (gestaltet), sie ist niemals schon da, sondern entsteht.“ In den allgemeinen Tätigkeitsideologien wird ebenfalls auf diesen Aspekt verwiesen.<sup>60</sup> Besonders

<sup>59</sup> „... ein Großteil der Prozesse lässt sich auf antizipative Verhaltenssteuerung zurückführen.“ (Kerzel 2002, 102f)

<sup>60</sup> V. von Weizsäcker, Gestaltkreis 1940 (Deutschland), Ittelson, Transaktionalismus 1960 (Amerika); Sokolov 1967; Zinchenko, Lehre von der Wahrnehmung der Tätigkeit 1966 (UdSSR) (zit. in Metzger 1975, 652)

russische Psychologen wie Rubinstein oder Leontjew setzten sich mit der Bedeutung des Tuns oder, in ihrem Sprachgebrauch, mit der Aktivität auseinander und differenzierten dabei in die äußeren Ursachen und die inneren Bedingungen (vgl. auch Kapitel 2). Ihr Untersuchungsgegenstand umfasst dabei nicht nur die psychologischen, sondern auch die physiologischen Aspekte, die den Menschen auszeichnen. Das Handlungsergebnis ist in diesem Denken jedoch nicht „Ursache eines äußeren Anstoßes“, sondern „ein und dieselbe äußere Einwirkung ruft, abhängig vom inneren Zustand des Organismus, auf den sie trifft, verschiedene Reaktionen hervor. Die äußeren Ursachen wirken durch die Vermittlung der inneren Bedingungen (Pawlow und Setschenow in Rubinstein 1962, 162).“<sup>61</sup> Eine mechanische Abhängigkeit zwischen äußerem Reiz und Reaktion wird ausgeschlossen. Es sind vielmehr die inneren Bedingungen selbst, die sich als Ergebnis äußerer Einwirkungen bilden.<sup>62</sup> Metzger, der in den „Gesetzen des Sehens“ (1953, 1975) zwar offen seine Abneigung gegen die Konzepte der russischen Forscher ausspricht und ebenfalls gegen Versuche ist, dieses Problem auf experimenteller Seite zu lösen<sup>63</sup>, lenkt an anderer Stelle wieder sachlich und entscheidend ein, indem er konstatiert, dass es sich

„im Westen [...] um nichts weiter als um die Entdeckung einer tatsächlichen Lücke in unserer Kenntnis der Wahrnehmungsvorgänge [handelt].“ (Metzger 1975, 653)

#### 4.1 Konzepte zur Wahrnehmung und Handlungsausführung

Aus diesem Kontext heraus entsteht folgendes Problem: Wie kann ein Organismus oder in diesem Fall der Mensch beurteilen, ob Veränderungen in der Umwelt die Folge seines Handelns sind oder ob er nur Beobachter seiner sich bewegenden Umwelt ist? Übertragen auf das Tappingphänomen würde dies bedeuten, dass die Vpn nicht auf den ihnen vorliegenden, immer wiederkehrenden Rhythmus handeln, sondern auf ihre Interpretation des Metronomclick als ihre eigene verinnerlichte Vorgabe hin reagieren.

Wie in Kapitel 3.1 erläutert, unterliegen die Vpn einer Grenze der Wahrnehmungsfähigkeit. Der akustische Wahrnehmungseindruck ist aber in diesem Zusammenhang offenbar nicht die einzige entscheidende Information für die Handlungsausführung. Wäre sie es, müsste ebenfalls im Handeln eindeutig Ungleichzeitigkeit erkannt werden können. Wie wirkt sich nun die Differenzierungsleistung von Ereignissen aus, wenn die Wahrnehmung an eine aktive Handlung gebunden ist? Ab 30 ms wird von Pöppel (1994) die Ordnungsschwelle für die Wahrnehmung von Ungleichzeitigkeit angesetzt. Das bedeutet, dass hier eindeutig Ungleichzeitigkeit erkannt werden müsste. Die Vpn geben diesbezüglich jedoch das Gegenteil an. Abzüglich der 5 ms für die Wahrnehmungsschwelle kann man von einer Spanne von -45 ms ausgehen, die offensichtlich bei der Wahrnehmung im Handeln „verschluckt“ wird. In

---

<sup>61</sup> An anderer Stelle wird Rubinstein noch konkreter, indem er darauf hinweist, dass die „äußeren Einwirkungen auf den Menschen durch die inneren, psychischen Bedingungen „gebrochen“ werden (Rubinstein 1962, 221).

<sup>62</sup> Dieser Grundzug des Denkens, dass psychische Funktionen nicht als etwas Festes und Fixiertes angesehen werden, wird auch noch einmal von Leontjew und Lurija betont und wird um den Aspekt der sozialen Ebene erweitert. So wird davon ausgegangen, dass sich psychische Funktionen auch im Zuge gesellschaftlich-historischer Prozesse verändern. (Leontjew und Lurija 1968, 341 in Munzert 1997, 84)

<sup>63</sup> Metzger meint hier das Reafferenzprinzip von von Holst und Mittelstaedt (1950) zu dem er kritisch anmerkt, dass „verwickelte Einrichtungen vorgesehen [seien, C.B.], um die ständigen Störungen des Wahrnehmens durch das gleichzeitige Handeln auszugleichen.“ (Metzger 1975, 653)



diesem Kontext muss überprüft werden, ob die Synchronisation an einer Grenze der motorischen Leistungsfähigkeit scheitert.<sup>64</sup>

Um herauszustellen, dass die negative Asynchronie nicht von der Motorik abhängig ist, wird auch im Forschungsraum der Synchronisationsexperimente das Interesse auf die motorische Leistungsfähigkeit gelegt. Es wird angenommen, dass eine obere und eine untere Grenze der motorischen Leistungsfähigkeit existiert, innerhalb der Synchronisation möglich ist. Während ohne Synchronisationsaufgabe die Frequenz für das Tappen mit einem Finger bei 120 ms bis 200 ms liegt (u.a. Bartlett und Bartlett 1959), wird allgemeingültig eine untere zeitliche Grenze genannt, bei der das motorische System noch in der Lage ist zu synchronisieren. Die Dauer dieses Intervalls liegt bei ca. 200 ms bis 300 ms. Unterhalb dessen können in dieser Schnelligkeit keine größeren motorischen Bewegungen mehr ausgeführt werden, wobei der einzelne Fingertap, wie er in den Tappingexperimenten genutzt wird, eine Ausnahme bildet.<sup>65</sup>

Eine obere Grenze der Synchronisationsfähigkeit wird in der Literatur ebenfalls angegeben. Diese liegt bei 2400 ms bis 4000 ms. Ab dieser Zeitspanne sind keine motorischen Probleme in der Ausführung zu erwarten. Dieser Bereich kann als Schnittstelle angesehen werden, an der die Vpn eher auf den Reiz reagieren als ihn antizipierend erwarten (Aschersleben 1994, 19). Eine motorische Grenze ist ebenfalls als Ursache der Asynchronie auszuschließen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass weder der reine akustische Eindruck (s. Kapitel 3), noch die reine motorische Leistungsfähigkeit für die Differenz der negativen Asynchronie, die im Handeln entsteht, verantwortlich sind. Dieser Aspekt leitet zu Konzepten über, die eine Unterscheidung von eigener und fremder Wahrnehmung während der Handlungsausführung vornehmen.

#### 4.1.1 Das Reafferenzprinzip von von Holst und Mittelstaedt

Mit der Annahme eines Mechanismus, mit dem zwischen eigenem und fremdem Bewegung differenziert wird, ist auf das „Reafferenzprinzip“ von von Holst und Mittelstaedt (1950) hinzuweisen (s. Abb. 11). Mit diesem Modell kann dieses so genannte Invarianzproblem gelöst werden.<sup>66</sup> Mittels der optischen Wahrnehmung erforschten sie, warum man zwischen Bewegungen, die auf der Netzhaut stattfinden – ich sehe einer bewegten Szene zu – und Bewegungen, die man selber produziert, unterscheiden kann. Das Reafferenzprinzip stellt damit eine Gegenannahme zur Reflextheorie Pawlows dar.

Das entscheidende Kriterium liegt darin, dass von Holst und Mittelstaedt (1950, 164) nicht nach dem „Reflex“ der Beziehung zwischen „einer gegebenen Afferenz und der durch sie

<sup>64</sup> Das Erfassen der zeitlichen Struktur einer Bewegung wird innerhalb der experimentellen Psychologie, aber auch der Sportwissenschaft schon seit langem erforscht. Forschungsansätze, wie sie von Drill (1933), Bernstein (1987), Klemm (1930, 1938) oder, in neuerer Zeit, in Untersuchungen zum Invarianzproblem oder zum „coincident timing task“ (Schmidt 1991) oder Vogt (1988) aus gestalttheoretischem Blickwinkel überliefert sind, untersuchen die zeitliche Ordnung von Bewegung in Abhängigkeit von der motorischen Leistungsfähigkeit.

<sup>65</sup> In diesem Zusammenhang bilden ebenfalls Typisten und Musiker eine Ausnahme. Sie weisen eine über dem Durchschnitt liegende Koordinationsfähigkeit und demzufolge Schnelligkeit in der Bewegung aller Finger auf. Geschwindigkeiten für einzelne Fingerbewegungen liegen z.B. bei Typisten in einem Bereich von 17 bis 104 Wörtern pro Minute (Salthouse 1984, 345; Shaffer 1976)

<sup>66</sup> W. James (1890) und C.S. Sherrington (1918 in Grüsser 1986) begründeten die so genannte „inflow-hypothesis“ (propriozeptive Meldungen der Augenmuskulatur über Bewegungen), während E. Mach (1906) und J. von Uexküll (1920<sup>1</sup> in 1980) die ersten Blockdiagramme der „outflow-theory“ (Unterscheidung von Eigen- und Fremdbewegung) publizierten. Von Uexküll unterscheidet in Merk- und Wirkwelten, worin schon alle Komponenten des Reafferenzprinzips enthalten sind (vgl. Grüsser 1986<sup>a</sup>, 18; 1986<sup>b</sup>).

bewirkten Efferenz“ fragen. Sie gehen den umgekehrten Weg und nehmen die Efferenz als Ausgangspunkt ihrer Fragestellung. Sie interessiert, was im ZNS mit der von dieser Efferenz über Effektoren und Rezeptoren verursachten Afferenz, die sie Reafferenz nennen, geschieht. Mit anderen Worten: Mit dem Reafferenzprinzip werden Empfindungen und Wahrnehmungen - die Reafferenzen - die während oder nach der Bewegungsausführung auftreten, in das Modell integriert. Es versucht, die Verarbeitungsschritte zu erklären, die zwischen den sensorischen und motorischen Systemen zusammenwirken. In ihrem Konzept sind es damit nicht die Parameter einer Bewegung selbst, sondern die Erwartungen hinsichtlich der Empfindungen und Wahrnehmungen, die für die Handlung maßgebend sind. Das Zukünftige, die Erwartung bezeichnen von Holst und Mittelstaedt als Efferenzkopie, die die Vorwegnahme der Reafferenzen beinhaltet, die nach der Bewegungsausführung zu erwarten sind. Als Vergleichsmuster dient die zu erwartende Reafferenz, im Sinne einer Konstruktion des Zukünftigen. Die Efferenzkopie neutralisiert jedoch die Reafferenz indem sie von der Afferenz subtrahiert wird. Dadurch wird der Eigenanteil (z.B. Eigeneffekte oder Scheinbewegungen) an den Wahrnehmungsänderungen kompensiert (Olah 2001, 11). Die Bildung eines permanenten Stroms von Efferenzkopien wird durch den ständigen Strom an Reafferenzen auf seine Richtigkeit überprüft.

Mittels des Reafferenzprinzips kann der Organismus zwischen fremdverursachten und eigenverursachten Wahrnehmungen und somit auch zwischen aktiven und passiven Bewegungen unterscheiden.<sup>67</sup> Aus psychophysischen Beobachtungsergebnissen an Versuchen mit Fliegen, Schnecken und Fröschen<sup>68</sup> erforschten von Holst und Mittelstaedt das Reafferenzprinzip. Eine Fliege (*Eristalis*) wird mit verdrehtem Kopf auf dem Boden eines Drehzylinders angeleimt. Der Streifenzylinder wird bewegt. Die Fliege sieht ein sich bewegendes Bild und versucht mitzulaufen. Sie läuft aber permanent in die falsche Richtung. Die vorhandene Efferenzkopie kann nicht in Übereinstimmung mit der Reafferenz treten. Damit ist bewiesen, dass die Efferenzkopie eine Vorwegnahme der Reafferenz darstellt.<sup>69</sup>

---

<sup>67</sup> Kalveram (1981, 338) bezeichnet diese Fähigkeit als Grundlage der „Subjekt-Objekt-Spaltung“ und begründet damit die Entstehung eines „sensu-motorischen Selbst“.

<sup>68</sup> Gleiche Beobachtungen in Versuchen mit Fröschen und Fischen machte auch R.W. Sperry (1944, 1950 in Grüsser 1986).

<sup>69</sup> von Holst und Mittelstaedt (1950, 468) nehmen an, dass die Reafferenz des aktiv bewegten Auges zwei Quellen haben kann: 1. die retinale Bildverschiebung, die der bewussten Wahrnehmung zugänglich ist und 2. die Impulse aus den Rezeptoren der Augenmuskeln.

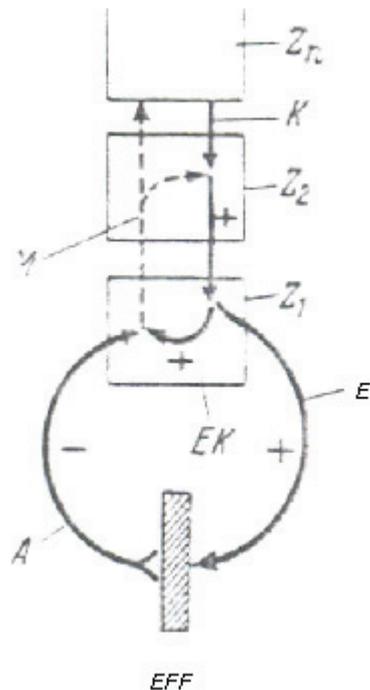


Abb. 11: Das Reafferenzprinzip nach von Holst und Mittelstaedt (1950, 467). EFF = Effektor,  $Z_1$ -  $Z_n$  = ein bis mehrere übergeordnete Zentren, K = Kommando, E = efferente Impulsfolge, EK = Efferenzkopie, E = Efferenzstrom, A = Reafferenz, M = Meldung

Handlungen sind nicht nur durch Efferenzen zentral vertreten, sondern auch durch die von ihrer Ausführung ausgehenden (Re)Afferenzen (Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt 1995, 134). Die Handlung ist damit von der Erwartung abhängig, die jedoch nicht bewusst zu steuern ist. Das heißt, die Planung einer bestimmten Bewegung im ZNS auf der Ebene der Koordination<sup>70</sup> mündet in ein Muster des erwarteten Effekts. Dieser Effekt ist nicht mit den bewussten Zielvorwagnahmen einer Bewegungshandlung identisch (von Holst und Mittelstaedt 1950). Unterschiedliche Modelle wollen nun wiederum diesen Effekt erklären. Hoffmann (1993, 60 f.) nimmt an, dass die Efferenzkopie durch die entstehenden Differenzen zwischen Efferenzkopie und Reafferenz es „lernt“, die Verlagerung des Zielpunktes vorwegzunehmen. Das heißt, die Beziehung zwischen den Efferenzen und dem, was sie uns sehen lassen, können lernabhängig verändert werden. Auf diesen Punkt verweist ebenfalls Aschersleben im Hinblick auf das Erlöschen der negativen Asynchronie. Lernen basiert auf Ergebnismrückmeldung, und dann erst würde die Asynchronie verschwinden (Aschersleben 2000, 140). Künzell hält dagegen, dass der Einfluss der Verarbeitungszeit der Efferenzkopie auf das motorische Lernen nur gering ist und sich erst nach langer Übungszeit zeigt (Künzell 2003,142).<sup>71</sup>

<sup>70</sup> Im Unterschied zum Reflexmodell, das die eingehenden Signale auf der afferenten Seite verarbeitet (Sherrington 1918 in Grüsser 1986), wird mit dem Reafferenzmodell ein Verrechnungsmechanismus auf der Ebene der sensumotorischen Koordination der efferenten Seite lokalisiert (Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt 1995,135). Außerdem ist anzumerken, dass die Reflextheorie keinen Gedanken an einen zentralen Rückmeldeprozess aufkommen lässt (von Host und Mittelstaedt 1950, 469).

<sup>71</sup> Ebenfalls liefern die gegenwärtig diskutierten Feedforward-Modelle (Jordan und Rumelhart 1992) und inverse Modelle (z.B. Kalveram 1998) nach Künzell (2003) nicht die benötigte Information, bzw. es kann nur ein Modell pro Aktion angewandt werden. Das Vorwärtsmodell ist ein internes Modell der Umwelt, das mit der Kopie der Efferenz und den aktuellen Umweltbedingungen das antizipierte Bewegungsergebnis bestimmt. Hossner und

Anzunehmen ist, dass hier der Umstand zwischen den Betrachtungsweisen innerhalb und außerhalb des Handelns beachtet werden muss. Der Mechanismus, der, wie es das Reafferenzprinzip nahe legt, zwischen Eigenbewegung und Umweltbewegung unterscheidet, ist offenbar an die Wahrnehmung innerhalb einer aktiven Bewegung gebunden. Es muss jedoch auch bedeuten, dass bei aktiver Bewegung auf eigene Anteile hin reflektiert wird.

#### 4.1.2 Das „funktionelle System“ von Anochin

Bringt man den Aspekt der Eigen- und Fremdwahrnehmung mit dem hier vorliegenden Problem der Antizipation in Verbindung, ist in diesem Zusammenhang das von Anochin (1967) entwickelte „funktionelle System“ in die Diskussion mit einzuführen. Es kann als eine Erweiterung des Reafferenzprinzips angesehen werden, da es sich konkret auf die Handlungen von Menschen bezieht. Mit diesem „funktionelle System“ gibt Anochin einen Modellentwurf über die komplexe Funktionsweise des ZNS.<sup>72</sup> Wichtigstes Prinzip ist dabei der Prozess der Afferenzsynthese, die in das Fällen von Entscheidungen mündet, zu denen nur der Mensch im Gegensatz zu einer Maschine fähig ist. Mit der Afferenzsynthese geht die Bildung der Vorhersage über die Ergebnisse der bevorstehenden Handlung, d.h. der Ausbildung eines Handlungsprogramms einher, das die eintreffenden Informationen über die Handlungsergebnisse auf dem Wege der rückläufigen Afferentation vergleicht. Dieser Vergleich findet zwischen den durch das Gehirn auf der Basis der Afferenzsynthese<sup>73</sup> modellierten Ergebnissen und den tatsächlich eingetretenen Handlungsergebnissen im Apparat der Vorhersage, dem so genannten Handlungsakzeptor statt (Anochin 1967, 95). Anochin (1967, 63) spricht von zwei Systemen, dem Handlungsakzeptor und dem dynamischen Stereotyp. Der Handlungsakzeptor wird speziell auf Grund der betreffenden Situation gebildet. Und ist dabei immer eine Widerspiegelung der gerade bestehenden, sich verändernden Realität, die in der Afferenzsynthese zum Ausdruck kommt. Diese aktive Widerspiegelung der Wirklichkeit kann der Erfahrung „vorausseilen“. Damit ist gemeint, dass sich der Organismus auf die Erfahrungen in der Vergangenheit stützt und sich darüber bevorstehende Ereignisse aktiv aneignen kann (Anochin 1978, 129). Der dynamische Stereotyp tritt sogar entgegen der Einwirkungen der Realität auf. Beide Systeme beruhen auf dem Prinzip der vorausseilenden Erregung. Hervorgehoben wird jedoch, dass der dynamische

---

Künzell (2003) schlagen deshalb vor, dass mehrere unabhängige Vorwärtsmodelle in jeder Modalität vorliegen, die zu einer Vorhersage des Verhaltenseffektes führen. Sie sprechen dabei von einem visuellen, einem propriozeptiven, einem vestibulären und einem efferenten Vorwärtsmodell. Dennoch ist anzumerken, dass im Gegensatz zum Reafferenzprinzip auch diese Modelle aus der Perspektive außerhalb des Handelns entwickelt wurden und somit keine Modelle innerhalb des Handelns vorliegen, die genauere Daten liefern würden (Künzell 2003, 144).

<sup>72</sup> Impulse während der Bewegungsausführung liefern permanent ihre Informationen und in sehr kurzen Intervallen vom Zentrum zur Peripherie und von der Peripherie zum Zentrum (Reafferenz). Dies ermöglicht aus dem Informationsstrom durch bewusste Aufmerksamkeitsrichtung gezielt Abschnitte herauszugreifen und für die Bewegungssteuerung nutzbar zu machen. Das heißt, dass ZNS wird ununterbrochen über die in der Peripherie erreichten Ergebnisse informiert (Anochin 1978, 80).

<sup>73</sup> Der Grundzug der Afferenzsynthese besteht in der ununterbrochenen aktiven Auswahl von Afferentationen aus der dominierenden Grundmotivation und mit Elementen vorangegangener Erfahrungen, d.h. durch Vergleich und Integration weit voneinander entfernter Vorgänge in der Hirnrinde (Anochin 1967, 55).

Typ ein Spezialfall einer universellen Hirnfunktion, der vorauseilenden Erregung oder mit anderen Worten, der Vorhersage des Künftigen ist.<sup>74</sup>

In Anochins Modell bildet der Handlungsakzeptor eine herausragende Stellung und kann als Basisprinzip der Bewegungskontrolle verstanden werden. Er verknüpft auf der Ebene der Koordination unser Handeln mit der Wirklichkeit.<sup>75</sup> Bei der Bildung eines Handlungsakzeptors wird parallel zur Zielbestimmung und zur Planung einer Handlung eine Kopie der zu erwartenden Empfindungen und Wahrnehmungen erstellt. Die sensorischen Konsequenzen des Handlungsakzeptors resultieren aus dem gespeicherten Wissen und den bisherigen Erfahrungen mit gleichen oder ähnlichen Situationen. Sie sind ein Abbild des Zukünftigen auf der Ebene der Sensorik (Loosch 1999, 65). Wenn die tatsächlichen Empfindungen und Wahrnehmungen nicht den sensorischen Erwartungen entsprechen, werden Korrekturen vorgenommen. Nicht nur Anochin sieht das funktionelle System als das universelle Organisationsprinzip an, das er mit dem „Erreichen eines Anpassungseffektes der abschließenden Vorgänge und Mechanismen“ (Anochin 1978, 80) gleichsetzt. A. R. Lurija (1969) und N. A. Bernstein (1967) haben auf der Basis des Modells des funktionellen Systems u.a. nach der physiologischen Struktur der Sprache und der physiologischen Architektur der Verhaltensakte geforscht.

Bewegungshandeln ist in diesem Fall nicht mehr eine reine Reiz-Reaktionseinheit, sondern ein aktives Bewältigen und Gestalten einer Situation. Das Modell von Anochin ermöglicht die Annahme, dass erfolgreiche Bewegungshandlungen allein durch Ziele (auch wenn sie genau formuliert und vorgegeben sind) nicht erklärbar sind. Wenn durch die unmittelbare Bewegungsplanung und -ausführung zugleich die zukünftigen sensorischen Konsequenzen als Efferenzkopie gebildet werden, ist das Ziel im Handeln nur über die Vorwegnahme des Zukünftigen, auch auf der neurophysiologischen Ebene, wirksam (vgl. Loosch 1999, 66).

#### 4.2 Die eigene Bewegung als zukunftsschaffendes Medium

Es zeichnet sich ab, dass in den Prozessen, die der eigentlichen Handlung vorausgehen, schon durch das Subjekt strukturierte Prozesse wirken, da mit jeder Handlung neue antizipatorische Prozesse initiiert werden. Mit Bernstein (1987) kann die weitestgehend reflektorische Tätigkeit auf die eigenen inneren Bedingungen, die dem Menschen zu eigen ist, konkret auf die Bewegung bezogen werden.<sup>76</sup> Dass darunter nicht nur die durch Sprache<sup>77</sup> vermittelte

---

<sup>74</sup> In diesem Fall stellt die Afferenzsynthese einen ständigen, konservativen inneren Vorgang des Gehirns selbst dar. Die Afferenzsynthese bringt alle Reize, die in einem bestimmten Zeitraum in das Nervensystem gelangt sind, zueinander in Beziehung und in Einklang mit den Erfahrungen der Person. Mit dem Rückgriff auf die Erfahrungen ist die Möglichkeit gegeben, dass wir als Mensch nicht immer alle Reizinformationen benötigen, um etwas zu erkennen. Es genügt z.B. der Ausschnitt eines Gesichts, um eine Person wieder zu erkennen.

<sup>75</sup> Die Ausbildung des Handlungsakzeptors ist ein Antizipationsprozess (Meinel und Schnabel 1998).

<sup>76</sup> Die Begriffe der Tätigkeit und der Widerspiegelung sind in heutiger Zeit mit Vorsicht zu betrachten, da hiermit Anknüpfungen und Rechtfertigungen der damaligen Forschung über dort herrschende politische Theorien und Ideologien geführt wurde. Löst man den Begriff jedoch von diesen Einfärbungen, bietet er weiterführende Denkmöglichkeiten, die nicht ungenutzt bleiben sollten.

<sup>77</sup> In diesem Zusammenhang ist auf interessante Beiträge des polnischen Wissenschaftlers Wohl (1965<sup>1</sup>, 1977, 1973) hinzuweisen. Wohl versucht auf der Basis der Theorie Pawlows Sprache als Handlung zu verstehen und betont, dass mit der Verwendung des 2. Signalsystems die Selbststeuerung des Systems ermöglicht wird. Und zwar gelingt dies über das verbal-motorische System als Teil des gesamten Programmierungsmechanismus. Wohl (1977, 15ff) schließt daraus, dass Pawlow hiermit eine Konzeption des aktiven Erkennens bereitstellt. Die

Widerspiegelung der Welt“ gemeint ist, die sich in der Handlung des Menschen äußert, sondern sich diese Form der Reflexion in der Bewegung äußert, ist der von ihm entwickelte Gedankengang.

Durch Rubinstein sind vorab Kernaussagen zur reflektorischen Auffassung von der psychischen Tätigkeit, die innerhalb der tätigkeitsorientierten Theorien als „Widerspiegelung“ bezeichnet wird, zusammengefasst in folgenden Thesen zu nennen:

1. „Die psychischen Erscheinungen entstehen im Prozess der Wechselwirkung zwischen Individuum und Welt, die mit Hilfe des Gehirns vollzogen wird. Deshalb dürfen die psychischen Prozesse, die unlösbar mit der Dynamik der Nervenprozesse verbunden sind, weder von der Einwirkung der Außenwelt auf den Menschen noch von dessen Handlungen, Verhaltensweisen, von dessen praktischer Tätigkeit isoliert werden, deren Regulation sie dienen.“ (Rubinstein 1962, 164)
2. „Der Zusammenhang der psychischen Prozesse mit der Bewegung, mit dem Handeln, mit der praktischen Tätigkeit hat nicht nur für die praktische Tätigkeit Bedeutung, die von den psychischen Prozessen reguliert wird, sondern auch für die psychischen Prozesse selbst: Indem das menschliche Handeln die Umstände verändert, unter denen die psychischen Prozesse ablaufen, bedingt es objektiv ihren Inhalt und ihre Richtung.“ (Rubinstein 1962, 240)

Diese Aussagen bilden unmittelbaren Anschluss an die Überlegungen Bernsteins. Nach ihm sind Bewegungen

„fast die einzige Form der Lebenstätigkeit, durch die der Organismus nicht einfach in Wechselwirkung mit der Umwelt tritt, sondern aktiv auf sie einwirkt, wobei er sie von die von ihm gewünschten Richtung verändert oder zu verändern versucht.“ (Bernstein 1987, 195)<sup>78</sup>

Mit dieser Aussage stellt Bernstein die Bewegung des Menschen in einen Zeitkontext, der die 'Widerspiegelung der Welt' nicht nur in den Zeithorizont der Vergangenheit und Gegenwart verortet, sondern auch die Widerspiegelung einer noch zu konstruierenden Zukunft einbezieht. Anochin (1962, 71) weist darauf hin, dass funktionale Strukturen, die die

„[...] tausendfache Beschleunigung der Widerspiegelung der Wirklichkeit [ermöglichen], die dem anschließenden Ablauf der realen Umweltereignisse um ein Vielfaches voraneil[en].“

Die „Antizipation des Künftigen“, so Anochin, „wurde als Eigenschaft des Menschen und als Merkmal der hochgradig zweckmäßigen Vorgänge in seinem Gehirn angesehen.“ (Anochin 1962, 75)

---

antizipierende Signalisierung hat somit auch für die Steuerung von Bewegungshandlungen grundlegende Bedeutung. Deshalb können die beiden Phasen der Bewegungsaktivität des Menschen sich auch gegenseitig beeinflussen und kontrollieren. Der bestimmende Faktor bleibt immer das Handeln, das den unmittelbaren Kontakt des Menschen und seiner Umgebung herstellt. Kritisch äußerte sich Bernstein (1896 in Moskau geboren) zum 2. Signalsystem. Seiner Ansicht nach ist es ebenfalls nichts weiter als eine „Widerspiegelung“ der wahrnehmbaren Welt über die Symbolik der Sprache. Bernstein erkennt dieses System zwar an, macht aber gleichzeitig darauf aufmerksam, dass es sich nur hat entwickeln können, weil in der Forschung der damaligen Physiologie einzig die Signal – und Auslöserrolle der Rezeptorik anerkannt wurde. Die wichtigsten biologischen und sozialen Funktionen, nämlich das „Erkennen durch die Handlung und die Regulation der aktiven Einwirkung auf die Umwelt“ wurden außer Acht gelassen. (Bernstein 1987, 179)

<sup>78</sup> “Bernstein notes that probabilistic modelling of the future forms the basis of activity of all organisms, starting from the lowest one.” (Feigenberg 1998, 91)

Innerhalb dieses von Bernstein an die Bewegung gebundenen so genannten „Modells des erforderlich Künftigen“ wandelt sich beständig ein „Modell des Vergangenen“ in ein „Modell des Künftigen“ um.<sup>79</sup> In Verbindung zur Bewegung gebracht bedeutet dies, dass:

„The fact that movement are goal directed appears to imply that they are controlled by what is to happen. However, the future cannot determine the present. The control element must therefore rely on a model of the future.” (Bernstein 1961/1967h, 157 in Bongaardt und Meijer 2000, 66)

Durch diesen Vorgang, der nach Bernstein nur ein aktiver sein kann, besitzt die Modellierung des Künftigen Wahrscheinlichkeitscharakter. Bernstein sagt:

“Similarly to how the brain forms a reflection of the real external world, of an actual present situation, and of earlier, memorized situations that happened in the past, it must also have an ability to “reflect” (actually, to construct) a situation pertaining to a near future which has not yet become reality and which the brain tries to bring to existence led by his biological needs. Only such a clear image of desired future can be used to formulate a problem and to create a program for its solution.” (Bernstein 1961, 1990, 416 in Feigenberg 1998, 90)

Komplementär zu dieser Aussage Bernsteins spricht Christian davon, dass die Bewegung in der allgemeinen positiven Einstellung vollzogen wird „ohne dass dieses Etwas als ein spezielles, zu realisierendes Ziel vorgegeben wäre.“ (Christian 1948, 23) Sie ist nur

„durch die Extrapolation dessen möglich, was vom Gehirn aus den Informationen über die laufende Situation, aus den „frischen Spuren“ der unmittelbar vorangegangenen Wahrnehmungen aus den gesamten früheren Erfahrungen des Individuums [ausgewählt wird, C.B.]“ (Bernstein 1987, 206)

Das heißt, dass der Mensch auf zweifacher Ebene zu für die Handlung verwertbaren Wahrnehmungseindrücken kommt. Erstens wird der aktive Charakter der Herstellung von Wahrnehmungseindrücken, die unmittelbar an die Bewegung geknüpft sind betont und zweitens wird der Prozess der Reizverarbeitung als ein aktiver verstanden, der nur an die inneren Bedingungen der Person geknüpft sein kann.<sup>80</sup> Bernstein bietet dafür das von ihm entwickelte „Einfachste Blockschaltbild für den Apparat der Bewegungssteuerung“ an (Bernstein 1987, 183). Bedeutung erhielt dieses Modell besonders in der Sportwissenschaft. Loosch (1999) merkt kritisch an, dass es durch die Übernahme von Meinel und Schnabel (1987) leider insoweit modifiziert wurde, dass die eigentliche Idee, der Prozess der Bewegungssteuerung, nicht mehr zu erkennen ist (Loosch 1999, 57). Bemerkenswert ist jedoch, das Bernstein zu ähnlichen Aussagen wie von Holst und Mittelstaedt (1950) zum Reafferenzprinzip kommt (Wiesendanger 1998, 114).

Mit der Einführung einer so genannten „Vergleichsvorrichtung“ gibt Bernstein in Bezug auf das Messen von Geschwindigkeiten an, dass

„die Rezeption der laufenden augenblicklichen Lage des sich bewegenden Organismus in ihm mit der frischen Spur der gleichen Rezeption der augenblicklichen Lage verglichen (wird), die vor der Zeit  $\Delta t$  stattgefunden hat.“ (Bernstein 1987, 188/189)

---

<sup>79</sup> „Vorausschauen in die Zukunft oder Modell der Zukunft heißt, dass im Gehirn als eine Einheit von Gegensätzen zwei Kategorien der Modellierung der wahrgenommenen Welt existieren; ein Modell des Vergangenen und Gegenwärtigen oder des Gewordenen und ein Modell des Künftigen.“ (Bernstein 1987, 205)

<sup>80</sup> Nach Bernstein impliziert die biologische Aktivität “the cognition of the surrounding world through action and the regulation of action within it.” (Bernstein 1957/1967, 124 in Bongaardt und Meijer 2000, 66)

Der Vergleich erfolgt hier jedoch nicht über den Istwert und den Sollwert, sondern erfolgt „zwischen der frischen Spur ihrer Bruchteile zuvor auftretenden Differenz und dem augenblicklichen Wert dieser Differenz“. (Bernstein 1987, 190)<sup>81</sup>

Durch dieses Modell wird deutlich, dass die „Prozesse der Bewegungssteuerung“ an antizipative Vorgänge gekoppelt sind, denn Bernstein nimmt an, dass die

„Mikroregelung der Bewegung ständig zwischen dem gegenwärtigen Moment und den Grenzen des Intervalls von  $t - \Delta t$  („frische Spuren“) bis  $t + \Delta t$  (Voraneilen des Sollwerts) ab[hängt].“ (Bernstein 1987, 192)

Dieser Ansatz ist nicht nur für Bewegungskorrekturen im Sport interessant, sondern bietet ebenfalls für die Benennung „Antizipationsfehler“ der Bewegung des Tappens in der Synchronisationsaufgabe einen neuen Zugang.

---

<sup>81</sup> Bernstein gebraucht ebenfalls Sollwert (goal) und Istwert (actual value) und führt eine „Vergleichsvorrichtung“ ein, die „die Differenz zwischen dem tatsächlichen und dem geforderten Wert in ihrer Größe und mit ihrem Vorzeichen wahrnimmt.“ (Bernstein 1987, 183) Bernstein selbst ist fasziniert von den Möglichkeiten, die diese „Vergleichsvorrichtung“ in sich birgt. Hierbei erfolgen nicht der Vergleich und die Wahrnehmung des Unterschieds zwischen zwei Rezeptionen, sondern [der Vergleich, C.B.] „zwischen der laufenden Rezeption und dem in irgendeiner Form im ZNS vertretenen inneren Führungselement“ (Bernstein 1987, 188/189).



## 5 Subjektive Strukturierung von Handlungen

Im Hinblick auf koordinative Prozesse, die innerhalb von Bewegungen wirken, ist über die zielgerichtete Handlung, wie sie durch das „Modell des Künftigen“ initiiert wird, auf einen Mechanismus zu schließen, der zwischen den Wahrnehmungen aus der Umwelt und den Wahrnehmungen der eigenen Handlung unterscheiden kann.<sup>82</sup> Diese Vorgänge werden in der Regel während der Handlungsausführung nicht bemerkt, sind aber dem Bewusstsein über das Erleben der Handlung zugänglich, sodass die Handlung innerhalb des phänomenalen Erlebens durch den Zukunftsentwurf gelenkt wird. Das würde bedeuten, dass Prozesse in den elementaren Rückkopplungskreisen dafür verantwortlich sind, dass „die Bewegung selbst, ob durch ein übergreifendes Ziel gesteuert oder nicht, unentwegt selbst ihre eigenen Vorwegnahmen des Zukünftigen [erzeugt].“ (Loosch 1999, 61) Dies impliziert, dass das phänomenale Erleben im Subjekt verankert ist und der Kern des Subjektiven, das heißt, Erfahrungen und Erinnerungen als relevante Knotenpunkte, zum Beispiel für die Bewegungsausführung, akzeptiert werden. Bewegung wird durch die Afferenz oder mit anderen Worten, die Empfindung gelenkt (vgl. Rubinstein 1962, 222). Das Befolgen dieser so genannten „kinetischen Melodie“ oder „Bewegungsmelodie“ (Buytendijk 1956, 288) oder auch „innere Reafferenzmelodie“ (Ennenbach 1991, 199 f.), das auf Prozesse der inneren psychischen Bedingungen hindeutet, wurde mit dem Reafferenzprinzip von von Holst und Mittelstaedt nachgewiesen.<sup>83</sup> Ennenbach geht davon aus, dass bei Bewegung der ganze Körper mit seinen Reafferenzen in den Vollzug involviert ist (Ennenbach 1991, 196). Besonders ist dies beim Lernen von Bewegungen festzustellen, worin er den Aufbau und anschließenden Nutzen einer Reafferenzfigur sieht. Wenn die Bewegung nicht in Einzelsequenzen unterteilt wird, kann der Aufbau einer positiven Reafferenzfigur gelingen. Wird z.B. das Ski fahren sofort über das „Schwung fahren“ gelernt, existiert das Bild nicht nur „innen“, sondern entsteht in der Wechselwirkung von Verhalten und Situation.<sup>84</sup> Die repräsentierten Reafferenzmuster bilden sich somit durch die Bewegungsvollzüge aus. Sie sind dem subjektiven Erleben zugänglich und haben innerhalb dessen spezifische Wahrnehmungsgestalten zur Konsequenz. Nach Bietz (2002<sup>a</sup>, 70) fungieren im Rahmen des Bewegungshandelns „die Reafferenzfiguren als antizipative Leitkonzepte für nachfolgende Bewegungen“. Es bedarf jedoch nicht zwingend einer externen Anregung der Aktivierung der Reafferenzmuster. Sie kann auch über das kognitive System erfolgen, wo es zu Interaktionen mit der sprachlichen Ebene kommen kann (Bietz 2002<sup>a</sup>, 71).<sup>85</sup>

### 5.1 Subjekt und Identität

Für die folgenden Untersuchungen steht der Ansatz im Vordergrund, die Fähigkeiten des Subjekts innerhalb eines Handlungsprozesses zu betrachten. Diese Annahme hat ihre Basis

---

<sup>82</sup> Bernstein gibt dazu an, dass dafür ein Kontrollelement existieren muß, “which conveys to the system in one way or another required value of the parameter which is to be regulated” (Bernstein 1957/1967, 129 in Bongaardt und Meijer 2000, 66).

<sup>83</sup> Auf den theoretischen Ansatz des radikalen Konstruktivismus kann an dieser Stelle hingewiesen werden. Eine Grundannahme dieses Ansatzes besagt, dass der Mensch die Wirklichkeit in Abhängigkeit seiner subjektiven Eigenschaften konstruiert (u.a. Glasersfeld 1991; Watzlawick und Krieg 1991).

<sup>84</sup> Auch hier deutet sich eine Übereinstimmung zu Bernstein an: “The required value is then compared with the actual value, and the 'interacting background levels of co-ordinational control' (Bernstein 1957/1967, 136 in Bongaardt und Meijer 2000, 66) are set to work to overcome the differences.” (Bongaardt und Meijer 2000, 66)

<sup>85</sup> U.a. verweist Lurija (1982) auf die Verortung von sprachlichen Prozessen im kognitiven System, indem sprachliche und motorische Prozesse zu einem funktionalen System zusammengeschlossen werden.

auf dem Aspekt des Entwickelns einer subjektiven Handlungsstruktur, wie ihn schon die an der Erforschung der Innenperspektive interessierten Wissenschaftler innerhalb der Sportwissenschaft vorgeschlagen haben (u.a. Bietz 2001, 2002<sup>a,b</sup>; Fikus 1989; Gröben 1995, 2000, 2002<sup>a</sup>; Leist 1969, 1993; Lippens 1992, 1997, 2003; Pöhlmann 1994; Prohl 1999; Scherer 002<sup>a,b</sup>; Volger 1990). Diese Forderungen gründen sich u.a. auf die in Kapitel 2 dargestellten Ansätze. Sie verstärken den Aspekt, den Klages (1937) schon formulierte, der zwischen mechanischer und lebendiger Bewegung unterschied:

„Die mechanische Kraft kann nichts bewirken, nichts tun, denn zur Tätigkeit muss ein Subjekt vorausgesetzt werden. Träger des Tuns ist das Ich, Träger des Geschehens das Es.“ (Klages 1937, 249)

In diesem Kontext liegt das Augenmerk auf den Regulationsebenen innerhalb des Subjekts, die sich auf das Selbst, auf die Fähigkeit des Reflektierens auf der Basis einer Identität richtet<sup>86</sup>, die das Subjekt ausschließlich mit sich eingeht.<sup>87</sup> Hier grenzt sich der als phänomenologisch zu bezeichnende Ansatz von den handlungstheoretischen Ansätzen ab. Das heißt, die Relationen zwischen einem objektiven Außen und einem subjektiven Innen fügen sich ebenso wie die bewussten und unbewussten Anteile einer Handlung innerhalb der Identität einer Person zusammen. Raiser betont den Reflexionsakt, indem sich das Individuum zum Objekt seines Selbst macht (Raiser 1971, 128). Ein an den auf Hegel zurückgehenden Begriff der Intersubjektivität angelehntes Vermittlungsmodell kann an diese Stelle eingeführt werden (Jörissen 2000, 59). Es ist dadurch möglich, die an die Identität der Person gebundenen Merkmale wie Bewusstsein und Subjekt zu erörtern. Das Vermittlungsmodell koppelt die Identität einer Person an das Vorhandensein von Selbstbewusstsein, das wiederum nach Hegel die „Selbsterfahrung von verinnerlichten Zuständlichkeiten“ ermöglicht. Dieser Gedanke beinhaltet, dass jede mögliche Beziehung zu sich eine entsprechende Welt voraussetzt, aus der heraus bzw. über die vermittelt sich das Individuum erkennt, indem es sich in Prozessen der Haltungs-, Rollen- oder Perspektivenübernahme ihre Strukturen und Inhalte aneignet. Über das Handeln wird das Subjekt Teil der objektiven Welt, indem es seine Bewusstseinstätigkeit in der äußeren Welt verobjektiviert (Jörissen 2000, 53).<sup>88</sup> Der Begriff der Intersubjektivität „die so genannte Funktion des Dritten, die das Phänomen des Objektiven zu rekonstruieren vermag“ (Fischer 2000, 128) und die schon genannte Setzung Plessners von der „exzentrischen Positionalität“, zu der im Gegensatz zum Tier nur der Mensch befähigt ist, das heißt sich in Distanz zu sich zu begeben, ohne den Körper verlassen zu können, stehen miteinander in Beziehung. Es bedeutet, dass die leibkörperliche Position des Menschen exzentrisch zum inneren Erleben gestellt ist und der Mensch in seiner Vorstellungskraft mit einer „unergründlichen“ Innenwelt, deren Potential er immer nur vermittelt und niemals

<sup>86</sup> „Der Mensch ist nie ganz Eins mit den Dingen.“ (Buytendijk 1958 in Ennenbach 1991)

<sup>87</sup> Meyer-Drawe (1984 in Fischer 2000) merkt dazu an, das Merleau-Ponty gegen die autonome Sicherung des cartesischen Reflexionssubjekts in seiner ‚Phänomenologie der Wahrnehmung‘ (1974) versucht hat, das Medium der „Zwischenleiblichkeit“ als eine Dialektik von eigenleiblicher Selbsterfahrung und Fremderfahrung, von Sehen und Gesehenwerden auch des Leibes, wie er von außen im Spiegel des Anderen gesehen wird, zu einem Modus wechselseitigen Wahrnehmens als wechselseitig sich steigernde Achtsamkeit, einzuführen (vgl. Meyer-Drawe 1984 in Fischer 2000, 115).

<sup>88</sup> Ausführungen von Newen und Vogeley unterstützen diesen Gedankengang und bringen die Position der Selbststeuerung in den Blickwinkel. Der Begriff des Selbst ist eng mit dem Begriff der Person verknüpft. Und eine Person zeichnet sich dadurch aus, dass sie selbstgesteuert handeln kann. Selbststeuerung der Handlung setzt ihren Aussagen nach jedoch Selbstbewusstsein voraus. Denn nur wer ein Bewusstsein von seinen Wünschen und Überzeugungen hat, kann seine Handlungen, z.B. durch ein Abwägen von Handlungsfolgen, steuern (Newen und Vogeley 2000, 27).

abschließend zum Ausdruck bringen kann, verbunden ist (Fischer 2000, 122)<sup>89</sup>. Im Verweis auf die Identität des Subjekts bietet dieser Gedankengang eine Möglichkeit des Hinterfragens von Handlungsprozessen, zu denen das Subjekt Zugang über das Bewusstsein hat.

## 5.2 Phänomenales Bewusstsein des Subjekts

Es kristallisiert sich heraus, dass auf der Basis des Subjektiven, so wie es in dieser Arbeit verwendet wird, nötig ist, auf die Form des Bewusstseins, das an der Handlungsausführung beteiligt ist einzugehen. Es wird angenommen, dass die Vpn, verstanden als handelnde Subjekte, selbst die Produzenten ihres Bewusstseins über ihr Handlungsergebnis sind.<sup>90</sup> Das heißt, dass sich nur über das Tun eine Art Bewusstsein von den Dingen herstellt, das wir dann als unser Eigenes anerkennen und auf der Basis dessen weitere Handlungen anknüpfen.<sup>91</sup>

Gegenwärtige Theorien der Neurowissenschaft und der Philosophie, die sich in aktuellen Diskussionen zum Begriff „Bewusstsein“ äußern, entzünden sich am Begriff des Subjekts in Verbindung zu empirisch gewonnenen Daten.<sup>92</sup> Brennpunkt der Diskussionen ist das Problem der „fehlenden Materie“, die aus neurowissenschaftlicher Sicht mit dem Begriff des phänomenalen Bewusstseins einhergeht (vgl. Windmann und Durstewitz 2000, 75). Die Schwierigkeit des Lösens dieses Problems liegt ihrer Auffassung nach darin, dass die Qualität subjektiven Erlebens, das phänomenale Bewusstsein, experimentell nicht nachzuweisen ist, da nicht klar ist, aus welcher Materie die Qualität besteht.<sup>93</sup> Auf Grund der Nichtnachweisbarkeit von Materie wird phänomenales Bewusstsein somit zu einem Epiphänomen erklärt. Windmann und Durstewitz (2000) erklären daher, dass das qualitative Erleben zwar aus neuronalen Strukturen und Prozessen hervorgeht, aber selber keine Funktion hat (Windmann und Durstewitz 2000, 79). Diese Annahmen widersprechen gegenwärtigen Thesen der Philosophie. Die Bezeichnung Epiphänomen wird u.a. schon seit Nagel (1974) abgelehnt, da wir von unserem qualitativen Erleben Kenntnis haben. Dies scheint zu implizieren, dass das Erleben auf neuronale Strukturen und Prozesse einwirkt, jedoch nicht darauf reduzierbar ist. Somit kann es kein Epiphänomen sein (Beckermann 1997).<sup>94</sup>

Die Ansätze innerhalb der genannten Disziplinen spiegeln das Problem der Innensicht, wie es an anderer Stelle schon diskutiert wurde (Kapitel 2) noch einmal wider. Ohne den Begriff der Innenperspektive ist der Begriff der Handlung unvollständig, wie auch in der Bewusstseinsdiskussion die Einführung der Innenperspektive erst eine Diskussion des

---

<sup>89</sup> S. auch Cassirer (2000, 138): „Statt mit den Dingen hat es der Mensch nun gleichsam ständig mit sich selbst zu tun.“

<sup>90</sup> Nach Buytendijk ist das Subjekt der „bestimmende Grund für die wirklichen Funktionen [...]“. Über das ‚Auf-etwas-gerichtet-sein‘ ist der Bedeutungsgehalt der Funktionen als ihr sich unmittelbar zeigender Sinn erfahrbar. Und dies geschieht umso stärker, je mehr sie durch Selbstbewegung bedingt werden. (Buytendijk 1956, 39)

<sup>91</sup> s. auch (Cassirer 1953, 22): „in diesem unaufhörlichen Wechsel der inhaltlichen Qualitäten stellt nun das Bewusstsein die Einheit seiner selbst und seiner Form gegenüber. Seine Identität beweist sich nicht in dem, was es ist oder hat, sondern in dem was es tut erst wahrhaft.“

<sup>92</sup> Eine detaillierte Darlegung der Bewusstseinsdiskussion würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Dennoch sollen einige herausragende Problemfelder die inhaltlich in engem Zusammenhang zu dieser Arbeit stehen, ausgeführt werden.

<sup>93</sup> Die Ausbildung der Erste-Person-Perspektive, von Subjektivität wird als das eigentliche „Rätsel des Bewusstseins“ oder als „explanatory gap“ bezeichnet. Deshalb wird eine Erklärung von Subjektivität gefordert, um das „Bewusstseinsproblem in umfassender Weise anzugehen.“ (Damasio 2000, 321)

<sup>94</sup> Die Diskussion um die Funktionalität des phänomenalen Bewusstseins (Gröben 2001, 2002<sup>b</sup>) wird auch im Bereich der Sportwissenschaft diskutiert. Die Position der Nicht-Funktionalität wird dabei von Hossner (2001) vertreten.

erlebenden Subjekts und des phänomenalen Bewusstseins möglich macht.<sup>95</sup> Es geht um den Aspekt des Bewusstseins als Erleben, der es für uns ausmacht, ein Mensch zu sein. Dieses spiegelt sich in den Sinnesempfindungen wie Farben und Töne, Körperempfindungen wie Lust und Schmerz, Emotionen wie Hass und Angst, Stimmungen wie Melancholie und Heiterkeit oder auch im Willen mit seinen Wünschen, Trieben und Bedürfnissen wider (Bieri 1992, 49). Dies setzt aber die Annahme voraus, dass an die Innenperspektive das Erleben der eigenen Handlung geknüpft ist, oder so, wie Bieri sagt:

„Bewusstsein im Sinne von Erleben ist ausschlaggebend dafür, dass ich mich als Subjekt meines Tuns erfahre. [...] Damit ist die Erfahrung gemeint, dass ich als Subjekt meinen Körper gleichsam von innen kontrolliere, und das heißt nichts anderes, als dass meine Bewegungen sich aus dem jeweiligen Muster meiner Erlebnisse ergeben.“ (Bieri 1992, 50)

In gegenwärtigen sportwissenschaftlichen Ansätzen wird darauf verwiesen, dass die Qualitäten des Sich-bewegens in ihrer Ausführung wahrgenommen (Bähr 2001; Prohl 1995) und leitend für die weitere Bewegung werden (Böger 1999, 2001<sup>a,b</sup>). Das Empfinden von Qualitäten ist an eine subjektive Erlebnisperspektive gebunden, die ausschließlich dem Subjekt zugänglich ist. Pauen (2001<sup>a</sup>) verdeutlicht dies an der qualitativen Differenz zwischen der Innen- und der Außenperspektive, der einförmigen neuronalen Prozesse im Gehirn und der qualitativen Vielfalt des phänomenalen Bewusstseins. Auf neuronaler Ebene, so Pauen,

„lässt sich kein Gegenstück zu dem Blau einer konkreten phänomenalen Erfahrung finden und Differenzen innerhalb des phänomenalen Bewusstseins, also qualitative Unterschiede von Klängen, Farben und Gerüchen scheinen keine direkten Entsprechungen in den neuronalen Prozessen zu haben, die wir aus der Perspektive der dritten Person beobachten können.“ (Pauen 2001<sup>a,b</sup>, 184)

Das erlebende Ich macht bewusste Erlebnisse zu seinen Erlebnissen. Damit erhält das Bewusstsein auf der Ebene des bewussten Erlebens des phänomenalen Zustands eine perspektivische Struktur, die als „Perspektive der ersten Person“ benannt wird. (Metzinger 1995, 27 f.).<sup>96</sup> Die phänomenale Präsenz bezieht sich damit auf das Selbst, das erlebende Ich.<sup>97</sup> In die weitere Diskussion muss hierbei jedoch das handelnde Subjekt einbezogen werden. Ist das Subjekt Initiator und ausführende Person einer Handlung oder nimmt es nur daran teil?<sup>98</sup> Die jeweiligen Handlungsergebnisse und das Erleben der Person sind hierbei das Kriterium der Untersuchung.

---

<sup>95</sup> Im philosophischen Kontext umfasst Bewusstsein nicht nur eine Dimension. Es dient der Darstellung der Basis für Wahrnehmungen und Erkenntnisse, aber auch für die Erfahrung der externen Wirklichkeit und für die Innen- und Teilnehmerperspektive jedes einzelnen Subjekts (Pauen 2001<sup>a</sup>, 23). Metzinger (1995) geht von drei phänomenologischen Hauptmerkmalen von Bewusstsein aus. Dies sind die Transparenz, die Perspektivität und die Präsenz phänomenalen Gehalts. Die Präsenz phänomenalen Gehalts ist das subjektiv erlebte „Jetzt“ (Metzinger 1995).

<sup>96</sup> Dazu Pauen: „Bewusstsein erfahren wir nur aus der Perspektive der ersten Person: Direkt zugänglich sind mir nur meine eigenen Schmerzen und meine eigenen Wünsche. Gehirn ist aus einer 3.-Person-Perspektive zugänglicher Gegenstand wissenschaftlicher Auseinandersetzung.“ (Pauen 2001<sup>a</sup>, 92) Die Perspektive der ersten Person ist an das ‚ICH‘ gekoppelt (Metzinger 1995, 32).

<sup>97</sup> „Die philosophische Selbstmodellierung findet im Wesentlichen in der Anthropologie statt.“ (Metzinger 1998, 366)

<sup>98</sup> Der subjektiven Erfahrungswelt bleiben physikalische Vorgänge verschlossen. Diese laufen im Gehirn ab, wenn wir bewusste Erfahrungen haben (Perrig, Wippich und Perrig-Chiello 1993, 17). Auch bleiben psychische Prozesse, wie Wahrnehmen, Erinnern oder Vorstellen dem bewussten Erleben verborgen.

Für die nachfolgende Untersuchung bedeutet dies, dass der Zustand des bewussten Erlebens des Subjekts, das an die nicht-bewußte Eigenaktivität des Subjekts gebunden ist, betrachtet wird, wie es durch die Handlungsausführung entsteht. Diese entspricht dem phänomenalen Erleben, das gleichfalls auch einen zeitlichen Rahmen für die Geschehnisse liefert.<sup>99</sup> Bewusstes Erleben ist möglicherweise an die Gegenwart gebunden und wirkt auf die an die Handlung gebundenen antizipatorischen Prozesse. Um in dieser Untersuchung die Bewegung des Inneren sichtbar zu machen, wird mittels der Sprache ein Medium genutzt, das an die Identität der handelnden Person und den sich darüber aufspannenden Bewusstseinshorizont anknüpft. Wie im weiteren Verlauf dargelegt wird, ist besonders die Sprache als Ausdrucksform wichtig. Sie symbolisiert für Sender und Adressaten zugleich dieselbe Idee, wie auch die Bedeutung eines allgemeinen Sinns als auch einer besonderen Stellung (Bender 1989, 104).

### 5.3 Sprache und Sport

Sprache versucht den Menschen zu bewegen. Diese These impliziert, wie aus den vorangegangenen Kapiteln ersichtlich ist, eine direkte Nähe von Sprache zu menschlichem Handeln (Fikus und Schürmann 2004; Wohl 1987 verweist auf die Theorie zum 1. und 2. Signalsystem Pawlows). Innerhalb der Theorien zu kognitiven Systemen wird dabei in Signalsysteme (diese beruhen auf Signalen des eigenen Körpers oder auf Objekten der Umwelt) und Symbolsysteme (die kulturelle Umwelt, die als System zu einer Sprache wird, sobald gewisse Regelmäßigkeiten zu verzeichnen sind) unterschieden, die sich in kognitiven Systemen manifestieren. Diese Systeme finden sich in der Sprache wieder (Strohner 1995). Ausgehend von der semantischen Ebene dieser Aussage sind auch hier Theorien anzuführen, die von eben diesem semantischen Blickwinkel Sprache in der körperlichen Erfahrung und Bewegung verankert sehen (Johnson 1987, s. auch Lakoff und Johnson 1998). Dieser Gedanke leitet über zum Bereich des Sports. Nicht nur die Bewegung an sich, sondern die Art der Vermittlung, mit anderen Worten, der Unterricht lebt von der Ansprache, der Anleitung zur Bewegung. Sprache im Sportunterricht besteht aus zwei Komponenten. Zum einen hat sie die Funktion der Anleitung und zum anderen zur Herstellung eines sozialen Handlungsraums. Ein Blick in unterschiedliche Bereiche zeigt jedoch, dass es Gebiete gibt, die sich der sprachlichen Mitteilung widersetzen oder größere Schwierigkeiten bereiten, sie zu kommunizieren. Zum Beispiel sind musikalische Erlebnisse, körperlicher Schmerz, aber auch Bewegungsphänomene einige der zu nennenden Merkmale, die sich einer generellen Erklärung entziehen. Will man sich jedoch anderen Menschen darüber mitteilen, ist es auffällig, das

„Sprache immer dann, wenn sie auf derartige Schwierigkeiten stößt, versucht, auf eine metaphorische Ebene auszuweichen; [...]“ (Hildenbrandt 1973, 61)

Besonders im Sportunterricht sollte die Schwierigkeit, Bewegungsphänomene zu verbalisieren, nicht zu einem stummen Unterricht führen. Über Sprache handlungsbezogen zu arbeiten, ermöglicht Lehrern und Schülern eine Form der Kommunikation, die auf Austausch ausgerichtet ist. In diesem Kontext kann es gelingen, sich über das Bewegungsphänomen über das Unaussprechliche auszutauschen (Hildenbrandt 1976, 172). Gemeint ist hiermit die Tiefenstruktur der Bewegungserzeugung. Schon Kaminski (1972) wies darauf hin, dass Bewegung nicht nur von außen, sondern auch von innen betrachtet werden kann. Bewegung ist als Prozess zu verstehen, der von Antrieben ausgeht, die in unterschiedliche Kontexte

---

<sup>99</sup> Auf die Debatte um den Zeitpunkt des Erlebens soll an dieser Stelle in aller Kürze hingewiesen werden. Bekannte, sich entgegensetzende Positionen sind hier zum einen Befunde aus der experimentellen Psychologie, wie das „Drei-Sekunden-Fenster“ der „subjektiven Gegenwart“ von Pöppel (1987, 1989) und zum anderen die Gedanken aus der Philosophie der Zeit und hierbei insbesondere von Augustinus „Zeiten sind drei“. (354<sup>1</sup>, 1987)

eingebettet sind (Hildenbrandt 1976, 174). Damit sowohl Bewegung als auch die Herstellung eines sozialen Kontextes gelingt, wird deutlich, wie abhängig der handelnde Mensch oder das Subjekt von den Anweisungen ist. Das verdeutlicht, dass Sprache Handlung beeinflusst. Nicht zuletzt wird über das Ausweichen auf die Metapher das Bemühen unverkennbar, durch Bezug auf allgemeinere Erfahrungen die subjektiven Empfindungen zu verdeutlichen (Hildenbrandt 1973, 61).

#### 5.4 Die metaphorische Instruktion im Sport

Das Arbeiten mit metaphorischen Instruktionen ist u.a. aus der Praxis des Sports bekannt. Beim Bewegungslernen wird die metaphorische Instruktion direkt in den Kontext des Lernens eingebettet, um eine Verbesserung der Bewegung bzw. einen Lernfortschritt zu erzielen.

Dies beabsichtigen Untersuchungen in der Sportpraxis zu belegen. Inhaltlich sind diese Untersuchungen an der Wirkweise von metaphorischen Instruktionen interessiert. Zum einen, um die Lernwirksamkeit von Instruktionen aufzuzeigen und zum anderen, um den Wirkungsbereich der metaphorischen Instruktion zu diskutieren (Gröben und Maurus 1999; Gröben 2000; Maurus 1996; Schaller 1993; Schlundt und Loosch 1996; Volger 1999). Der Wirkungsbereich der metaphorischen Instruktion kann durch zwei Positionen beschrieben werden. Nach Volger (1999, 128) werden „Bedeutungen provoziert, die das gefühlsmäßige Erfassen der Ganz- und Teilbewegungen umschließen.“<sup>100</sup> Zum anderen hebt Gröben (2003<sup>a</sup>, 92) hervor, dass die metaphorische Instruktion der Veranschaulichung des Aufgabenzusammenhangs dient. Ziel dieser Instruktionsform ist es, „eine Vorstellung von der Sollbewegung zu erzeugen, die den individuellen Realisierungsmöglichkeiten der Lernenden entspricht.“ (Gröben 2003a, 92) Mit anderen Worten können Bezüge zu phänomenalem Erleben und Verhaltensänderung (Gröben 2000) belegt werden. Das heißt, über die metaphorische Instruktion gelingt eine Eingliederung in einen für das Bewegungslernen neuen Bezugsrahmen, durch den es u.a. möglich ist, eine Neuorientierung im Erleben der Sportler und damit auch in der zeitlichen Ausführung der Bewegung hervorzurufen. Nach Maurus kann die metaphorische Instruktion genutzt werden, um dem Lernenden die Wahrnehmung bewegungsrelevanter Information zu erschließen, die sich auf die Bewegungsregulation auswirkt (Maurus 1996, 181).

#### 5.5 Die Semantik der Metapher

In Anlehnung an den sportpädagogischen Kontext wird in den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit jedoch ein anderer Weg eingeschlagen. Im Gegensatz zu sportmotorischen Übungen, in denen eine Veränderung der Qualität der Bewegung über die metaphorische Instruktion erzielt wird, haben die folgenden Experimente nicht das Ziel, die Bewegung des Tap durch eine entsprechende Instruktion zu verändern oder zu verbessern. Ebenso bestehen keine Absichten, mit der metaphorischen Instruktion einen Lernprozess in Gang zu setzen, um zum Beispiel die Ausführung des Castagnettentap zu verbessern. Es geht in den folgenden Untersuchungen somit nicht um ein Instruktionsproblem, sondern über die metaphorische Instruktion wird versucht, das subjektive Erleben der Vpn sichtbar zu machen. Die Ergebnisse der vorangegangenen Experimente sagen aus, dass die Differenz, die zwischen dem Wahrnehmen der eigenen Handlung und dem des Metronoms besteht, nur außerhalb des Handelns registriert wird. Das bedeutet, dass die eigene Handlungsausführung während des Synchronisationsversuchs zunächst mit der Aufgabenstellung nicht erkannt wird und der Vp

---

<sup>100</sup> Mit Lakoff und Johnson ist dazu anzumerken, dass Dinge, die wir direkt verstehen, Teil unserer Umwelt sind. Das bedeutet, dass wir physisch unmittelbar in diese eingebunden sind. Sie machen damit auf unterschiedliche Dimensionen der Erfahrung aufmerksam, zu denen auch die Wahrnehmung und motorische Aktivität gezählt werden (Lakoff und Johnson 1998, 202).

nicht für das eigene Handeln zur Verfügung steht. Im Kontext der Tappingexperimente wird versucht, den erlebten Eindruck von Gleichzeitigkeit über die metaphorische Instruktion zu verändern. Ziel ist es, das eigene Handeln der Vpn für die Vpn sichtbar zu machen und darüber zu beeinflussen. Das Phänomen der negativen Asynchronie dient dazu, dieses Resultat zu beobachten.

In diesem Zusammenhang wird angenommen, dass die negative Asynchronie ein Problem darstellt, das auf antizipatorischen Prozessen, die an die inneren Bedingungen innerhalb der Person, wie Empfindungen und Gefühle geknüpft sind. Generell wird angenommen, dass Instruktionen, ob neutral oder metaphorisch formuliert, eine Funktion haben. Sie können die Bedingungen der Möglichkeiten für eine subjektive Konstruktion der Bewegung schaffen und dadurch die relationale Verflochtenheit, aus der sie hervorgeht, darstellen (Bietz 2002<sup>a</sup>, 144).

### **5.6 Die Wirkung der Semantik der Metapher auf die handlungsvorbereitende Antizipation**

Es wird angenommen, dass über die der Metaphorik innewohnenden Semantik die der Handlungsausführung vorausseilenden Wahrnehmung, mit anderen Worten die Antizipation der Vp beeinflusst werden kann und somit eine Veränderung innerhalb der zeitlichen Dauer des Phänomens der negativen Asynchronie erwirkt. Dieser Mechanismus kann in einer Art reflektorischer Tätigkeit verstanden werden, der zwei wichtige Resultate bereithält. Dies sind die Widerspiegelung der Welt, wobei hiermit die unmittelbar sinnliche und die durch Sprache vermittelte Welt gemeint ist, ebenso wie die Handlungen des Menschen, durch die er seine Bedürfnisse befriedigt, seine Ziele anstrebt und die Wirklichkeit umgestaltet (Rubinstein 1962, 190).<sup>101</sup>

Über die Semantik der Metapher wird, in diesem Experiment versucht, auf die Gleichheit bzw. Gleichzeitigkeit von zwei Dingen, in diesem Fall Click und Tap, aufmerksam zu machen.<sup>102</sup> Wir können damit zu den eigenen semantischen Kenntnissen die Ursachen des so genannten Unschärfeeindrucks (Löbner 2003, 280/281) nutzen; das bedeutet, dass wir innerhalb unserer Kommunikation relativ ungenau unser Vokabular einsetzen und damit das Wissen um die Art und Weise gebrauchen, wie andere Leute dieselben Ausdrücke gebrauchen und intentional verstehen, entsprechend variieren.<sup>103</sup>

In Anlehnung an die Theorie von Lakoff und Johnson (1998, 41) werden Metaphern benutzt, um Ereignisse, Handlungen, Tätigkeiten und Zustände verstehen zu können. Dazu werden Ereignisse und Handlungen als Objekte konzeptualisiert, Tätigkeiten als Substanzen und Zustände als Gefäße. Innerhalb dieser Einteilung weisen sie u.a. darauf hin, dass die primäre Funktion der Metapher die ist, dass wir „eine Art der Erfahrung von einer anderen Art der Erfahrung her partiell verstehen können.“(Lakoff und Johnson 1998, 177)<sup>104</sup>

---

<sup>101</sup> Für die Integration der Sprechhandlung und den Einfluss der Sprache auf die Handlung ist nicht wesentlich, ob materialistische oder kognitivistische Theorien dahinter stehen (Hildenbrandt 1976, 174).

<sup>102</sup> Die Metapher setzt die Ähnlichkeit zweier Gegenstände voraus (Coenen 2002, 45).

<sup>103</sup> Siehe genauer dazu: Pinkal, M., Logik und Lexikon. De Gruyter 1985

<sup>104</sup> Lakoff und Johnson (1998, 176) grenzen sich mit diesen Aussagen von der Metaphertheorie ab, die unter der „Theorie des Vergleichs“ bekannt ist.

## 6 Untersuchungsansatz

Der folgende experimentelle Teil der Arbeit untersucht auf der Basis der theoretischen Einordnung die Bedeutung der Subjektivität innerhalb der Handlungsausführung anhand des vorab beschriebenen Phänomens der negativen Asynchronie in Synchronisationsaufgaben. Als subjektive Fähigkeiten zeichnen sich diejenigen Merkmale menschlicher Handlung aus, die inter- und intrapersonell auf handlungsleitende Prinzipien verweisen.

Das Phänomen der negativen Asynchronie wurde in den Untersuchungen der Synchronisationsforschung auf einer kognitionstheoretischen und neurophysiologischen Ebene untersucht (s. Kapitel 1). Die Untersuchungsansätze zeichnen sich durch ausschließlich resultatsbezogene Anweisungen aus.<sup>105</sup> Die Vpn in den Tappingexperimenten der Synchronisationsforschung reagieren auf die Instruktion „Gleichzeitigkeit herstellen“ zuverlässig mit einer negativen Asynchronie. Da die Frage nach der Form der Rückmeldung für die folgenden Experimente interessant wird, ist erläuternd hinzuzufügen, dass in den Experimenten von Aschersleben die akustische Rückmeldung der eigenen Fingerbewegung, des Taps, ausgeschaltet wurde und die Vpn das Signal des Metronoms über Kopfhörer erhielten (Aschersleben 1994, 40). Feedback bedeutet innerhalb dieses Experimentaldesigns, das ein zusätzliches akustisches Feedback gegeben wird. Es handelt sich dabei um einen zusätzlichen Ton, der erklingt, wenn die Vp die Taste berührt. Hierdurch konnte eine Verringerung der negativen Asynchronie gegenüber den Bedingungen ohne akustischen Eindruck beobachtet werden (Aschersleben 1994, 54 f.). Bei einer Rückmeldung des Handlungsergebnisses über die tatsächlich erzielte Größe der Asynchronie sind, so Aschersleben (2000, 140), erst nach der 10. Sitzung und damit nach ca. 10000 Tastendrücken Veränderungen in der Ausführung bis hin zu exakter Synchronizität zu erzielen. Die ermittelten Daten geben dabei ein Bild über das Handlungsergebnis ab, das immer eine Differenz zwischen Click und Tap aufweist, die von den Vpn jedoch nicht wahrgenommen wird. Das Phänomen wird damit als ein sehr stabiles beschrieben.

Da durch Aschersleben bekannt ist, dass die Vpn unter beiden Bedingungen – akustischer Eindruck und nicht-akustischer Eindruck – eine negative Asynchronie erzeugen, wird in den folgenden Experimenten die Bedingung gewählt, bei der die Vpn den Tap akustisch mit der Castagnette herstellen. Es interessiert, ob die Vpn überhaupt in der Lage sind, ihre eigene Handlung als Differenz zu einem externen Taktgeber wahrzunehmen. Die erwähnten Schwankungen<sup>106</sup>, die bei der Herstellung der negativen Asynchronie auffallen, geben Anlass zur Frage, ob hier Prozesse ablaufen, die an die Wahrnehmung und damit an die handlungsleitenden Bedingungen der Vpn geknüpft sind.

Wenn eine Differenz von ca. 3 ms zwischen zwei akustischen Ereignissen genügt (s. ausführlich Kapitel 3.1), um Ungleichzeitigkeit akustisch wahrnehmen zu können, ist es verblüffend, warum der Synchronisationsvorgang, der im Mittel eine Differenz von 20 ms bis 50 ms aufweist, als gleichzeitig empfunden wird.

Im ersten Untersuchungsblock wird überprüft, inwieweit Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit von zwei akustischen Ereignissen innerhalb und außerhalb des Handelns erkannt wird. Das Experiment wird von der Haupthypothese  $H_{1-1}$  geleitet.

Wenn Handlungen phänomenal repräsentiert sind und die eigene Bewegung für die Entwicklung von handlungsleitenden Strukturen zuständig ist, dann müssten diese Strukturen über eine Veränderung in der Bewegungsanweisung ebenfalls Veränderungen im Ergebnis nach sich ziehen.

<sup>105</sup> Aschersleben (1994) gab ihren Vpn u.a. folgende Instruktion: „Das ist das Wichtigste: dass du versuchst, so synchron wie möglich zu den Tönen zu drücken.“ (Aschersleben 1994, 148)

<sup>106</sup> Gemeint sind hier die in Kapitel 1 aufgeführten Überlegungen zu Timermodellen und inneren Uhren, die eine Variabilität in der Handlungsausführung erzeugen.



Der zweite Untersuchungsblock überprüft, ob das Phänomen der negativen Asynchronie von subjektiven Bedingungen der Versuchsperson (Vp) während des Handelns abhängig ist. Die Experimente werden von der Haupthypothese  $H_{1,2}$  geleitet.

## 6.1 Methode

### 6.1.1 Hypothesen

#### Hypothesen zu Untersuchung 1

Haupthypothese 1:

$H_{1,1}$  Die subjektive Wahrnehmung von zwei akustischen Ereignissen innerhalb des Handelns unterscheidet sich von der subjektiven Wahrnehmung von zwei akustischen Ereignissen außerhalb des Handelns.

Experiment:

Bewertung des subjektiven Handlungseindrucks der Vpn bei der Wahrnehmung der eigenen Handlung innerhalb des Handelns und bei der Wahrnehmung der eigenen Handlung außerhalb des Handelns.

Erste Hypothese des Experiments:

$H_{1-1,1}$  Im Handeln kann die Vp nicht zwischen vorgegebenen und selbstproduzierten Geräuschen hinsichtlich ihrer Synchronizität unterscheiden.

$H_{0-1,1}$  Im Handeln wird das eigene Handeln als ungleichzeitig zum Metronomclick wahrgenommen.

Zweite Hypothese des Experiments:

$H_{1-1,2}$  Außerhalb des Handelns genügt eine Differenz von ca. 3 ms zwischen zwei akustischen Ereignissen, um Ungleichzeitigkeit wahrzunehmen.

$H_{0-1,2}$  Außerhalb des Handelns kann nicht zwischen zwei akustischen Ereignissen differenziert werden.

#### Hypothesen zu Untersuchung 2

Haupthypothese 2:

$H_{1,2}$  Durch metaphorische Instruktionen verringert sich der Betrag der negativen Asynchronie.

Experiment:

Mit der Synchronisationsaufgabe, „stelle Gleichzeitigkeit her“ wird eine negative Asynchronie erwartet. Mit der zweiten Instruktion „identisch sein“ wird erwartet, dass eine Veränderung der negativen Asynchronie eintritt.

Für das Experiment und Nachfolgeuntersuchungen gelten gleichermaßen die Hypothesen:

Hypothese zur Instruktion „gleichzeitig sein“:

$H_{1-2,1}$  Der Beginn der Handlung erfolgt nicht-bewusst zu früh zum Metronomschlag.

$H_{0-2,1}$  Der Beginn der Handlung erfolgt bewusst zu früh zum Metronomschlag.

Hypothese zur Instruktion „identisch sein“:

$H_{1-2,2}$  Metaphorische Instruktionen verändern die subjektive Wahrnehmung der eigenen Handlung innerhalb des Handelns.

$H_{0-2,2}$  Metaphorische Instruktionen verändern nicht die Wahrnehmung der eigenen Handlung innerhalb des Handelns.

### 6.1.2 Versuchsplan für Untersuchung 1 und 2

Mit dem Versuchsplan wird ein Wahrnehmungsphänomen der experimentellen Grundlagenforschung in einem Laborexperiment überprüft. Die Hypothesenformulierung bestimmt dabei die statistische Auswertung. Das Signifikanzniveau beträgt  $\alpha=.05$ . Mit einer gerichteten Hypothese wird einseitig geprüft, um die  $\alpha$ -Fehlerwahrscheinlichkeit möglichst gering zu halten (Bortz 1999, 111 f.).

In kleinen Stichproben ist nicht davon auszugehen, dass die Normalverteilung der Zufallsvariablen nachzuweisen ist. In diesem Fall wird auf ein parameterfreies Prüfverfahren zurückgegriffen (Clauß und Ebner 1978, 245; s. auch Bortz, Lienert und Boehnke 1990). Die zu prüfenden Daten erfüllen dabei die Voraussetzungen für den Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben. Dieser parameterfreie Test ist ein Verfahren zum Vergleich der Verteilung zweier abhängiger Stichproben bei metrischen Daten. Er überprüft, ob die Daten in ihrer zentralen Tendenz übereinstimmen oder nicht (Claus, Finze und Partsch 1999, 233).

Der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben wird im Experiment in U1 ( $n=7$ ), Experiment 1 in U2 ( $n=8$ ) und in Nachfolgeuntersuchungen ( $n=7$ ,  $n=21$ ) angewendet. Nach Bortz kann dieses einschlägige Verfahren auch dann eingesetzt werden, wenn die Stichprobe  $n < 25$  ist (Bortz 1999<sup>5</sup>, 149 f.). Für die Ergebnissicherung sind dabei die Differenzen der Messwertpaare der abhängigen Stichproben von Interesse. Für den Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben gilt, wenn die Prüfgröße kleiner oder gleich dem kritischen Wert  $R_{\text{krit}} \leq R$  ist, wird die  $H_0$  verworfen (Nachtigall und Wirtz 2002, 228).

### 6.1.3 Versuchsaapparatur

Alle Experimente dieser Untersuchungsreihe haben in einem Laborraum der Universität Erfurt stattgefunden. Die Vpn erhielten für die Experimente eine kleine Holzcastagnette zur Erzeugung des Tap, dessen Dauer im Mittel 8 ms beträgt. Als akustische Führungsgröße für den Click, wurde ein Metronom (Wittner QM 2 taktell) verwendet. Der Click hat eine Dauer von 4 ms. Die Frequenzen für beide Ereignisse, Metronomclick und Castagnettentap, liegen zwischen 11.000 und 11.200 Hz. Das Taktsignal erklang in einem Abstand von 711 ms. Beide Geräusche wurden zeitgleich mit einem Stereo-Universal Mikrofon (RMV-02 hama), das über einen Verstärker (EMP-Microphone Preamplifier) mit dem Computer verbunden war, aufgenommen und in das für Studioaufnahmen geeignete Programm „Cool edit pro“, einem volldigitalen Auto-Editor, Rekorder und Mixer für Windows 95 und Windows NT eingespeist. Das Programm basiert auf einer cool-edit-pro-kompatiblen Soundkarte (Darla 20 bit Multitrack Digital Audio Recorder). Mit dem Studio-Programm „Cool edit pro“ wurden beide Geräusche aufgezeichnet und anschließend ausgewertet.

## 6.2 Untersuchung 1: Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns

### 6.2.1 Einleitung

In Untersuchungen zu den Tappingexperimenten konnte herausgestellt werden, dass die negative Asynchronie kein durch die Versuchsanordnung bedingtes Artefakt ist und ebenfalls nicht auf die akustischen Eigenschaften der verwendeten Reize zurückgeführt werden kann (vgl. Aschersleben 1994, 64). Auch wird aus den dargelegten Forschungsergebnissen (Kapitel 1) ersichtlich, dass die Differenzierungsschwelle der Wahrnehmung und die Grenze der motorischen Leistungsfähigkeit zwar Faktoren sind, die die Handlung beeinflussen, jedoch nicht ausschließlich als Erklärung herangezogen werden können (vgl. u.a. Aschersleben 1994, s.a. Kapitel 3). Die objektive Betrachtung des Handlungsergebnisses in diesen Experimenten macht zunächst mit dem als Differenzierungsschwelle der Wahrnehmung bezeichneten Kriterium Schwankungen sichtbar, die während des Handelns entstehen. Diese Schwankungen werden mit der Paillard-Fraisse-Hypothese auf die unterschiedlichen Nervenleitungs- und Verarbeitungszeiten von akustischem Ereignis und Handlung zurückgeführt und es wird ein innerer Timer, der für die Variabilität sorgt, angenommen (Ding, Chen und Kelso 2002; Engbert, Krampe, Kuhrt und Kliegl 2002; Krampe, Engbert und Kliegl 2002; Vorberg und Wing 1994). Die Ursache für das Phänomen kann jedoch hiermit nicht erklärt werden, wie auch der eigentliche Handlungsvorgang weiterhin nur auf einer Ebene betrachtet wird. Ob andere Mechanismen für dieses Phänomen verantwortlich sind, die im Handeln psychologischen Grenzen unterliegen und damit Synchronisationsfähigkeit beeinflussen, wird nicht überprüft.

In den folgenden Experimenten wird dagegen angenommen, dass die im Synchronisationsvorgang entstehenden, unterschiedlich langen Zeitintervalle anteilig durch die inneren Bedingungen, die an das Subjekt geknüpft sind, entstehen.

### 6.2.2 Methode

#### *Versuchspersonen:*

An diesem Versuch nahmen 7 Vpn (3 weiblich, 4 männlich) teil. Im Hinblick auf das Untersuchungsziel waren sie naiv.

#### *Versuchsapparatur:*

Eine detaillierte Darlegung der Versuchsanordnung befindet sich in Kapitel 6.1.3.

#### *Versuchsplan:*

Experiment 1 überprüft die Urteilsfähigkeit der Vpn in Bezug auf ihre Wahrnehmung innerhalb des Handelns und außerhalb des Handelns. Die Vpn haben in diesen zwei Experimenten die Aufgabe, ihr Handeln selbst zu bewerten.

Von Interesse sind dabei der subjektive Eindruck der Gleichzeitigkeit und der subjektive Eindruck von Ungleichzeitigkeit, die beim Tappen mit einer Castagnette zu einem Metronomschlag entstehen. Das heißt, mit der Untersuchung soll geprüft werden, ob außerhalb einer Handlung, also ohne zeitgleiches Handeln, eine Differenz zwischen zwei Ereignissen eindeutiger wahrgenommen werden kann als wenn aus dem Handeln heraus über die Synchronizität von Ereignissen geurteilt wird. Über das Erfragen der subjektiven Wahrnehmungsurteile wird operationalisiert, indem die Vpn Auskunft über Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit geben sollen. Erwartet wird, dass die Vpn, ohne an eine zusätzliche Handlungsaufgabe gebunden zu sein, in der Lage sein müssten, zwei in geringem zeitlichen Abstand auftretende Ereignisse aufgrund der akustischen Wahrnehmung als gleichzeitig im Handeln oder als ungleichzeitig außerhalb des Handelns zu bewerten. Ist dies der Fall, würde es für die Experimente der Synchronisationsforschung, bei denen man von der Wahrnehmung innerhalb des Handelns sprechen kann, bedeuten, dass unsere Wahrnehmungsfähigkeit auf subjektiven Urteilen beruht. Subjektive Urteile werden innerhalb des Experiments nicht über

die reine Motorik erzeugt, sondern sind an die Handlung selbst gebunden oder werden sogar von ihr ausgelöst.

Für das Teilerperiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ erhielten die Vpn folgende Instruktion (s. ausführlich Anhang S. 131):

„Du erhältst wie im vorangegangenen Versuch eine Castagnette und hast wiederum die Aufgabe, zeitgleich zu dem vorgegebenen Click des Metronoms mit der Castagnette zu tappen.“

Im Vordergrund steht bei diesem Versuch, deinen subjektiven Eindruck von Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit zu erfassen. Für das Vorgehen in diesem Versuch bedeutet das, dass du in fünf Durchgängen in einer von dir selbst festgelegten Zeit zum Click des Metronoms spielst. Sobald sich dabei für dich das Gefühl der Gleichzeitigkeit einstellt, beendest du dein Castagnettenspiel und trägst deinen Eindruck auf der vorgegebenen Skala ein. Ebenso verfährt du, wenn sich das Gefühl der Ungleichzeitigkeit einstellt.“

Eine weitere Instruktion für den zweiten Teil des Experiments „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“ lautete:

„Du hast in diesem Versuch die Aufgabe, deine soeben eingespielten Geräuschpaare noch einmal auf deine angegebene Gleichzeitigkeit zu überprüfen. Dir werden von jedem Durchgang die letzten 10 Geräuschpaare vorgespielt, die noch einmal von dir bewertet werden sollen. Deine Bewertung trägst du wieder in die dir vorliegenden Tabelle ein.“

Basierend auf der Hypothese  $H_{1-1-1}$  (s. Kapitel 6.1.1) wird für die erste Instruktion in diesem Experiment erwartet,

- dass die Geräuschpaare im Mittel im Bereich von -20 bis -50 ms liegen. Dies entspricht dem Bereich der negativen Asynchronie und müsste innerhalb des Handelns als gleichzeitig beurteilt werden,
- dass die Differenz den Vpn nicht bewusst ist. Mit der Hypothese  $H_{1-1-2}$  (s. Kapitel 6.1.1) wird für die zweite Instruktion in diesem Experiment erwartet,
- dass die Vp ihre jeweils eigenen, zuvor erstellten Geräuschpaare bei nochmaliger, ausschließlich akustischer Wahrnehmung als eher ungleichzeitig bewerten,
- dass die zeitliche Differenz von zwischen Click und Tap an dieser Stelle den Ausschlag für eine bewusste Bewertung der Kategorie „ungleichzeitig“ geben müsste.

#### *Versuchsablauf:*

Die Vpn erhielten eine Tabelle mit einer Bewertungsskala (Tab.1), in die der subjektive Eindruck nach einem Versuchsdurchgang eingetragen werden sollte. Laut Instruktion 1 bestand die Aufgabe darin, zu dem vorgegebenen Click des Metronoms zeitgleich mit der Castagnette zu tappen. In fünf Durchgängen sollte die Vp so lange zu dem Metronomschlag zeitgleich tappen, bis sich ein subjektiver Eindruck des eigenen Handelns eingestellt hatte. Mit dem Versuchsdesign wurde festgelegt, daß diese Eindrücke in die drei Kategorien „sehr gut“ mit der Bedeutung „gleichzeitig“, „gut“ mit der Bedeutung „fast gleichzeitig“ und „schlecht“ mit der Bedeutung „ungleichzeitig“ eingeteilt werden können. Die drei Kategorien wurden in 1 „sehr gut“ = gleichzeitig, 2 „gut“ = fast gleichzeitig und 3 „schlecht“ = ungleichzeitig operationalisiert. Nach jedem Durchgang, dessen Ausführungsdauer von der Vp selbst bestimmt wurde, sollte der erhaltene Eindruck sofort anhand der Skala bewertet und in die Tabelle eingetragen werden.

Tab. 1: Bewertungsskala für den subjektiven Eindruck „Gleichzeitigkeit“ des erzeugten Geräuschpaares. Die Tabelle gilt für beide Instruktionen. Sehr gut = gleichzeitig (1); gut = fast gleichzeitig (2); schlecht = ungleichzeitig (3)

	sehr gut	Gut	schlecht
1. Durchgang			
...			
5. Durchgang			

Im zweiten Teil des Experiments unter Instruktion 2 wurden der Vp anschließend nacheinander die letzten 10 Geräuschpaare aus den fünf Durchgängen vorgespielt. Die Instruktion wies die Vpn an, die Geräuschpaare sofort nach dem Hören nochmals nach der zuvor benutzten Skala zu bewerten. Abb. 12 zeigt exemplarisch zehn Geräuschpaare einer Versuchsperson, die unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ erzielt wurden.

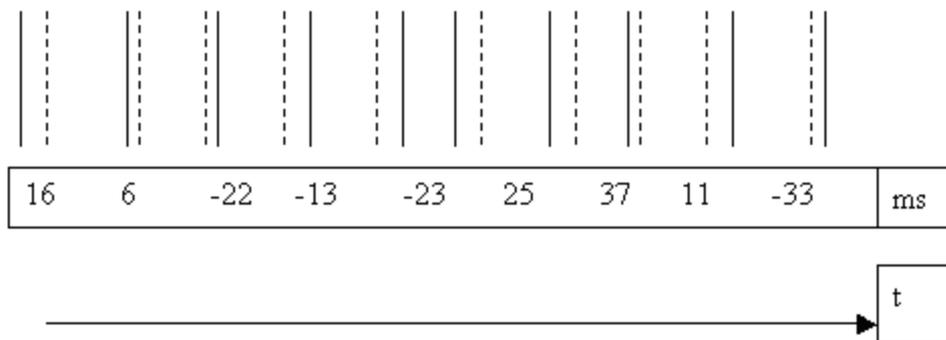


Abb. 12: Exemplarische Darstellung eines Durchgangs einer Vp im Experiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“. Die gestrichelte Linie stellt den Tap der Vp dar, die durchgezogene Linie den Click des Metronoms. Dargestellt sind sowohl positive als auch negative Asynchronien.

### 6.2.3 Ergebnisse

Unter Verwendung der Mittelwerte wird in Tab. 2 die zeitliche Differenz zwischen Click und Tap aus fünf Durchgängen von jeweils 10 Geräuschpaaren von 7 Vpn aufgeführt, die unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ erzielt wurden. Tab. 3 gibt die subjektiven Bewertungen der Vpn wieder, die nach den oben beschriebenen Kriterien erstellt wurden.

Tab. 2: Mittelwerte in ms von 7 Vpn in Experiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (WiH).

Vpn	Mittelwert WiH 1 (in ms)	Mittelwert WiH 2 (in ms)	Mittelwert WiH 3 (in ms)	Mittelwert WiH 4 (in ms)	Mittelwert WiH 5 (in ms)	Mittelwert insgesamt (in ms)
1	-61	-55	-22	-41	-18	-39
2	-7	-9	-1	-5	-8	-6
3	-35	-23	-9	-4	+5	-13
4	-26	-18	-19	0	-15	-15
5	-5	+1	-25	-15	-12	-11
6	-61	-41	-1	-73	-54	-46
7	-11	-6	-6	-1	+11	-3

Tab. 3: Bewertung der Geräuschpaare. 7 Vpn in Studie „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (WiH). 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig).

Vpn	Subjektive Bewertung 1 (WiH)	Subjektive Bewertung2 (WiH)	Subjektive Bewertung3 (WiH)	Subjektive Bewertung4 (WiH)	Subjektive Bewertung5 (WiH)
1	2	2	1	2	1
2	2	3	1	2	3
3	1	1	3	1	1
4	1	1	1	1	1
5	1	1	1	2	1
6	2	1	1	2	1
7	2	2	1	2	1

Die Ergebnisse der subjektiven Bewertung der eigenen Geräuschpaare außerhalb des Handelns gibt Tab. 4 wieder.

Tab. 4: Bewertung der Geräuschaare. 7 Vpn im Experiment „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“ (WaH). 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig).

Vpn	Subjektive Bewertung1 (WaH)	Subjektive Bewertung2 (WaH)	Subjektive Bewertung3 (WaH)	Subjektive Bewertung4 (WaH)	Subjektive Bewertung5 (WaH)
1	3	3	1	2	2
2	2	3	1	3	3
3	3	2	2	2	3
4	2	2	1	1	2
5	2	1	1	2	3
6	2	3	2	3	2
7	2	2	2	2	2

In Abb. 13 wird anhand der Mittelwerte der bewerteten Geräuschaare (s. Tab. 2) die Einteilung in die Bewertungsklassen „sehr gut“, „mittel“ und „schlecht“ dargestellt. Damit werden 35 Geräuschaare (n=35) betrachtet.

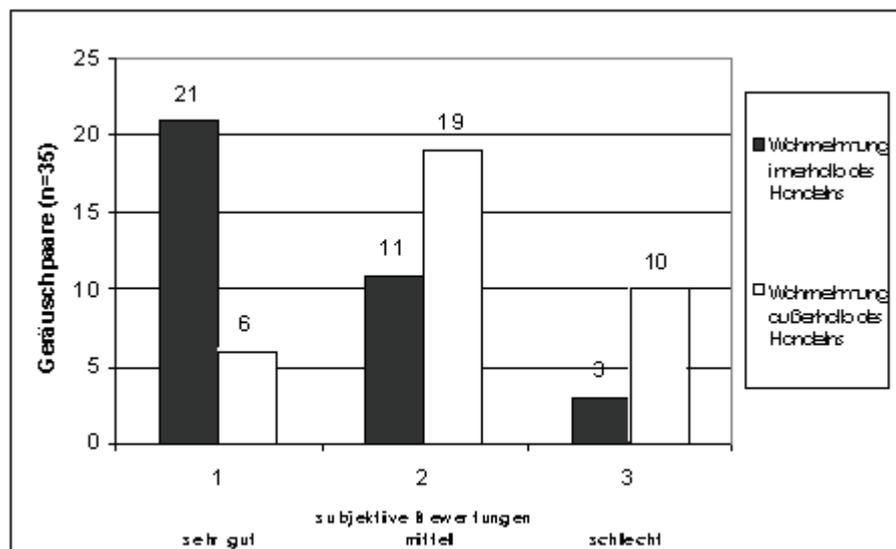


Abb. 13: Darstellung der subjektiven Bewertungen der 7 Vpn anhand der insgesamt erzielten 35 Geräuschaare im Versuch „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ und derselben nochmals zu beurteilenden 35 Geräuschaare im Versuch „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“

Zusammenfassend sind in Abb. 14 und Tab. 5 noch einmal die Mittelwerte der Geräuschaare und die dazugehörigen Mittelwerte der Bewertungen innerhalb und außerhalb des Handelns von 7 Vpn aufgeführt, die als Grundlage für die statistische Überprüfung dienen.

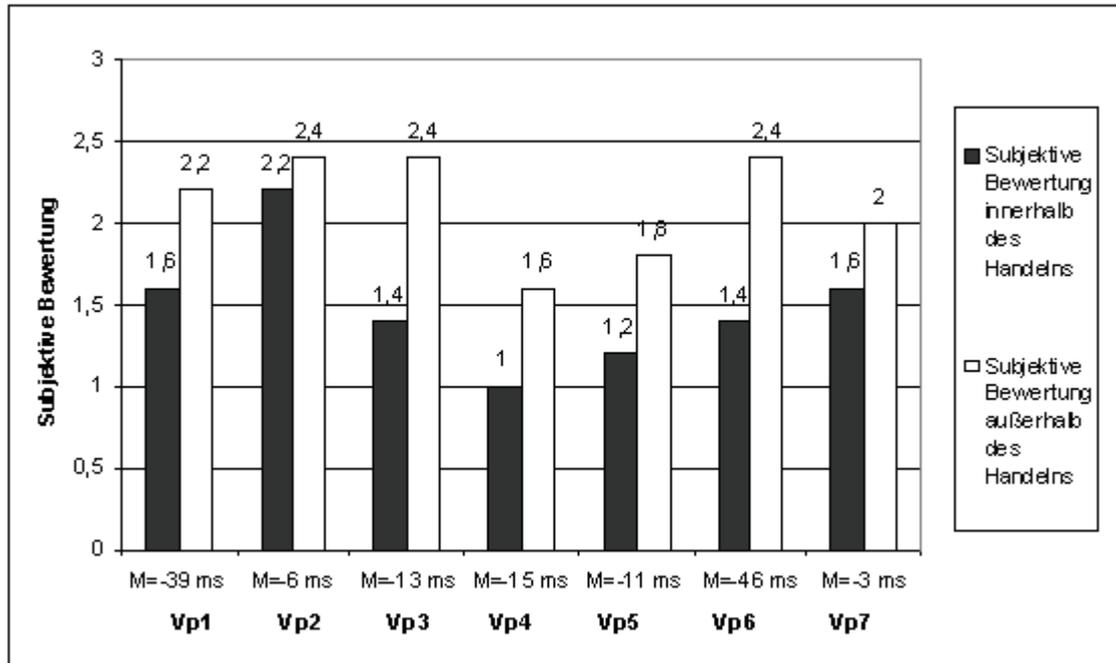


Abb. 14: Darstellung der Mittelwerte der subjektiven Bewertungen „Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns“ anhand der Mittelwerte der Geräuschpaare aus 5 Durchgängen pro Vpn.

Tab. 5: Tabelle der Mittelwerte in ms der Bewertungen von 7 Vpn. Mittelwerte der Bewertungen WiH und WaH: 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig)

Vpn	Mittelwerte der Asynchronien von „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (in ms)	Mittelwerte der Bewertungen von „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (WiH)	Mittelwerte der Bewertungen von „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“ (WaH)
1	-39	1,6	2,2
2	-6	2,2	2,4
3	-13	1,4	2,4
4	-15	1,0	1,6
5	-11	1,2	1,8
6	-46	1,4	2,4
7	-3	1,6	2,0

Bei einer Stichprobe von  $n=7$  und einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0.05$  bei einseitiger Prüfung werden die Mittelwerte der vorliegenden Daten mit dem Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben geprüft und ergeben einen signifikanten Unterschied  $T=0$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig). Die mit dem Statistikprogramm SPSS (Bühl und Zöfel 2000; Diehl und Kohr 1999; Diehl und Staufenbiel 2001) ermittelten Ergebnisse sind in dem unten aufgeführten Diagramm (Abb. 15) einzusehen. Die Tabelle der kritischen Werte für die Prüfgröße gibt dabei den  $R_{krit} = 3$  vor (Nachtigall und Wirtz 2002, 228). Bei einer exakten Signifikanz (1-seitig) von  $p=.008$  der Mittelwertsunterschiede kann die  $H_{1,1}$  angenommen werden.



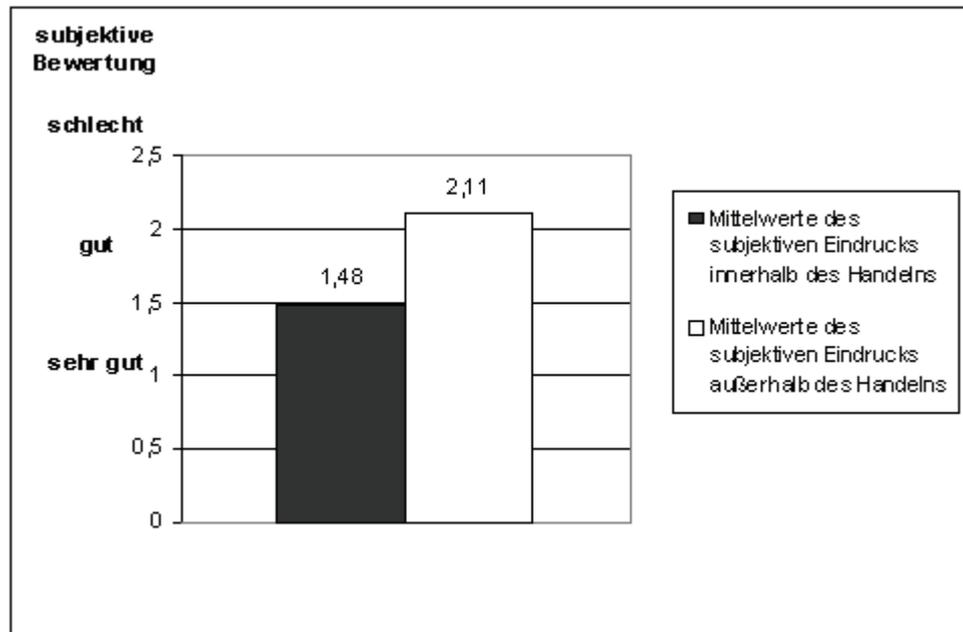


Abb. 15: Darstellung der Mittelwerte der Bewertung der Vpn bezüglich ihrer subjektiven Wahrnehmung innerhalb des Handelns ( $M=1,48$ ;  $SD=,380$ ) und außerhalb des Handelns ( $M=2,11$ ;  $SD=,323$ ).

#### 6.2.4 Diskussion

Der signifikante Unterschied zwischen den Bewertungen der eigenen Wahrnehmung während des Handelns und außerhalb des Handelns berechtigt zu der Annahme der Haupthypothese  $H_{1-1}$ , dass unser subjektiver Wahrnehmungseindruck von der Handlungsausführung innerhalb der Handlung Kriterien unterliegt, der sich von denen ohne Bewegung unterscheiden. Über den subjektiven Eindruck von Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit kann dieses Problem demonstriert werden.

Innerhalb des Handelns sind die Vpn offensichtlich nicht in der Lage, die Differenz, die zwischen ihrem Castagnettentap und dem Metronomclick entsteht, wahrzunehmen. Die Geräuschpaare von 7 Vpn in fünf Durchgängen weisen hauptsächlich negative Asynchronien mit einer Spannbreite von 20 ms bis 50 ms, in einigen Fällen sogar bis zu 70 ms auf. Gleichwohl dieser Bereich eindeutig über der Wahrnehmungsschwelle für Differenzen liegt, werden die Geräuschpaare im Handeln als gleichzeitig empfunden und deutet somit auf eine Bestätigung der  $H_{1-1}$  hin. Bei nochmaligem, ausschließlichen Hören wird der Unterschied zwischen den Geräuschen hingegen differenzierter wahrgenommen. Insgesamt liegen die Zeiten im Bereich der so genannten psychologischen Gegenwart oder der Präsenzzeit. Seit James (1890) wird von einer Zeitdauer bis zu 5 s ausgegangen, die noch als Einheit wahrgenommen werden kann. Dennoch werden in der Literatur sehr unterschiedliche Zeiten für den Bereich der psychologischen Gegenwart angegeben. Sie differieren von 0,3 s bis 30 s.<sup>107</sup> Neueren Erkenntnissen zufolge werden längere Zeitdauern symbolisch kodiert und nicht mehr wahrgenommen, sondern geschätzt (Rammsayer 1992, 11). In diesem Zusammenhang ist auf Pöppel zu verweisen, der der Präsenzzeit eine Zeitdauer von 3 s zuordnet und in dieser Zeit das Erleben der Gegenwart verortet (Pöppel 1987). In Bezug auf die Ergebnisse dieser Untersuchung ist jedoch zu fragen, welche Form von Wahrnehmung in der so genannten

<sup>107</sup> Aufgeführt in Tunner (1984, 114): Boring (1963) von 1 s bis 1,5 s bis zu 30 s; Vicario (1973) 1 s und mehr; Block (1979), Fraisse (1967), Woodrow (1951) 5 s; Rohracher (1958) 6-12 s; Dorsch (1976) 0,5 s bis 7 s. Aufgeführt in Pöppel (1987, 60): Vierordt (1868) 3 s und Wundt (1903): 0,3 s bis 0,5 s.

Präsenzzeit anzutreffen ist.<sup>108</sup> Im Kontext der Tappingexperimente ist anzunehmen, dass die Differenz zwischen Click und Tap gerade die im Handeln nicht-bewusste Zeit des phänomenalen Erlebens darstellt.

Die zeitliche Spanne der negativen Asynchronie, die innerhalb des Handelns entsteht, lässt sich, wie beschrieben, im Erleben nicht konkret in Millisekunden benennen und zeigt, dass die Vpn kein Bewusstsein von der erzielten Zeitspanne ihrer Geräuschpaare haben. Das heißt, sobald die Wahrnehmung an eine aktive Handlung gebunden ist, wirkt sich dies auf die Differenzierungsleistung von Ereignissen und, damit einhergehend, auf die Wahrnehmung einer Dauer aus.

Die Ergebnisse des Experiments können dahingehend interpretiert werden, dass hier ein Wahrnehmungsproblem und kein motorisches Problem vorliegt, und dass offenbar die immer wiederkehrende und immer wieder zu replizierende Differenz für den Wahrnehmungsakt selbst unabdingbar ist. Das Wahrnehmungsproblem beschränkt sich jedoch nur auf die Wahrnehmung des Handlungsresultats innerhalb des Handelns. Außerhalb des Handelns kann über den akustischen Eindruck in Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit entschieden werden, wie mit der  $H_{1-1-2}$  angenommen wurde. Erst die Wahrnehmung der eigenen Handlung führt zu dem Wahrnehmungseindruck der „Gleichzeitigkeit“, der offenbar nicht ohne Differenz sein kann. Der Vorschlag von Aschersleben (1994, 115), dem „System“ mehr Information zukommen zu lassen, damit es besser synchronisiert, wird in diesem Fall erneut interessant und es stellt sich die Frage, welche Art von Information das „System“ nutzen würde, um damit die Differenz zu verändern.

Damit deuten die Ergebnisse der ersten Untersuchung darauf hin, dass die Differenz, wie sie durch den eigenen Tap und den Click des Metronoms bereitgestellt wird, möglicherweise nicht auf der Verschränkung von Wahrnehmungsinhalten und Umwelteinflüssen auf einer distalen Ebene beruhen (vgl. Prinz 1990; Aschersleben 1994). Die Differenz wird offenbar durch die Eigenaktivität des Subjekts, die an die eigene Handlung gekoppelt ist, erzeugt.

### **6.3 Untersuchung 2: Geräuschsynchronität und Geräuschidentität**

#### 6.3.1 Einleitung

Mit den Ergebnissen aus dem ersten Untersuchungsblock konnte nachgewiesen werden, dass der subjektive Eindruck von 7 Vpn im Experiment 1 bei der Beurteilung von zwei Ereignissen innerhalb einer Handlung zu signifikanten Unterschieden führt, wenn die Beurteilung der gleichen Ereignisse noch einmal außerhalb einer Handlung vorgenommen wird. Innerhalb und außerhalb des Handelns liegen unterschiedliche Wahrnehmungen des gleichen zeitlichen Ereignisses vor. Mit dem Ergebnis, das in den Experimenten zur Synchronisationsforschung einen bislang nicht untersuchten Aspekt darstellt, kann angenommen werden, dass die Wahrnehmung der negativen Asynchronie vom phänomenalen Erleben der Vpn abhängig ist, dem sie während des Handelns unterliegt. Sobald Handlung und Wahrnehmung gekoppelt werden, verändert sich der subjektive Eindruck der Wahrnehmung von Gleichzeitigkeit.

Wie in den Modellen der Synchronisationsforschung (s. ausführlich Kapitel 1) beschrieben wird, werden unterschiedliche Strategien angewandt, die negative Asynchronie zu verändern, um damit Rückschlüsse auf ihre mögliche Herkunft ziehen zu können (vgl. Aschersleben

---

<sup>108</sup> An dieser Stelle soll auf sportwissenschaftliche Ansätze (Prohl (1991<sup>a</sup>, 1995), Böger (1995), Gröben (2000)) verwiesen werden, die den Aspekt der erlebten Zeit beim „Sich Bewegen“ untersuchen. Innerhalb eines sich mit der Bewegung entfaltenden Zeithorizontes, der die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft umspannt (vgl. Augustinus 354; Müller 1986; Prohl 1991<sup>a</sup>), wird ein phänomenaler Erlebnisraum entwickelt, der den Sportlern über das Gefühl der erlebten Zeit bewusst wird. Das Gefühl der erlebten Dauer ihrer Bewegung wird zur Größe für Veränderungen innerhalb der Bewegung.

2000, 155). Im Vordergrund der Beobachtung steht die Ausführung des Handelnden zum Click des Metronoms, zu der er sich als subjektiv gleichzeitig empfindet (s. Abb. 16). Eindeutige Ergebnisse durch resultatsbezogene Instruktionen konnten bisher jedoch noch nicht erzielt werden. Da die negative Asynchronie nicht auf Effekte, die durch die akustische Wahrnehmung entstehen, zurückzuführen sind, wie Ascherleben nachwies (Ascherleben 1994, 65 ff), wird in dem folgenden Experiment, das sich eng am Design der Tappingexperimente orientiert, im Gegensatz zu Ascherleben (1994) der akustische Eindruck des Tappens gezielt in den Versuch integriert und auf eine ausschließlich resultatsbezogene Instruktion verzichtet. Aber auch unter diesem Blickwinkel wird erwartet, dass die Vpn mit der Aufgabenstellung synchron zu einem akustischen Signal tappen (Fraise 1980) und den so genannten „Synchronisationsfehler“ (Dunlap 1910) produzieren.

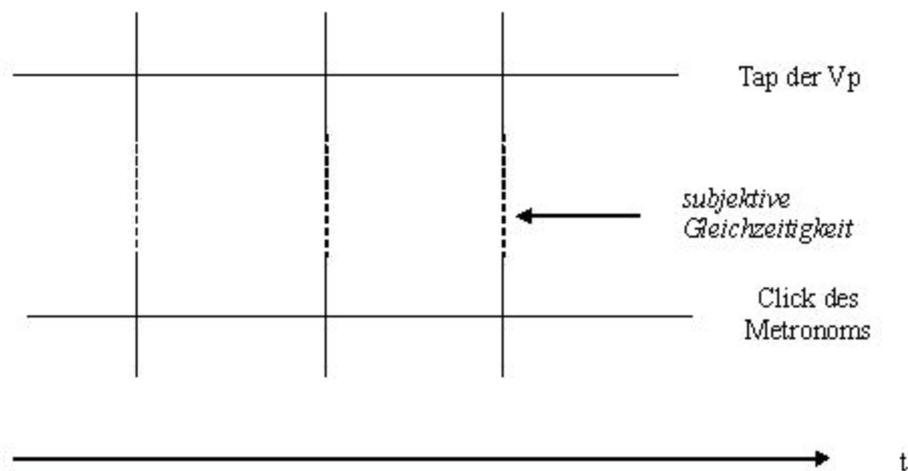


Abb. 16: Subjektiver Eindruck von Gleichzeitigkeit der Vp während der Handlungsausführung entspricht der physikalischen Gleichzeitigkeit

Die folgenden Experimente behandeln jedoch explizit das handelnde Subjekt und betrachten den Bereich der subjektiven Empfindungen bei der Herstellung von Gleichzeitigkeit im Handeln.

Wenn die negative Asynchronie anteilig auf subjektiven Wahrnehmungsbedingungen einer Person beruht, wie die Ergebnisse der ersten Untersuchung nahe legen, ist die Ebene der subjektiven Empfindungen am Aufbau einer subjektiven Handlungsstruktur beteiligt. Sportwissenschaftliche Untersuchungen geben erste Hinweise darauf, dass über das handlungsbegleitende Gefühl die innere Struktur der Bewegung angesteuert und verändert werden kann (Kapitel 5). Aus dem Blickwinkel der aktiven Herstellung einer subjektiven Handlungsstruktur, die an die subjektiven Fähigkeiten des Individuums und vor allem während einer Bewegungsausführung an das phänomenale Erleben geknüpft sind, wird in der folgenden Untersuchung die metaphorische Instruktion angewandt. Wenn die Handlung über das phänomenale Erleben der Vp gesteuert wird, wird sich über die Kopplung der handlungsbildenden und verändernden Modalitäten Sprache und Bewegung, die in den sprachlichen Instruktionen innewohnende Semantik auf die Handlungsausführung in den Tappingexperimenten auswirken. In diesem Fall wird auf den symbolischen Gehalt der Semantik der metaphorischen Umdeutung von Gleichzeitigkeit instruiert. Den Vpn wird die Instruktion „identisch sein bzw. mit dem Metronomclick verschmelzen“ gegeben (im Folgenden wird diese zweite Instruktion mit „identisch sein“ bezeichnet). Anzunehmen ist, dass über die der Metaphorik innewohnenden Semantik die Antizipation der Vp beeinflusst

werden kann und Orientierung für zukünftiges Handeln gibt.<sup>109</sup> In diesem Fall werden im Rahmen dieser Experimente auch positive Asynchronien, das heißt, das verspätete Tappen der Vp zum Metronomclick erwartet. In diesem Experiment werden eigenaktive Prozesse innerhalb der Vp angenommen, die auf der Basis des subjektiven Wahrnehmungseindrucks des eigenen Handelns die Handlung verändern. Diese Prozesse dürften über das phänomenale Erleben des handelnden Subjekts ansprechbar sein. Zu erwarten ist, dass auf die Semantik der metaphorischen Instruktion „identisch sein“ reagiert wird und somit eine andere Handlungsausführung möglich ist.

### 6.3.2 Methode

#### *Versuchspersonen:*

An diesem Versuch nahmen 8 Vpn (4 weiblich, 4 männlich) teil. Im Hinblick auf das Untersuchungsziel hatten sie keine Kenntnis. Sie waren alle StudentInnen der Universität Erfurt. Treatmentbedingte Effekte, die das Ergebnis negativ beeinflussen würden, waren nicht zu erwarten, da die Versuchsbedingungen keinen hohen Schwierigkeitsgrad besaßen. Auch Anfänger, die noch nie mit einer Castagnette gespielt haben, waren nicht benachteiligt.

#### *Versuchsapparatur:*

Für die Überprüfung der einfachen Synchronisationsaufgabe wird das Metronom auf ein Taktmaß von 84 Schlägen pro Minute eingestellt (Einzelheiten des Versuchsaufbaus s. Kapitel 6.1.3), das als Richtmaß für die Vpn galt. Das gewählte und über das Metronom festgelegte Zeitmaß liegt damit innerhalb der oben genannten zeitlichen Grenzen, sodass Synchronisation von der Seite der Motorik her möglich ist.

#### *Versuchsplan:*

Die Vpn erhielten folgende Instruktion (s. ausführlich Anhang S.132):

„Du erhältst eine Castagnette und hast zunächst Gelegenheit, diese auszuprobieren. Ist dir die Handhabung geläufig, können wir mit dem Versuch beginnen.“

Du hast nun die Aufgabe, zu dem zu hörenden Click des Metronoms gleichzeitig mit der Castagnette dazuzuspielen.“

Mit der Alternativhypothese ( $H_{1,2}$ ) wird angenommen, dass sich die negative Asynchronie durch die metaphorische Instruktion „identisch sein“ verringert. Basierend auf den Hypothesen  $H_{1,2,1}$  und  $H_{1,2,2}$  für die jeweiligen Instruktionen (s. Kapitel 6.1.1, S. 72) entwickeln sich jedoch weitere Aspekte, die auf die Ursachen schließen lassen, dass:

- die Vpn sich ihrer geringeren Ungleichzeitigkeit nicht bewusst sind
- und sich die subjektive Wahrnehmung der eigenen Handlung innerhalb der Handlung verändert.

Damit wird angenommen, dass die negative Asynchronie auf einem Mechanismus beruht, der offenbar unser Handeln über den subjektiven Eindruck der Handlungsausführung in der Zeit beeinflusst. Wenn sich durch die metaphorische Instruktion „identisch sein“ die Asynchronie verändert, kann daraus geschlossen werden, dass die antizipativen Prozesse vor einer Bewegungsausführung von den inneren Bedingungen des Subjekts abhängig sind.

---

<sup>109</sup> Dazu Bietz (2002<sup>a</sup>, 143), der das Instruktionsproblem in der sportpädagogischen Vermittlung von Bewegungen bei Blinden nicht als Problem der Vermittlung eines Bildes vom Ablauf dieser Bewegung, sondern als ein Problem der Anregung adäquater symbolischer Prozesse versteht.

### *Versuchsablauf:*

Der Experimentaldurchgang wurde durch die Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“ bestimmt. Bei jedem Versuchsdurchgang wurden die Vpn erneut von der Versuchsleiterin instruiert. Die Vpn erhielten durch eine schriftliche Anweisung die Instruktionen für den Versuchsablauf. Er diente als Hilfe für die Vpn, sich zunächst eigenständig auf die Aufgabe vorzubereiten (Instruktionen s. Anhang, S. 132). Jeder Versuch wurde von der Versuchsleiterin nach positiver Rückmeldung der Vp gestartet. Nachdem das Metronom angestellt wurde, konnte der Aufnahmemodus des Computerprogramms gestartet werden und der Vp das Zeichen für den Start des Versuchs gegeben werden. Die Vp konnte dann selbstständig ohne weitere Aufforderung anfangen zu tappen. Pro Vp dauerte ein Experiment ca. 15 min.

Wie auch im ersten Versuch dieser Serie, erhielten die Vpn eine Castagnette und bekamen mit der ersten Instruktion die Anweisung, „gleichzeitig“ zu einem isochronen Rhythmus zu tappen und mit der metaphorischen Instruktion „identisch“ zum Metronomschlag zu sein. Die Vpn werden bis zum Versuchsende nicht über Inhalte und Absichten des Experiments und ebenfalls nicht über ihre erzielten Ergebnisse informiert. Mit dieser Vorgehensweise soll gewährleistet werden, dass das Untersuchungsergebnis nicht durch Lerneffekte überschattet ist.

### 6.3.3 Ergebnisse

Für die Ermittlung der Mittelwerte der 8 Vpn wurden die Geräuschpaare 5 bis 25 ausgewählt. Die ersten fünf Geräuschpaare wurden vernachlässigt, um zu gewährleisten, dass dem Rhythmus des Metronoms gefolgt wurde und nicht Unsicherheiten im Umgang mit Castagnette und Metronom die Leistung beeinflussen. Gemessen wurde die Zeit zwischen dem Onset des Castagnettentaps der Vp bis zum Onset des Metronomclicks. Die Ergebnisse des Tests zeigen, wie die in Tab. 6 aufgeführten Mittelwerte von Instruktion „gleichzeitig sein“ belegen, dass die Vpn eine negative Asynchronie erzeugen.

Für die statistische Überprüfung werden zunächst die einzelnen Variablen mit der univariaten Statistik analysiert. Ebenfalls werden die erhobenen Daten auf Normalverteilung geprüft. Diese Überprüfung erfolgt mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test. Da die Daten nicht normal verteilt sind, wird das parameterfreie Verfahren nach Wilcoxon für die Überprüfung der Tendenz der Differenz der Mittelwerte angewendet. Einen detaillierten Überblick geben die Boxplots in Abb. 17. Die differenzierte Darstellung der Mittelwerte der 8 Vpn bei beiden Instruktionen in diesem Experiment (s. Tab. 6), gibt Aufschluss über das Wirken der metaphorischen Instruktion „identisch sein“. Liegen die Mittelwerte der Vpn in einem Bereich von -20 ms bis -50 ms gibt die Häufigkeitsverteilung (s. Tab. 7) weiteren Aufschluss darüber, in welchen zeitlichen Bereichen die negativen Asynchronien der einzelnen Geräuschpaare auftreten.

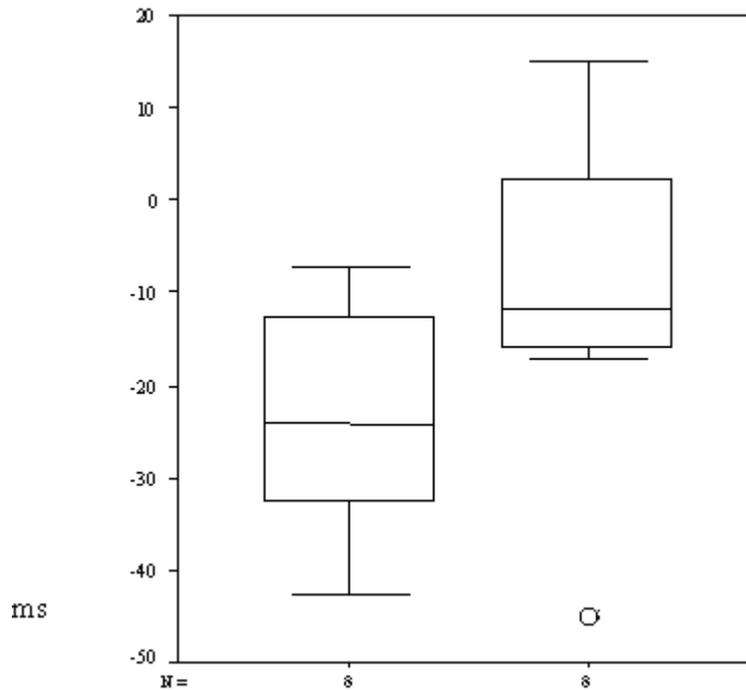


Abb. 17: Boxplots über die Mittelwerte von 8 Vpn bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ (M = -23,54 ms; SD = 12,96) und „identisch sein“ (M = -10,21; SD = 17,85)

Tab. 6: Mittelwerte von 8 Vpn in ms bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“

Vpn	Mittelwerte von 8 Vpn bei Instruktion "gleichzeitig sein" (in ms)	Mittelwerte von 8 Vpn bei Instruktion "identisch sein" (in ms)
1	-42,55	0,3
2	-15,2	-9,3
3	-10	-14,95
4	-23,65	-14,5
5	-7,25	14,9
6	-40,7	-44,85
7	-24,6	3,9
8	-24,4	-17,2
<b>M</b>	<b>- 23,54</b>	<b>-10,21</b>
<b>SD</b>	<b>12,96</b>	<b>17,85</b>

Mit dem Wilcoxon-Test für Paardifferenzen wurde geprüft, ob zwei abhängige Stichproben in ihrer zentralen Tendenz übereinstimmen (Claus, Finze und Partzsch 1999, 233). Im Vergleich zur ersten Instruktion „gleichzeitig sein“ wurde mit 8 Vpn eine mittlere negative Asynchronie von -23,54 ms erzielt. Mit der zweiten Instruktion „identisch sein“ konnte der Mittelwert für die negative Asynchronie deutlich gesenkt werden. Die Berechnung ergab einen Mittelwert von -10,21 ms (Abb. 18).

Das Signifikanzniveau wird auf  $\alpha=0.05$  festgelegt. Geprüft wird nach den Bestimmungen des Wilcoxon-Tests für abhängige Stichproben. Bei  $n=8$  gibt die Tabelle der kritischen Werte den  $R_{\text{krit}}=5$  vor (Nachtigall und Wirtz 1998, 228). Bei einem  $T=3$ ,  $p \leq 0.05$  (1-seitig) kann die  $H_{1-2}$

angenommen werden (ausführlich Kapitel 6.1.1). Eine exakte Signifikanz (1seitig) von  $p=.020$  berechtigt zu der Aussage, dass durch die metaphorische Instruktion der Betrag der negativen Asynchronie verringert wird.

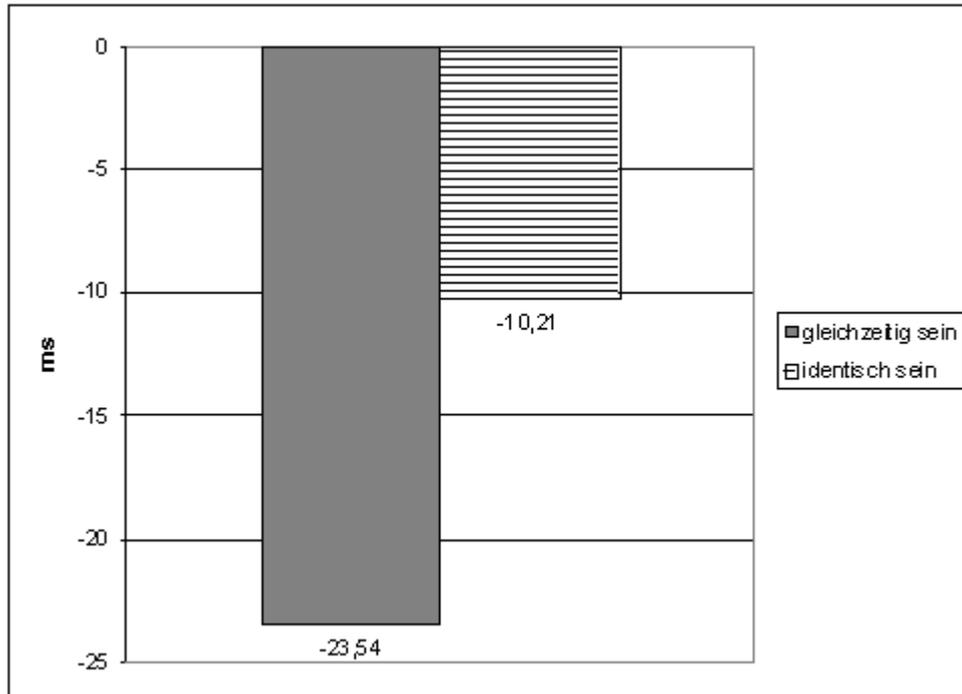


Abb. 18: Mittelwertangabe für die Auswertung von 8 Vpn. Mit der Instruktion „gleichzeitig sein“ konnte eine mittlere Asynchronie von -23,54 ms erzielt werden, während mit der Instruktion „identisch sein“ eine mittlere Asynchronie von -10,21 ms erreicht wurde.

Die Auffächerung der Originaldaten in einzelne Handlungsbereiche zeigt, dass der zentrale Bereich der negativen Asynchronie, von -20 ms bis -50 ms gegenüber den anderen Bereichen stark überwiegt.

Für diese Darstellung werden die Daten von 8 Vpn, von denen jeweils 20 Geräuschpaare in die Bewertung genommen wurden genutzt, sodass sich eine Anzahl von 160 Geräuschpaaren ergibt. Tab. 7 zeigt die Auflistung und Einteilung der Daten. Die Bereiche von -6 ms bis -20 ms, -21 ms bis -50 ms und -51 bis -70 ms, die von allen 8 Vpn gleichermaßen erzielt wurden. Das legt die Annahme nahe, dass sich hier ein Kernbereich für das Zusammenspiel von Wahrnehmung und Handlung innerhalb der Handlungsausführung befindet.

Tab. 7: Darstellung der Häufigkeit der Geräuschpaare pro Handlungsbereich bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“ n= 8 Geräuschpaare pro Vpn = 20

Anzahl der Handlungsbereiche	Einteilung in Handlungsbereiche (in ms)	Häufigkeit der Geräuschpaare bei Instruktion „gleichzeitig sein“	Häufigkeit der Geräuschpaare bei Instruktion „identisch sein“	Prozent für Instruktion „gleichzeitig sein“	Prozent für Instruktion „identisch sein“
1	+20 ms bis +6 ms	19	44	11,9	27,5
2	+5 ms bis -5 ms	26	36	16,3	22,5
3	-6 ms bis -20 ms	29	30	18,1	18,8
4	-21 ms bis -50 ms	58	33	36,3	20,6
5	-51 ms bis -70 ms	23	12	14,4	7,5
6	-71 ms bis $\infty$	5	5	3,1	3,1
	Gesamt	160	160	100,0	100,0

Die vorgenommene Einteilung in die einzelnen ms-Bereiche und die zuvor genannten drei Zeitfenster basieren auf Erkenntnissen psychologischer und psychoakustischer experimenteller Forschung. Das erste Zeitfenster beinhaltet positive Asynchronien (+20 ms bis +6 ms), das zweite, den Bereich der akustischen Wahrnehmung von subjektiver Gleichzeitigkeit im Handeln bei objektiver Ungleichzeitigkeit außerhalb des Handelns (+5 ms bis -5 ms) (Aschersleben 1994; Hellbrück 1993; Pöppel 1994), das dritte den Bereich unvollkommener Gleichzeitigkeit (-6 bis -20 ms) (Pöppel 1994), das vierte den klassischen Bereich, in dem die negative Asynchronie verortet wird (-21 ms bis -50 ms) (Aschersleben 1994; Dunlap 1910; Stevens 1886), das fünfte Zeitfenster die Geräuschpaare, die über -50 ms liegen. Sowohl das erste als auch das sechste Zeitfenster, ab -71 ms, listen in dem für negative Asynchronien untypischen Bereich Ausreißerpaare auf.

Wie erwartet, zeigt sich dabei im Handlungsbereich -21 ms bis -50 ms, dem Bereich der negativen Asynchronie, eine Verringerung der negativen Asynchronie durch die Instruktion „identisch sein“. Während unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ diesem Bereich noch 58 Geräuschpaare zugeordnet werden können, zeigt sich unter der Instruktion „identisch sein“ eine verringerte Geräuschpaaranzahl von 33. Es wird erkennbar, dass dieser Bereich unter der Instruktion „identisch sein“ zwar bestehen bleibt, aber in den anderen 5 Handlungsbereichen eine Ausdifferenzierung erfährt, die die Interpretation zulässt, dass sich der Bereich der Handlung durch die Instruktion „identisch sein“ zum physikalischen Nullpunkt hin verschiebt.

Dieses Nebenresultat ist in Abb. 19 auf der Ebene der Mittelwerte der Geräuschpaare der Vpn dargestellt.



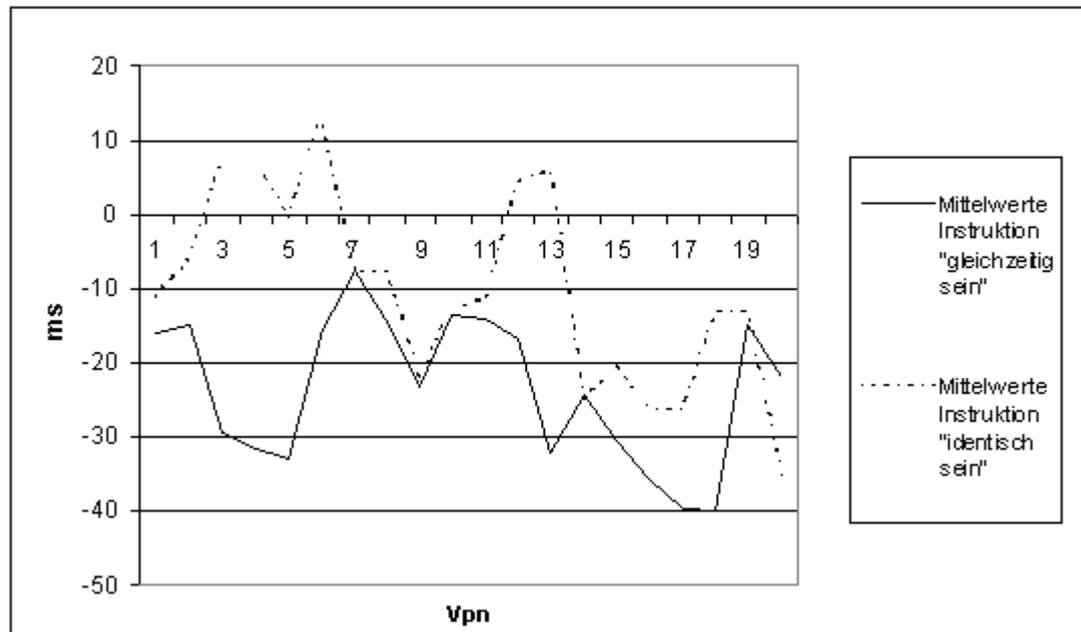


Abb. 19: Darstellung der Reaktion auf die Instruktionen von 8 Vpn anhand der Mittelwerte von 20 Geräuschpaaren in diesem Experiment

Mit dieser Form der Darstellung der Mittelwerte wird die tatsächliche Handlungsausführung unter den Bedingungen der Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“ über die Zeit verdeutlicht. Interessant ist, dass die ausgeführten Taps der Vpn zwar tendenziell in einem Bereich von 20 ms bis 50 ms vor dem Metronomclick liegen, aber dennoch intern Schwankungen zu verzeichnen sind.

#### 6.3.4 Diskussion

Wie das Ergebnis der Untersuchung zeigt, erzeugen die Vpn unter den Bedingungen der Instruktion „gleichzeitig sein“ eine negative Asynchronie und tappen damit in aller Regel zu früh zum vorgegebenen Metronomschlag. Das deutet darauf hin, dass das Zusammenspiel von Handlung und Wahrnehmung innerhalb des Handelns diese Differenz erzeugt. Unter der metaphorischen Instruktion „identisch sein“ konnte der Betrag der negativen Asynchronie um 13, 29 ms verringert werden, womit die  $H_{1,2}$  angenommen werden kann. Zieht man in Betracht, dass u.a. in Untersuchungen von Aschersleben (1994, 68) zur Differenzierung von Ereignissen über den gehörten Eindruck außerhalb des Handelns eine Wahrnehmungsschwelle für Differenzen bei der Bewertung von Geräuschpaaren gefunden wurde, die in einem Bereich von -3 ms bis +5 ms liegt, ist es verwunderlich, dass die negative Asynchronie, die ein wesentlich höheres Zeitfenster aufweist, während der Handlungsausführung von den Vpn nicht wahrgenommen wird. Diese Aussagen lassen darauf schließen, dass bei gleichzeitiger Handlung Einbußen in der Wahrnehmung auftreten, die sich in einem veränderten subjektiven Eindruck auswirken. Das heißt, innerhalb des Handelns wird die zeitliche Differenz zwischen Tap und Click nicht wahrgenommen und somit als subjektiv gleichzeitig empfunden. Auch bei der Instruktion „identisch sein“ liegt der subjektive Eindruck von Gleichzeitigkeit vor, obwohl die mittlere negative Asynchronie gegenüber der Instruktion „gleichzeitig sein“ verringert werden konnte. Diese Ergebnisse weisen gleichermaßen darauf hin, dass wie mit der Nebenhypothese  $H_{1,2,1}$  zur Diskussion gestellt, die Handlung ausschließlich während des subjektiven Empfindens von Gleichzeitigkeit nicht-bewußt zu früh zum Metronomschlag erfolgen. In drei nachfolgenden Untersuchungen konnte das Ergebnis der Verringerung der negativen Asynchronie durch metaphorische Instruktionen erneut nachgewiesen und bestätigt werden. Bei  $n=7$  und  $\alpha=0.05$  konnte mit den

Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -38,37$ ;  $SD = 20,60$ ) und „identisch sein“ ( $M = -26,82$ ;  $SD = 14,43$ ) bei der Prüfung der Mittelwerte von 60 Clicks ein signifikanter Unterschied von  $p = .039$ ,  $T = 3$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig) erzielt werden. Bei  $n = 21$  und  $\alpha = 0.05$  konnte mit den Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -33,45$ ;  $SD = 22,60$ ) und „identisch sein“ ( $M = -26,97$ ;  $SD = 18,58$ ) ein signifikanter Unterschied von  $p = .038$ ,  $T = 64$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig) bei 60 Clicks nachgewiesen werden und bei den gleichen Vpn mit 20 Clicks und den Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -37,0286$ ;  $SD = 24,8412$ ) und „identisch sein“ ( $M = -25,1357$ ;  $SD = 22,48731$ ) ein signifikanter Unterschied von  $p = .023$ ,  $T = 58$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig). Ebenso konnte mit einem weiteren Experiment derselbe Effekt erzielt werden. Die Vpn erhielten einen Metallstift, um mit einer Pendelbewegung zwischen zwei feststehenden Gegenständen den Metronomclick zu synchronisieren. Bei  $n = 21$  und  $\alpha = .05$  ergab die Prüfung der Mittelwerte von 60 Clicks mit den Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -33,45$ ;  $SD = 22,60$ ) und „Pendel und identisch sein“ ( $M = -23,56$ ;  $SD = 29,76$ ) einen signifikanten Unterschied von  $p = .030$ ,  $T = 61$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig) und bei der Überprüfung von 20 Clicks bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -37,0286$ ;  $SD = 24,8412$ ) und Instruktion „Pendel und identisch sein“ ( $M = -21,4595$ ;  $SD = 31,14827$ ) eine Signifikanz von  $p = .025$ ,  $T = 59$ ,  $p \leq .05$  (1-seitig).

Innerhalb des Bereichs der subjektiven Gleichzeitigkeit zeigen sich dann noch einmal intrapersonelle Schwankungen, die darauf hindeuten, dass die Instruktion eigenaktive Mechanismen innerhalb der Person anregt, die eine veränderte Handlungsausführung hervorrufen. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen von Aschersleben (2000, 140). Sie erzielte eine Verringerung der negativen Asynchronie erst nach einer hohen Anzahl von resultatsbezogenen Rückmeldungen. Die sofortige Verringerung der negativen Asynchronie durch die Instruktion „identisch sein“, wie mit der  $H_{1,2}$  angenommen und in allen Experimenten nachgewiesen werden konnte, lässt auf subjektiv strukturierbare Prozesse schließen.

#### 6.4 Abschließende Diskussion der Ergebnisse

Mit der Herstellung von Gleichzeitigkeit, wie es in den Tappingexperimenten gefordert wird, entsteht das Phänomen der negativen Asynchronie. Die Theorien der Synchronisationsforschung bezeichnen das verfrühte Tappen als einen Antizipationsfehler und führen dessen Entstehen auf Strukturen zurück, die auf neurophysiologischer Ebene angesiedelt sind. Dadurch erhält das Phänomen der negativen Asynchronie eine Form von Stabilität, die sich zwar durch eine Variabilität auszeichnet, die jedoch vom „System“ alleine nicht behoben oder verringert werden kann (vgl. Aschersleben 1994, 115 f.).

Die Ergebnisse dieser Experimente zeigen, dass zum einen mit der Instruktion „gleichzeitig sein“ das Phänomen der negativen Asynchronie, wie es in der Synchronisationsforschung beschrieben wird, repliziert werden konnte und zum anderen zeigen die Ergebnisse des zweiten Untersuchungsteils, dass die Vpn auf die Instruktion „identisch sein“ sofort mit einer Verringerung der negativen Asynchronie reagieren. Mit der Haupthypothese  $H_{1,1}$  wurde angenommen, dass sich die subjektive Wahrnehmung von zwei akustischen Ereignissen während des Handelns von der subjektiven Wahrnehmung von zwei akustischen Ereignissen außerhalb des Handelns unterscheidet. Die akustischen Ereignisse wurden unter den Bedingungen „Castagnette“ für die Erzeugung des Tap durch die Vp und „Metronom“ für die Erzeugung des Click festgelegt. Die Ergebnisse, wie sie mit dem Experiment in Untersuchung 1 erzielt wurden, zeigen unter diesen Bedingungen einen signifikanten Unterschied. Der subjektive Wahrnehmungseindruck innerhalb des Handelns ist von der Handlung beeinflusst. Die Vp erlebt sich als gleichzeitig zum vorgegebenen Metronomschlag. Daraus ist zu schließen, dass die Handlungsausführung offenbar nicht ausschließlich auf der Basis stabiler neurophysiologischer Strukturen beruht, sondern der handelnde Mensch mit seinen Fähigkeiten, sobald sie angesprochen werden, diese Veränderungen hervorruft.

Diese Annahme steht im Gegensatz zu den Erklärungen von Aschersleben (1994). Sie merkt zum Entstehen der negativen Asynchronie an, dass

„die Verrechnung der einzelnen Faktoren [...] in der Synchronisationsaufgabe nicht möglich ist, weil keine Informationen über den Kontext zur Verfügung stehen“.  
(Aschersleben 1994, 115)

Welches Format diese Informationen haben sollen und wie sie die negative Asynchronie zum Erlöschen bringen sollen, bleibt unerwähnt. Zieht man in Betracht, dass über die zweite Instruktion „identisch sein“, wie die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen zeigen, im Gegensatz zur ersten Instruktion „gleichzeitig sein“ die negative Asynchronie verringert werden konnte, ist darauf zu schließen, dass die negative Asynchronie zu beeinflussen ist, sobald auf die subjektiven Fähigkeiten der Vpn hin instruiert wird. Im Gegensatz zu einem Feedback, dass über Größe und Richtung der negativen Asynchronie informiert, wird mit der metaphorischen Instruktion keine explizite Größe angegeben, die zu verändern wäre.

Im Hinblick auf die Lernthematik bietet es sich an, dieses Ergebnis zu diskutieren, da die metaphorische Instruktion häufig im Kontext des Lernen und Lehrens ihre Anwendung findet (s. ausführlich Kapitel 5). Nach Aussagen von Aschersleben braucht ein Lernen, das auf Ergebnisrückmeldung basiert, sehr lange. Auch der Faktor „Wiederholung“ erwies sich als nicht bedeutsam (Aschersleben 1994). Unter ihren Versuchsbedingungen konnte die negative Asynchronie erst nach ca. 10000 Versuchen und entsprechender Rückmeldung zum Erlöschen gebracht werden (Aschersleben 2000, 140). Die Wirkweise einer Instruktion hat ihren Wert offenbar nicht in dem durch sie induzierten internen oder externen Aufmerksamkeitsfokus, wie u.a. Wulf und Prinz (2000) argumentieren (s.a. Wulf, Schmidt und Deubel 1993; Wulf und Weigelt 1996; Wulf, McConnel, Gärtner und Schwarz 2002). In den Experimenten von Untersuchung 2 ist ein Lerneffekt jedoch weitgehend auszuschließen, da die Versuchspersonen keine Rückinformation oder Erklärungen zu ihrem Handlungsergebnis bekamen. Die Verringerung der negativen Asynchronie, wie mit der  $H_{1,2}$  überprüft wurde, wurde nicht im Verlauf des Experiments erlernt, sondern die Vpn setzten die Instruktion wissensunabhängig in der Handlungsausführung um und konnten sofort die negative Asynchronie verringern. Physikalische Gleichzeitigkeit wurde unter den experimentellen Bedingungen der vorliegenden Untersuchung nicht gelernt.

Der gesamte Untersuchungsblock 2 zeigt, dass die Vp ihr Handeln auch ändern kann, wenn der Effekt der Handlung nicht verbalisiert wird. Durch eine Instruktion auf den Erfahrungsbereich der Vpn, wie er mit der zweiten Instruktion initiiert wurde konnten, wie mit der  $H_{1,2}$  angenommen, Veränderungen im Handlungsziel erreicht werden. Mit der Instruktion „identisch sein“ entsteht eine zeitliche Umkehrung der Intervalle der Geräuschpaare. Da sich der Beginn der Asynchronie verschieben lässt, in dem eine andere Aufgabenstellung gegeben wird, können Veränderungen im Handeln offenbar auch ohne aktive und damit bewusste Rückmeldung des Handlungsergebnisses erzielt werden. Dies entspricht u.a. einer Annahme von Logothetis (2000), der davon ausgeht, dass

„Bewusstseinszustände nicht nur als Reaktion auf externe Sinnesdaten erzeugt werden, sondern auch als Ergebnis interner „Erwartungssignale“, die auf früheren Erlebnissen beruhen.“ (Logothetis 2000, 43)

Über diese Form der Bewegungsanweisung wurden Anknüpfungspunkte für die handelnde Person geschaffen, die, wie schon mit Lakoff und Johnson (1998) darauf hingewiesen wurde, der Vpn Orientierung für zukünftiges Handeln geben. Die Semantik der Metapher eröffnet die Möglichkeit, etwas anderes über das Gleiche zu denken und setzt Mechanismen in der handelnden Person frei, die zwar im Ergebnis eine Verringerung der negativen Asynchronie bewirkt, sie aber dennoch nicht zum Erlöschen bringt. Der signifikante Unterschied, der zwischen den Instruktionsformen nachgewiesen werden kann, ermöglicht die Annahme, dass auf der Ebene intraindividuelle Handlungssteuerung eigenaktive Prozesse innerhalb des Subjekts zu einer sofortigen veränderten Handlungsausführung führen. Die Eigenaktivität

basiert auf der Wahrnehmung der eigenen Handlung, die im phänomenalen Erleben über den zukünftigen Handlungsentwurf für die Vpn bereitgestellt wird.<sup>110</sup> Dies lässt die Annahme zu, dass die Handlung nicht auf die Verarbeitung umweltbezogener Reize erfolgt, sondern auf subjektiven, aber im Handeln nicht-bewussten Erfahrungen beruht. Das phänomenale, dem Bewusstsein zugängliche Erleben wäre damit funktional. Das bedeutet nicht, dass die negative Asynchronie zum Erlöschen gebracht werden kann. Würde dies gelingen, würde es der auf Plessners anthropologischem Ansatz beruhenden These der exzentrischen Positionalität widersprechen (1975, 292). Es berechtigt jedoch zu der Annahme, dass durch die zweite Instruktion auf neurophysiologischer Ebene die Verrechnung der unterschiedlichen Laufzeiten kurzfristig verändert und die Handlungsvorbereitung auf anderen kortikalen Ebenen bereitgestellt werden kann (Milner und Goodale 1995).<sup>111</sup>

Das Experiment zur Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns zeigt, dass unsere Wahrnehmung im Handeln eine andere ist als wenn wir nicht handeln. Subjekt und Objekt sind unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ nicht unterscheidbar. Erst durch die Instruktion „identisch sein“ können innerhalb der Handlung Subjekt (Vp) und Objekt (Metronom) kurzzeitig separat wahrgenommen werden. Dieses Ergebnis untermauert noch einmal den Gedanken, dass gerade dann auf die subjektive Ausführung der Handlung hin reagiert wird. Die nach dem Experiment geführten Kurzinterviews mit den 8 Vpn des Instruktionsexperiments spiegeln diese Annahme wider (s. auch Anhang S. 133). In den Kurzinterviews wurden die Vpn nach ihrem subjektiven Empfinden bezüglich der jeweiligen Instruktion und ihrem Tap-Verhalten befragt. Während der subjektive Eindruck zur Instruktion „gleichzeitig sein“ sich darin äußert, dem „Takt zu folgen“ oder „zeitlich zu hören“, ergeben die Antworten zur Instruktion „identisch sein“ ein differenzierteres Bild. Wie in Untersuchung 2 mit der Nebenhypothese  $H_{1-2.2}$  angenommen wurde, wirkt sich die metaphorische Instruktion verändernd auf die subjektive Wahrnehmung der eigenen

---

<sup>110</sup> Nimmt man einen zentralen Mechanismus an, der die Handlung steuert, müsste dieses Phänomen zum einen auch in anderen Wahrnehmungsmodalitäten anzutreffen und zum anderen in zum Beispiel sportrelevanten Handlungen auftreten. In einem Experiment, das im Rahmen einer Seminararbeit von drei StudentInnen (L. Löbel, S. Marquardt und P. Nowak) der Universität Erfurt durchgeführt wurde, wurde ein Untersuchungsdesign entwickelt, das sich am Problem des Handstoppens bei Hundertmeterzieleinläufen orientiert und somit auf die visuelle Wahrnehmung fokussiert. Bekannt ist, dass in Sprintdisziplinen und hierbei insbesondere die Stoppzeiten beim 100-m-Lauf sehr unterschiedlich ausfallen (Mader 2002, 78). Besonders auffallend ist, dass die mit der Hand gestoppten Zeiten schneller sind, als Zeiten, die elektronisch erhoben werden. Die Verzögerungen am Start werden durch Verschiebungen der akustischen und visuellen Wahrnehmung des Startsignals und dessen tatsächlicher Auslösung erklärt. Der signifikante Unterschied deutet darauf hin, dass auch für die visuelle Wahrnehmung auf antizipative Prozesse geschlossen werden kann, die der subjektiven Wahrnehmung der Vpn vorausgehen. Die Daten bei der manuellen Zeitnahme, wie sie mit diesem simulierten Zieleinlauf erhoben wurden, zeigen, dass der Zeitnehmer den Läufer immer etwas zu früh über die Ziellinie laufen sah. Die Handlung des verfrühten Drückens der Stoppuhr ist jedoch den Versuchspersonen, ähnlich wie den Vpn im Synchronisationsexperiment nicht bewusst. Das Phänomen des zeitlich verfrühten Handelns scheint demzufolge nicht auf die akustische Wahrnehmung und einen stabilen Taktgeber wie das Metronom festgelegt zu sein.

<sup>111</sup> Untersuchungen von Tresilian (1994, 1995) zur visuellen Wahrnehmung von Ballgeschwindigkeiten und der Bedeutung eines zeitlichen Wahrnehmungsfehlers konnten keinen korrelativen Zusammenhang nachweisen, der darauf hindeutet, dass die zeitliche Information innerhalb der Handlungsausführung im Experiment genutzt wurde. Es wird auf die Bedeutung der unterschiedlichen visuellen Systeme hingewiesen.

Handlung aus. Hier gaben die Vpn an, auf die rhythmische Vorgabe des Metronoms einen „eigenständigen Rhythmus [zu] machen“, von einem „Übergehen auf meinen Takt“ oder „von mir selber vorgeben“ und den „Rhythmus im Körper haben, dabei das Hören ausschalten und ein bisschen die Sicherheit verlieren“. Auch empfand eine Vp die „zweite Instruktion angenehmer, weil man dann variieren kann“, wie auch eine weitere Vp das Handeln nach dieser Instruktion als „angenehmer“ empfand.

In Konsequenz bedeutet dies, dass zwar auf den Click hin gehandelt wird, vollständige Kongruenz jedoch nicht erreicht wird, weil vermutlich Mechanismen der Handlungsregulation für eine Differenz zwischen Click und Tap sorgen. Offenbar benötigt der Mensch diese Differenz für den Wahrnehmungsvorgang. Sie wird in diesem Kontext nicht mehr als Antizipationsfehler bezeichnet, sondern in Anlehnung an Plessner (s.o.) als anthropologische Konstante.

In beiden Stichproben ist davon auszugehen, dass das Handlungsergebnis nicht bewusst wahrgenommen wird. Innerhalb der erzeugten phänomenalen Welt des Handelnden, wird die eigene Handlung einem äußeren Gegenstand verändert zugeordnet. Das heißt, in diesem Kontext ist die ausschließliche Annahme einer physikalischen Welt nicht das verwendete Maß, sondern sie ist der psychologischen Welt innerhalb des phänomenalen Erlebnisraums inhärent. Mit diesem Modell werden innerhalb der eigenen Handlung phänomenale Grenzen gebildet, die damit eine physikalische Grundannahme des Phänomens der negativen Asynchronie als Antizipationsfehler überschreitet.

Abschließend kann mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung angenommen werden, dass die Eigenaktivität innerhalb eines funktionalen Systems, wie es zwischen Sprache und motorischen Prozessen besteht, auf aktiven Prozessen beruht, die in diesem Kontext unter Einbeziehung der subjektiven Fähigkeiten der Vpn ermittelt werden konnten. Über die Verarbeitung der semantischen Bedeutung der sprachlichen Anweisung werden im Rückgriff auf bestehende phänomenale Einheiten der subjektiven phänomenalen Identität der Vp Prozesse aktiviert, die eine veränderte Handlungsausführung zur Folge haben. Das Wahrnehmungsphänomen, die negative Asynchronie, ist für den Erhalt der phänomenalen Identität zuständig und gleichzeitig nötig, um auf subjektiv gemachte Erfahrungen im Handlungsprozess zurückgreifen zu können.

## 7 Fazit: Handeln aus einer nicht-bewusst erstellten Differenz

In der Handlungsausführung entwickeln wir mit der Erstellung einer Differenz, die gleichsam das phänomenale Erleben darstellt ein Gefühl für die Herstellung von Gleichzeitigkeit. Davon abzugrenzen ist jedoch, dass unser Bewusstsein von der Handlungsausführung nicht mit bewusstem Handeln, dem Wissen um das Handlungsresultat, gleichzusetzen ist. In diesem Kontext wird im Folgenden auf die Bezeichnung nicht-bewusste Differenz referiert. Damit ist der an die Handlung geknüpfte nicht-bewusste Akt des Reflektierens auf subjektiv angelegte Strukturen des eigenen Handelns gemeint. Die Ergebnisse der Untersuchungen weisen in eine Richtung, die sich deutlich von gängigen Annahmen der Kognitionsforschung oder auch Teilen neurophysiologischer Forschung im Hinblick auf den Terminus Bewusstsein abgrenzen. Untersuchungen, die in diesem Feld bevorzugt mit Vpn durchgeführt wurden, die an Gehirnläsionen oder psychischen Ausfällen leiden, um Handlungsausführungen annähernd korrekt neuronaler Tätigkeit zuordnen zu können, haben ihren unbestreitbaren Wert. Der Blick auf die Fähigkeiten des Menschen und dessen Erleben, wie den in diesem Fall zu erwartenden Ergebnissen, dürften sich deutlich unterscheiden. Einer These von Birbaumer und Schmidt (1999, 7) zufolge, die davon ausgehen, dass „psychische Prozesse und Verhalten vollständig und ausschließlich von der Hirntätigkeit abhängig sind“, erweist sich vor dem Hintergrund der behandelten Experimente, die gerade die Wirkung psychischer subjektiver Faktoren herausstellt, als erneut überdenkenswert.<sup>112</sup> Anzunehmen ist, dass wir uns im Handeln mit unserem Selbstbild verwechseln und über die Widerspiegelung unserer Handlung unsere Handlung reflektieren.

Die aktive Herstellung des Bildes der Reflexion basiert somit auf subjektiven Erfahrungswerten. Eine der Möglichkeiten, sie schon vor der Handlungsausführung zu verändern, liegt im Bereich des phänomenalen Erlebens und ist, wie die Ergebnisse der zweiten Untersuchung zeigen, über Sprache veränderbar.

### 7.1 Zur Reflexion nicht-bewusster Eigenaktivität

Vor dem Hintergrund der Annahme eines phänomenalen Bewusstseins, auf Grund dessen das Reflektieren der eigenen Handlung möglich ist und die Differenz zwischen Tap und Click veränderbar wird, muss eine Unterscheidung zwischen bewusster und nicht-bewusster Handlungsausführung in diesem Untersuchungsansatz vorgenommen werden.

Die Handlung, die in den Experimenten auszuführen war, ist zunächst einem bewussten Handlungsvollzug zuzurechnen. Die Vpn hörten die Instruktion und führten diese aus. Innerhalb ihres phänomenalen Erlebens während des tatsächlichen Handelns haben sie das Gefühl, gleichzeitig zum Metronomclick zu sein. Das heißt, dass sie kein Bewusstsein von dem objektiven ungleichzeitigen Handlungsresultat haben. In diesem Fall heißt bewusst handeln, dass wir die Instruktion mit dem Wissen um Differenz befolgen, ohne sie jedoch bewusst ändern zu können. Unbewusst bleibt auch die eigenaktive Veränderung der Differenz mit der zweiten Instruktion „identisch sein“.

Für die experimentelle Psychologie führt Perrig (2001, 125; s. auch Perrig, Wippich und Perrig-Chiello 1993) die Begriffe ‚bewusste‘ und ‚unbewusste Erfahrungsnutzung‘ ein. Psychisches kann damit rezeptiv und aktiv strukturierend erlebt werden und konstituiert damit das phänomenale Bewusstsein. Es kann aber auch passiv und unbewusst geschehen.<sup>113</sup> Es

---

<sup>112</sup> Gegenwärtig existieren Modellannahmen, die von einem dynamischen Unterbewusstsein ausgehen, nach denen das Gehirn in ununterbrochener Folge subjektive Wirklichkeiten entwirft. Diese Modellannahmen werden jedoch nicht von allen Kognitionswissenschaftlern und Neurobiologen geteilt (Deneke 2001)

<sup>113</sup> Perrig spricht damit die Bedeutung subjektiv phänomenologischer Berichte von Versuchspersonen an. Werden diese mit den objektiven Verhaltensdaten in Beziehung

kann sich also jemand, zum Beispiel eine Vp durchaus bewusst sein, dass sie einen Stimulus wahrnimmt und darauf reagiert, aber nicht in der Lage ist, ihn zu beschreiben oder zu benennen. Es ist also nicht von vornherein davon auszugehen, dass die Vorgänge der neuronalen Informationsverarbeitung uns nur über den „Ergebniszustand“ in der Form bewusst werden, dass wir das objektive Ergebnis wissen, wie Durstewitz und Windmann (1999, 128) annehmen. Gerade an dieser Stelle wird die Diskrepanz zwischen subjektiver Wahrnehmung der Handlungsausführung und tatsächlichem objektivem Ergebnis ersichtlich. Die Instruktion „stelle Gleichzeitigkeit her!“ veranlasst die Vpn, diese Handlung auszuführen. Das objektive Ergebnis der Ungleichzeitigkeit bleibt jedoch im Verborgenen bzw. ist den Vpn nicht bewusst. Das Gefühl, Gleichzeitigkeit erzeugt zu haben, ist somit die einzige Möglichkeit einer subjektiven Rückmeldung der Handlungsausführung und ist unter beiden Instruktionen zu verzeichnen. Zu konstatieren ist, dass es den Vpn nicht möglich ist, diese Differenz in einem bewussten Akt zu ändern, auch wenn sie mehr über ihre Ungleichzeitigkeit wissen. Die Konsequenz, die sich daraus ableitet, lautet: eine nicht-bewusste Differenz ist nötig, damit wir Gleichzeitigkeit empfinden. Dazu ist es unabdingbar, das bewusste Gefühl oder Erlebnis von Gleichzeitigkeit zu erfahren.<sup>114</sup> Bewusstes Handeln ist jedoch nicht mit dem Besitz eines Bewusstseins von dem Handlungsergebnis gleichzusetzen.<sup>115</sup> Die metaphorische Instruktion verändert das Abbild der Erfahrung, das die Vpn unter der Instruktion „gleichzeitig sein“ entwickelt haben in der Weise, dass sich eine Differenz zwischen den Abbildern entwickelt, die die Vpn aktiv in ihrer Handlungsvorbereitung für die Handlungsausführung umsetzen. Die phänomenale Differenz zwischen Wahrnehmung und Handlung wird zum bewusstseinsschaffenden Medium.

Die Ergebnisse leiten zu einem Gedanken über, der davon ausgeht, dass das, was wir als „subjektiv“ bezeichnen, für diese unterschiedlichen Wahrnehmungsweisen verantwortlich ist. Mit den Ansätzen der Tätigkeitskonzepte, wie sie durch die russischen Psychologen und Physiologen (Anochin 1987; Bernstein 1987; Leontjew 1973, 1982, 1984; Rubinstein 1962, 1963, 1984) überliefert sind, deutet sich an, dass über den Zukunftsentwurf oder die Antizipation Ebenen der Handlungsregulation aktiviert werden. Während mit den Experimenten innerhalb und außerhalb des Handelns der subjektive Eindruck des Erlebten sichtbar gemacht wurde, ermöglicht die metaphorische Instruktion das Verändern antizipatorischer Prozesse innerhalb der Vp, die offenbar nicht nur auf Umwelteinflüssen, sondern auf subjektiven, inneren „Modellen der Gegenwart und der Zukunft“ (Bernstein 1987) beruhen. Diese lösen damit einen auf den Erfahrungen des Subjekts beruhenden Austausch von handlungsrelevanten Informationen aus, der auch als der so genannte „Akt der

---

gebracht, besteht die Möglichkeit, die Forschung der Perspektive der 3. Person durch die Perspektive der 1. Person des Individuums zu ergänzen. (Perrig 2001, 129)

<sup>114</sup> Auf einer weiteren philosophischen Ebene bietet der Begriff der Differenz ebenfalls Grund zur Diskussion. Heidegger fragt: „Was haltet ihr von der Differenz, wenn sowohl das Sein als auch das Seiende je auf ihre Weise aus der Differenz her erscheinen?“ (Heidegger 1990, 55) und versucht damit einen zuvor angeführten Vergleich zu Hegel auszuformulieren und sagt: „Für uns ist die Sache des Denkens das Selbe, somit das Sein, aber das Sein hinsichtlich seiner Differenz zum Seienden.“ Heidegger (1990, 37) Für Hegel hingegen ist die Sache des Denkens, der Gedanke, als der absolute Begriff. Darin ist die „Sache des Denkens [...], die Differenz als Differenz.“ An anderer Stelle sagt Heidegger weiter: „Unser vorstellendes Denken ist nun einmal so eingerichtet und beschaffen, dass es gleichsam über seinen Kopf hinweg und diesem Kopf entstammend überall zwischen dem Sein und dem Sein die Differenz zum voraus anbringt“ (Heidegger 1990, 54).

<sup>115</sup> Die „traditionelle Annahme, die Inhalte unseres phänomenalen Bewusstseins seien uns auf direkte und unmittelbare Weise gegeben, muss falsch sein.“ (Metzinger 1995, 34)

Widerspiegelung“<sup>116</sup> innerhalb des Subjekts bekannt ist oder in gegenwärtigen philosophischen Konzepten auch als „Ich-Illusion“ bezeichnet wird, die wir nicht auf der Ebene des bewussten Erlebens transzendieren können (Metzinger 1998, 361).

## 7.2 Die Eigenaktivität aus der Perspektive des Subjekts

Mit diesem auf das Subjekt gerichteten Blick ist anzunehmen, dass sich innerhalb des Handelns der phänomenale Charakter der subjektiven Handlungsstruktur entwickelt. Wir reagieren somit nicht auf das Metronom, sondern auf unseren eigenen Vorentwurf. Innerhalb der anschaulichen Welt, dem phänomenalen Erleben des Handelnden erfahren wir uns schon in den subjektiv geprägten antizipatorischen Prozessen als gleichzeitig. Das bedeutet, dass unsere Wahrnehmung sich während des Handelns nicht ausschließlich am Metronomschlag orientiert, sondern dass die Vpn im Handeln aktiv auf die subjektive Interpretation ihres Tap reagieren. Demzufolge ist anzunehmen, dass wir auf der Basis der Interpretation unserer eigenen Wahrnehmung handeln. Offenbar realisieren wir im Handeln unsere subjektive Wahrnehmung anders als außerhalb des Handelns.

Diese Annahme ermöglicht eine erweiterte Sicht auf das Modell des Reafferenzprinzips. Traditionell ermöglicht dieses Modell die Differenzierung von Eigenbewegung und Fremdbewegung. Im Sinne eines funktionellen Systems, wie es von Anochin vorgeschlagen wurde, kann jedoch darauf geschlossen werden, dass sprachliche Anweisungen sich auf den Zukunftsentwurf und dieser sich wiederum auf die Handlungsausführung auswirken. Mit dem über die metaphorische Instruktion erwirkten veränderten Verhalten kann darauf geschlossen werden, dass gezielt auf die nicht bewusste Zielvorwegnahme, wie sie mit der Efferenzkopie gegeben ist, eingewirkt wird. Anzunehmen ist, dass der Zukunftsentwurf, der mit der Efferenzkopie einhergeht, eine veränderte Kontrolle der Reafferenz nach sich zieht (Abb. 19). Das „Wissen“ der Reafferenz kann durch die Efferenzkopie nicht mehr neutralisiert werden. Das bedeutet, dass der Eigenanteil an den Wahrnehmungsänderungen nicht mehr kompensiert wird und somit „zukünftige Erfahrung“ (in der Reafferenz enthalten) auf einen „Zukunftsentwurf“ (in der Efferenzkopie enthalten) trifft. Man könnte auch sagen, dass der Anteil des Eigenen in Form des Tap bestehen bleibt und er die zukünftige Handlung beeinflusst. Der veränderte Austausch zwischen Efferenzkopie und Reafferenz wirkt sich offenbar auf die Meldung aus, die wiederum die neue Information an das ZNS weitergibt (s. Abb. 21).<sup>117</sup> Dieser Aspekt ist mit einem Konzept von Metzinger (1998) in Verbindung zu bringen.<sup>118</sup> Er bietet ein Denkmodell an, mit dem er den Kern der Subjektivität des Mentalen beschreibt. Dieser liegt in einem Akt der Selbstverwechslung.<sup>119</sup> Wir operieren somit unter den Bedingungen eines „naiv-realistischen Selbstmissverständnisses“. Das bedeutet, dass wir uns selbst so erleben als wären wir in direktem und unmittelbarem epistemischen Kontakt mit uns

---

<sup>116</sup> s. auch Fußnote 76 in Kapitel 4.2, S. 57

<sup>117</sup> „Das Gehirn entwickelt neuronale Muster für die Objektrepräsentation. Hiermit erzeugt es einen Stellvertreter für das Objekt.“ (Damasio 2000, 322)

<sup>118</sup> Der Kognitionsforschung wirft Metzinger einen Kardinalfehler vor, den diese begeht, wenn sie diesen Gedankengang aus ihrer Forschung eliminiert. So kommt er zu der Einschätzung, dass Menschen bewusste Erlebnisse haben und damit repräsentationale Zustände mit phänomenalem Gehalt erzeugen (Metzinger 1998).

<sup>119</sup> „Eine Erste-Person-Perspektive entsteht immer dann, wenn das System das von ihm selbst aktivierte Selbstmodell nicht mehr als Modell erkennt. Dadurch wird für das System das Selbstmodell zum Selbst.“ (Metzinger 1998, 359)



selbst. (Metzinger 1999<sup>1</sup>, 360 f.)<sup>120</sup> Nach Metzinger tritt dann der Umstand ein, dass wir uns mit unserem selbst erzeugten Selbstmodell verwechseln.<sup>121</sup>

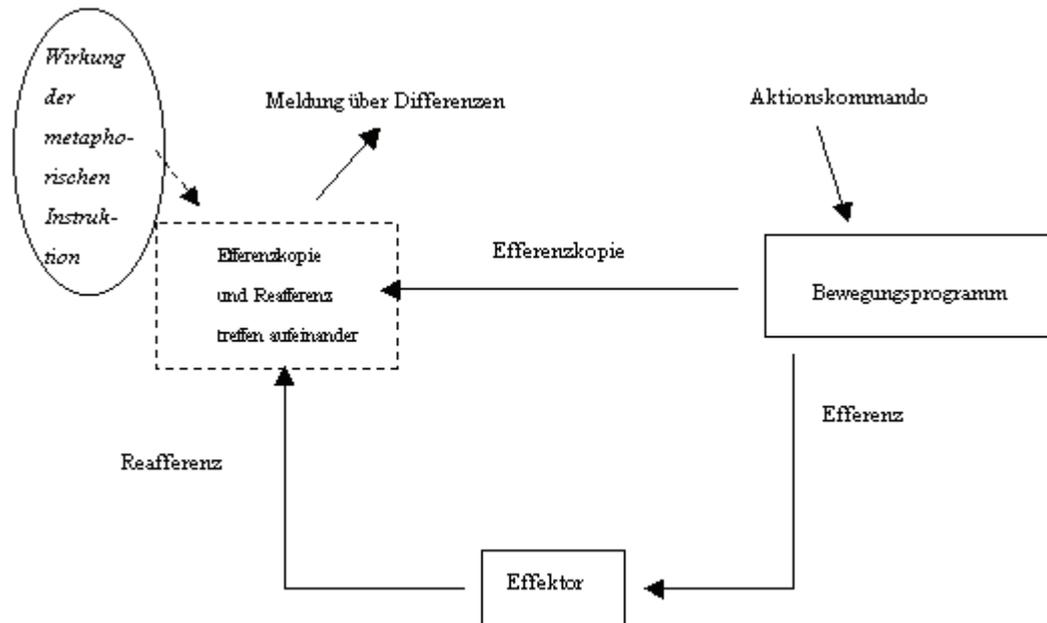


Abb. 20: Modifiziertes Modell des Reafferenzprinzips nach von Holst und Mittelstaedt (1950)

Das modifizierte Modell des Reafferenzprinzips (Abb. 20) führt das Eintreffen der metaphorischen Instruktion an der Stelle auf, an der Reafferenz und Efferenzkopie im Verarbeitungsprozess aufeinander treffen. In Abb. 21 werden die Wirkung der metaphorischen Instruktion und die nicht-gelungene Neutralisierung der Reafferenz durch die Efferenzkopie gezeigt. Das Resultat ist das Aufsteigen der Eigenbewegung als Meldung zum ZNS. Mit der sich daraus ergebenden These der Eigenaktivität des Handelnden in der Handlungsausführung zeigt sich eine deutliche Abgrenzung zur Physik. Anzumerken ist jedoch, dass der Aspekt der Unschärferelation, der innerhalb der Quantenmechanik durch Heisenberg eingeführt wurde, auch für Phänomene der negativen Asynchronie eine mögliche neue Basis des Untersuchens bietet. Wie die Untersuchungen zeigen, handeln wir nicht so exakt, wie die Physik das von uns verlangt. Das heißt, wir handeln nie auf den physikalischen Nullpunkt, sondern sind ungleichzeitig. Wir streben zwar nach Exaktheit, paradoxerweise erreichen wir diese aber nicht (vgl. Loosch 2002; s. auch 2004<sup>b</sup>).

<sup>120</sup> Nach Metzinger wird „die bewusst erlebte Wirklichkeit im Innersten durch ein Prinzip oder einen Mechanismus zusammengehalten, der selbst subjektiv unzugänglich ist.“ (Metzinger 1995, 599)

<sup>121</sup> Metzinger untermauert die Annahme einer Selbstverwechslung damit, dass die repräsentationale Basis für das körperliche Selbstmodell von einem inputabhängigen Teil des neuronalen Aktivitätsmusters erzeugt wird und dadurch zur Grundlage des erlebnismässig „gewissesten“ Teil des phänomenalen Selbst wird. Von dieser Form von Subjektivität ausgehend, schließt Metzinger auf leibgebundene Subjektivität. (Metzinger 1996, 131).

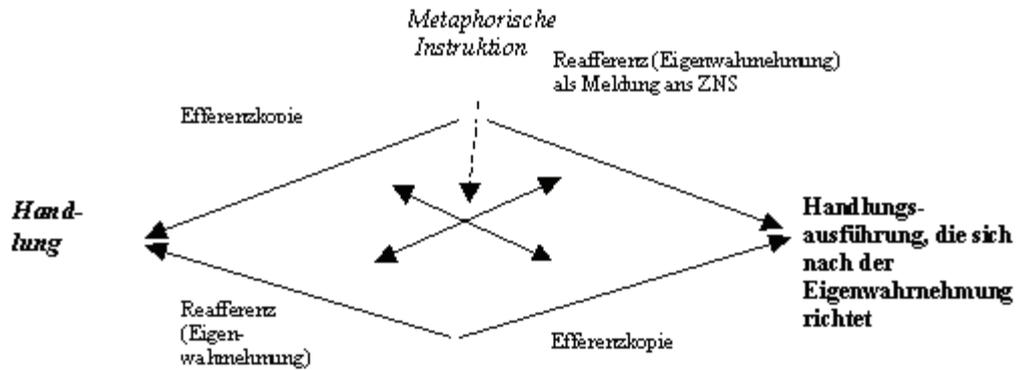


Abb. 21: Modell der Verarbeitung der Eigenwahrnehmung

Im Handeln verwechseln wir somit die physikalischen Bedingungen unseres Seins mit dem daraus entspringenden subsymbolischen Selbstmodell. Die diskutierte Differenz, die negative Asynchronie zwischen den physikalischen Gegebenheiten und der subjektiven Ausführung kann in diesem Fall mit dem von Metzinger (1998) vorgeschlagenen Akt der Selbstverwechslung in Verbindung gebracht werden.

Aus der Perspektive des Subjekts heißt das, dass innerhalb des Handelns der phänomenale Charakter der subjektiven Handlungsstruktur zum Tragen kommt. Innerhalb der anschaulichen Welt, dem phänomenalen Erleben des Handelnden, das die Grundlage für den Akt der Selbstverwechslung bietet, erfährt er sich selbst als gleichzeitig. Der Handelnde reagiert somit nicht auf die physikalische Dimension des Clicks des Metronoms, sondern auf seine subjektive Repräsentanz, die sich in der Differenz äußert und die als Kompromiss zwischen Subjekt und Physik bzw. Phänomenologie versus Physik zu verstehen ist. Die Eigenaktivität des Subjekts zeigt sich damit in der Abgrenzung zur Physik in der Gegenüberstellung zwischen der subjektiven, phänomenalen Welt und physikalischen, objektiven Welt.

## Literaturverzeichnis

- Altenmüller, E. 2004:: Melodien im Kopf. Gehirn und Geist. Dossier. 2004, 2, S.50-57
- Anochin, P.K. 1962:: Theorie des funktionellen Systems als Ausgangspunkt für den Aufbau der physiologischen Kybernetik. Hrsg.: P. K. Anochin: Beiträge zur allgemeinen Theorie des funktionellen Systems. Abhandlungen aus dem Gebiet der Hirnforschung und Verhaltensphysiologie. Band 8. Jena, Fischer, 1978 S.77-91
- Anochin, P.K. 1967:: Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes. Hrsg.: J. Bureš, E.R. John, P.G. Kostjuk, L. Pickenhain: Abhandlungen auf dem Gebiet der Hirnforschung und Verhaltenspsychologie. Brain and Behavior Research. Monograph Series. Band 1. Jena, Fischer, 1967
- Anochin, P.K. 1978: Beiträge zur allgemeinen Theorie des funktionellen Systems. Abhandlungen aus dem Gebiet der Hirnforschung und Verhaltensphysiologie. Band 8. Jena, Fischer, 1978
- Aschersleben, G. 1994: Hrsg.: Europäische Hochschulschriften. Reihe VI. Psychologie: Afferente Informationen und die Synchronisation von Ereignissen.. Band Bd./Vol. 456. Frankfurt am Main, Lang, 1994
- Aschersleben, G. 1999: Task-dependent timing of perceptual events. Hrsg.: G. Aschersleben, T. Bachmann, J. Müsseler: : Cognitive Contributions to the perception of spatial and temporal events. Amsterdam, Elsevier, 1999 S.293-318
- Aschersleben, G. 2000: Zeitliche Steuerung einfacher motorischer Handlungen. Hrsg.: Müller, K.; Aschersleben, G.: Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch. Bern, Huber, 2000 S.137-158
- Aschersleben, G., J. Müsseler 1999: Dissociations in the timing of stationary and moving stimuli. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. Band 25. 1999, 6, S.1709-1720
- Aschersleben, G., W. Prinz 1995: Synchronizing actions with events: the role of sensory information. Perception and Psychophysics. Band 57. 1995, 3, S.305-317
- Aschersleben, G., W. Prinz 1997: Delayed auditory feedback in synchronization. Journal of motor behaviour. Band 29. 1997, 1, S.35-46
- Augustinus 1978: Bekenntnisse. Frankfurt/Main, Insel, 354
- Bähr, I. 2001: Bewegung und Qualität. Hrsg.: K. Moegling: Integrative Bewegungslehre. Teil II, Wahrnehmung, Ausdruck und Bewegungsqualität. Immenhausen bei Kassel, Prolog, 2001 S.83-106
- Bartlett, N.R., S. C. Bartlett 1959: Synchronization of a motor response with an anticipated sensory event. The psychological review. Band 66. 1959, 4, S.203-218
- Beckermann, A. 1997: Was macht Bewusstsein für Philosophen zum Problem? Logos. 1997, 4, S.1-19
- Bender, Chr. 1989: Identität und Selbstreflexion. Zur reflexiven Konstruktion der sozialen Wirklichkeit in der Systemtheorie von N. Luhmann und im Symbolischen Interaktionismus von G. H. Mead. Frankfurt am Main, Lang, 1989
- Bernstein, N.A. 1987: Bewegungsphysiologie. 2. Auflage Leipzig, Barth, 1987
- Bieri, P. 1992: Was macht Bewusstsein zu einem Rätsel? Spektrum der Wissenschaft. 1992, 10, S.48-56
- Bietz, J. 2001: Lehren und Lernen von Bewegungen zwischen normativen Bezügen und anthropologischen Bedingungen. Hrsg.: R. Prohl: Bildung und Bewegung. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 120. Hamburg, Czwalina, 2001 S.319-324
- Bietz, J. 2002: Bewegungsvorstellung und Blindheit. Eine repräsentationstheoretische und symboltheoretische Grundlegung. Reihe Motorik. Band 25. Schorndorf, Hofmann, 2002

- Bietz, J. 2002: Sportpädagogische Bewegungsforschung als problemorientierte Forschung. Hrsg.: G. Friedrich: Sportpädagogische Forschung. Konzepte – Ergebnisse – Perspektiven. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 126. Hamburg, Czwalina, 2002 S.151-156
- Bietz, J. 2004: Anthropologische Grundlagen des Bewe­gens und Bewegungslernens. Hrsg.: M. Schierz, P. Frei: Sportpädagogisches Wissen. Spezifik-Transfer-Transformation. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaften. Band 141. Hamburg, Czwalina, 2004 S.128-137
- Birbaumer, N., R.F. Schmidt 1999: Biologische Psychologie. Berlin, Springer, 1999
- Böger, C. 1995: Zur zeitlichen Ordnung von Bewegung in Musik und Sport. Unveröff. Examensarbeit. Universität Oldenburg, 1995
- Böger, C. 1999: Das innere und das äußere Hören von Bewegungen. Hrsg.: . B. Heinz, R. Laging: Bewegungslernen in Erziehung und Bildung. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 104. Hamburg, Czwalina, 1999 S.131-135
- Böger, C. 2001: Der Bewegungsrhythmus - grundlegendes Prinzip beim Lernen und Lehren von Bewegungen?. Hrsg.: K. Moegling: Integrative Bewegungslehre. Teil II, Wahrnehmung, Ausdruck und Bewegungsqualität. Band 14. Immenhausen bei Kassel, Prolog, 2001 S.148-164
- Böger, C. 2001: Zur Entwicklung des virtuellen Hörens beim selbständigen Bewegungserwerb. Hrsg.: R. Prohl: Bildung und Bewegung. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 120. Hamburg, Czwalina, 2001 S.330-334
- Bongaardt, R., O.G. Meijer 2000: Bernstein's theory of movement behaviour: historical development and contemporary relevance. Journal of motor behaviour. Band 32. 2000, 1, S.57-71
- Bortz, J. 1999: Statistik. Für Sozialwissenschaftler. 5., vollst. überarb. Auflage Berlin, Springer, 1999
- Bortz, J., G.A. Lienert, K. Boehnke 1990: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Mit 35 Abbildungen, 247 Tabellen und 47 Tafeln. Berlin, Springer, 1990
- Bridgeman, B. 1999: Separate Representations of visual space for perception and visually guided behaviour. Hrsg.: G. Aschersleben, T. Bachmann, J. Müsseler: Cognitive Contributions to the perception of spatial and temporal events. Amsterdam, Elsevier, 1999 S.3-13
- Bühl, A., Zöfel, P. 2000: SPSS Version 9, Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. München, Addison-Wesley, 2000
- Burghardt, H. 1972: Einfaches Funktionsschema zur Beschreibung der subjektiven Dauer von Schallimpulsen und Schallpausen. Kybernetik. 1972, 12, S.21-29
- Buytendijk, F.J.J. 1956: Allgemeine Theorie der menschlichen Haltung und Bewegung. Berlin u.a., Springer, 1956
- Cassirer, E. 1953: Philosophie der symbolischen Formen. Erster Teil. Die Sprache.. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1953
- Cassirer, E. 2000: Versuch über den Menschen. Einführung in eine Philosophie der Kultur. Hrsg.: F.-P. Burkhard: Kulturphilosophie. Freiburg (u.a.), Alber, 2000 S.135-153
- Christian, P. 1948: Vom Wertbewusstsein im Tun. Ein Beitrag zur Psychophysik der Willkürbewegung. Hrsg.: V. von Weizsäcker: Schriftenreihe „Beiträge aus der Allgemeinen Medizin“. 1948, 4. Heft, Stuttgart, S.21-80
- Clauß, G., F.-R. Finze, L. Partzsch 1999: Statistik. Für Soziologen, Pädagogen, Psychologen und Mediziner. Thun, Deutsch, 1999
- Clauß, G., H. Ebner 1978: Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. 6. Auflage Berlin, Volk und Wissen, 1978
- Coenen, H.-G. 2002: Analogie und Metapher. Grundlegung einer Theorie der bildlichen Rede. Berlin, New York, De Gruyter, 2002

- Damasio, R. 2000: Eine Neurobiologie des Bewusstseins. Hrsg.: A. Newen, K. Voegeley: Selbst und Gehirn. Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen. Paderborn, Mentis, 2000 S.315- 331
- Deneke, F.-W. 2001: Gibt es seine Anatomie des Unbewussten? [http://www.lptw.de/vortraege2001/f-w\\_deneke.html](http://www.lptw.de/vortraege2001/f-w_deneke.html) Zugriff am 13.3.2002, 12.33 Uhr
- Diehl, J.M., H.U. Kohr (1999): Deskriptive Statistik. 12. Auflage Frankfurt am Main, Verlag Dietmar Klotz, 1999
- Diehl, J.M., T. Staufenbiel (2001): Statistik mit SPSS, Version 10.0. Klotz, 2001
- Ding, M., Y. Chen, J.A.S. Kelso 2002: Statistical analysis of timing errors. Brain and Cognition. Band 48. 2002, S.98-106
- Drill, R. 1933: Der Hammerschlag. Hrsg.: F. Krueger, O. Klemm: Neue Psychologische Studien 9. Motorik. 1933, München, S.142-163
- Dunlap, K. 1910: Reactions to rhythmic stimuli, with attempt to synchronize. Psychological Review. Band 17. 1910, S.399-416
- Durstewitz, D., S. Windmann 1999: Gibt es Eigenschaften neuronaler Strukturen und Prozesse, die mit Bewusstsein korreliert sind?. Hrsg.: F. Esken, H.-D. Heckmann: Bewusstsein und Repräsentation. Paderborn, mentis, 1999 S.127-151
- Edelman, G.M., G. Tononi 2002: Gehirn und Geist. Wie aus Materie Bewusstsein entsteht. München, C.H. Beck, 2002
- Einstein, A., L. Infeld 1995: Die Evolution der Physik. Orig. ersch. 1938. Reinbek bei Hamburg, rororo science, 1995
- Engbert, R., R.Th. Krampe, J. Kurths, R. Kliegl 2002: Synchronizing Movements with the metronome: nonlinear error correction and unstable periodic orbits. Brain and Cognition. Band 48. S.107-116
- Ennenbach, W. 1991: Bild und Mitbewegung. Band Sonderband 13. Köln, bps-Verlag, 1991
- Fastl, H. 1975: Mithörschwelle und subjektive Dauer. Band 32. 1975, S.288-290
- Feigenberg, J.M. 1998: The model of the future in motor control. Hrsg.: M.L. Latash: Progress in motor control. Bernstein's traditions in movement studies. Pennsylvania State University, Human kinetics., 1998 S.89-103
- Fikus, M. 1989: Hrsg.: H. Altenberger, E. Rümmele: Visuelle Wahrnehmung und Bewegungskoordination. Eine empirische Arbeit aus dem Volleyball. Beiträge zur Sportwissenschaft. Band 11. Frankfurt am Main, Harri Deutsch Verlag, 1989
- Fikus, M. 1998: Der Gestaltkreis als Erklärungsprinzip für die Bildung von Handlungsgestalten. Hrsg.: M. Fikus, L. Müller: Sich-Bewegen-Wie Neues entsteht. Emergenztheorien und Bewegungslernen. Hamburg, Czwalina, 1998 S.113-128
- Fikus, M., V. Schürmann 2004: Die Sprache der Bewegung. Sportwissenschaft und Kulturwissenschaft. Bielefeld, Transcript Verlag, 2004
- Fischer, J. 2000: Exzentrische Positionalität. Plessners Grundkategorie der Philosophischen Anthropologie. Deutsche Zeitschrift für Philosophie. Band 48. 2000, 2, S.265-288
- Fraisse, P. 1966: Zeitwahrnehmung und Zeitschätzung. Hrsg.: K. Gottschaldt, Ph. Lersch, F. Sander, H. Thomme: Handbuch der Psychologie, 1. Bd. Allgemeine Psychologie. 1. Halbband: Wahrnehmung und Bewusstsein. Göttingen, Hogrefe, 1966 S.656-690
- Fraisse, P. 1984: Perception and estimation of time. Annual Review Psychology. Band 35. 1984, S.1-36
- Galison, P. 2003: Einsteins Uhren, Poincarés Karten. Die Arbeit an der Ordnung der Zeit. Frankfurt am Main, Fischer, 2003
- Gehlen, A. 1940: Der Mensch, seine Natur und seine Stellung in der Welt. Berlin, Junker und Dünnhaupt, 1940
- Gehlen, A. 1983: Philosophische Anthropologie und Handlungslehre. Gesamtausgabe. Band 4. Frankfurt am Main, Klostermann

- Glaserfeld, E. von 1991: Abschied von der Objektivität. Hrsg.: P. Watzlawick, P. Krieg: Das Auge des Betrachters. München, Piper, 1991 S.17-30
- Goodale, M.A. 1996: One visual experience, many visual systems. Hrsg.: T. Inui, J.L. McClelland: Attention and Performance. XVI. Information Integration in Perception and Communication. 1996 S.370-393
- Gröben, B. 1995: Paradigmen des Bewegungslernens – Grenzen und Perspektiven. Hrsg.: R. Prohl, J. Seewald: Bewegung verstehen. Facetten und Perspektiven einer qualitativen Bewegungslehre. Schorndorf, Hofmann, 1995 S.121-153
- Gröben, B. 2000: Einheitenbildung im Bewegungshandeln. Zur phänomenalen Struktur des sportbezogenen Bewegungslernens. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport. Band 121. Schorndorf, Hofmann, 2000
- Gröben, B. 2002: Bewegung, Bewusstsein, Sprache. Hrsg.: K. Moegling: Integrative Bewegungslehre, Teil III. Lernen und Lehren von Bewegungen. Reihe Bewegungslehre und Bewegungsforschung. Band Bd. 15. Immenhausen bei Kassel, Prolog, 2002 S.317-343
- Gröben, B. 2002: Das Prinzip „Methodenfreiheit“ in der sportpädagogischen Bewegungsforschung. Hrsg.: G. Friedrich: Sportpädagogische Forschung. Konzepte – Ergebnisse – Perspektiven. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 126. Hamburg, Czwalina, 2002 S.144-150
- Gröben, B. 2003: Bewegungsinstruktion. Hrsg.: P. Röthig, R. Prohl (Leitung), K. Carl, D. Kayser, M. Krüger, V. Scheid: Sportwissenschaftliches Lexikon. 7. Auflage Schorndorf, Hofmann, 2003 S.92-93
- Gröben, B., Chr. Haas, S. Markitz. 2001: Bewusstsein – eine funktional wirksame Variable beim Bewegungslernen?. Hrsg.: J. Munzert, S. Künzell, M. Reiser, N. Schott: Bewegung, Bewusstsein, Lernen. Beiträge der dvs-Sektionssitzung Sportmotorik. Erschienen im ITES E-Journal: Bewegung und Training, 2001
- Gröben, B., P. Maurus 1999: Bewegungsanweisungen – Hilfe oder Hindernis beim Erlernen sportlicher Bewegungen?. Hrsg.: B. Heinz, R. Laging: Bewegungslernen in Erziehung und Bildung. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 104. Hamburg, Czwalina, 1999 S.107-119
- Groeben, N. 1986: Handeln, Tun, Verhalten als Einheiten einer verstehend-erklärenden Psychologie. Tübingen, Francke, 1986
- Groeben, N., D. Wahl, J. Schlee, B. Scheele 1988: Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Theorie des reflexiven Subjekts. Tübingen, A. Francke, 1988
- Grüsser, O.-J. 1986: Interaction of efferent and afferent signals in visual perception. A history of ideas and experimental paradigms. *acta psychologica*. Band 63. 1986, S.3-21
- Grüsser, O.-J. 1986: Some recent studies on the quantitative analysis of efference copy mechanisms in visual perception. *acta psychologica*. Band 63. 1986, S.49-62
- Hanisch, Ch., J. Konczak, Chr. Dohle 2001: The effect of the Ebbinghaus illusion on grasping behaviour of children. *Experimental Brain Research*. Band 137. 2001, S.237-245
- Heidegger, M. 1990: Identität und Differenz. 9. Auflage Pfullingen, Neske, 1990
- Hellbrück, J. 1993: Hören. Physiologie, Psychologie und Pathologie. Göttingen, Hogrefe, 1993
- Hildenbrandt, E. 1973: Sprache und Bewegung. 1973, 3, S.63-69
- Hildenbrandt, E. 1976: Bewegung und Sprache. Hrsg.: E. Hahn, W. Preising: Die menschliche Bewegung. Schorndorf, Hofmann, 1976 S.168-182
- Hoffmann, J. 1993: Vorhersage und Erkenntnis. Göttingen (u.a.), Hogrefe, 1993
- Holst, E. von; H. Mittelstaedt 1950: Das Reafferenzprinzip. Wechselwirkungen zwischen Zentralnervensystem und Peripherie. *Die Naturwissenschaften*. Band 37. 1950, 29, S.464-476

- Hommel, B., J. Müsseler, G. Aschersleben, W. Prinz 2001: The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. Hrsg.: 2001: Behavioral and brain sciences. Band 24. S.849-937
- Hommel, B., J. Stränger 1994: Wahrnehmung von Bewegung und Handlung. Hrsg.: W. Prinz, B. Bridgeman: Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Bd. 1: Wahrnehmung. Göttingen, Hogrefe, 1994 S.528-603
- Hossner, E.-J. 2001: Sportmotorik zwischen neuronalen Aktivitäten, kognitiven Funktionen und phänomenalem Erleben. Zeitschrift für Sportpsychologie. psychologie und sport. 2001, 4, S.139-148
- Hossner, E.-J., S. Künzell 2003: Motorisches Lernen. Hrsg.: K.-H. Mechling, J. Munzert: Handbuch der Bewegungswissenschaft – Bewegungslehre. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport. Band 141. Schorndorf, Hofmann, 2003 S.131-150
- James, W. 1890: The principles of psychology. New York, Mac Millan, 1890
- Janssen, J., W. Laatz 1994: Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem. Berlin, Springer-Verlag
- Johnson, M. 1987: The body in the mind. The Bodily Basis of Meaning, Imagination, and Reason. Chicago, The University of Chicago Press
- Jones, M. R 1976: Time, our lost dimension: toward a new theory of perception, attention, and memory. Psychological Review. Band 83. 1976, 5, S.323-355
- Jordan, M. I., D.E. Rumelhart 1992: Forward models: Supervised learning with a distal teacher. Cognitive Science. Band 16. 1992, S.307-354
- Jörissen, B. 2000: Identität und Selbst. Systematische, begriffsgeschichtliche und kritische Aspekte. Berlin, Logos, 2000
- Kalveram, K. T. 1998: Wie das Individuum mit seiner Umwelt interagiert. Psychologische, biologische und kybernetische Betrachtungen über die Funktion von Verhalten. Lengerich, Pabst Science Publishers, 1998
- Kalveram, K.-T. 1981: Erwerb sensumotorischer Koordinationen unter störenden Umwelteinflüssen: Ein Beitrag zum Problem des Erlernens von Werkzeuggebrauch. Hrsg.: L. Tent: Erkennen – Wollen – Handeln. Beiträge zur Allgemeinen und Angewandten Psychologie. Festschrift für Heinrich Düker zum 80. Geburtstag. Göttingen, Hogrefe, 1981 S.336-348
- Kaminski, G. 1972: Bewegung – von außen und von innen gesehen. Sportwissenschaft. Band 2. 1972, 1, S.51-63
- Kaminski, G. 1981: Überlegungen zur Funktion von Handlungstheorien in der Psychologie. Hrsg.: H. Lenk: Handlungstheorien - interdisziplinär. Band 3. 1, München, Fink, 1981 S.93-121
- Kandel, E. R., J.H. Schwartz, T.M. Jessell 1996: Neurowissenschaften. Eine Einführung. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 1996
- Kerzel, D. 2002: „Representational Momentum“: Wahrnehmung oder Kognition?. Psychologische Rundschau. Band 53. 2002, 3, S.101-108
- Klages, L. 1937: Der Geist als Widersacher der Seele. Band 1. Leipzig, 1937
- Klemm, O. 1930: Gedanken über Leibesübungen. Hrsg.: F. Krueger, O. Klemm: Neue Psychologische Studien 5. Angewandte Psychologie. München, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1930 S.145-167
- Klemm, O. 1938: Zwölf Leitsätze zu einer Psychologie der Leibesübungen. Hrsg.: F. Krueger, F., O. Klemm: Neue Psychologische Studien 9. Motorik. München, C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1938 S.384-398
- Knuf, L., G. Aschersleben, W. Prinz 2001: An analysis of ideomotor action. Journal of Experimental Psychology: General. Band 130. 2001, 4, S.779-798
- Kohl, K. 1956: Zum Problem der Sensumotorik. Frankfurt am Main., Kramer, 1965

- Kollmeier, B. 2004: V. Psychophysik des normalen und gestörten Gehörs., [http://medi.uni-oldenburg.de/download/docs/lehre/kollm\\_audiologie/audiol5.pdf](http://medi.uni-oldenburg.de/download/docs/lehre/kollm_audiologie/audiol5.pdf) Zugriff am: 20. 8. 2004, 14:27. 2004, S.121-152
- Konczak, J. 1996: Benutzt das Gehirn „Motorische Programme“ zur Steuerung von Bewegung? Hrsg.: R. Daus: Band 73. Hamburg, Czwalina, 1996 S.37-51
- Konczak, J. 2003: Neurophysiologische Grundlagen der Motorik.. Hrsg.: H. Mechling, J. Munzert: Handbuch Bewegungswissenschaft - Bewegungslehre. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport. Band 141. Schorndorf, Hofmann, 2003, S.81-104
- Krampe, R. Th., R. Engbert, R. Kliegl 2002: Representational models and nonlinear dynamics: irreconcilable approaches to human movement timing and coordination or two sides of the same coin? Introduction to the special issue on movement timing and coordination. *Brain and cognition*. Band 48. 2002, S.1-6
- Krüger, F., O. Klemm 1933-1938: Neue Psychologische Studien 9. Motorik, H. 1/2 (1933), H.3 (1936), H.4 (1938). München, 1933
- Kugler, P. N., M.T. Turvey 1987: Information, Natural law and the Self-assembly of rhythmic-movement. Hillsdale
- Kunath, P., R. Pöhlmann 1983: : Handlungs- und persönlichkeits-theoretische Erforschung und Abbildung des motorischen Lernprozesses. Hrsg.: H. Rieder u.a.: Motorik und Bewegungsforschung. Ein Beitrag zum Lernen im Sport. Schorndorf, Hofmann, 1983, S.43-164
- Künzell, S. 2003: Die Bedeutung der Efferenzkopie für das motorische Lernen. Berlin, [dissertation.de](http://dissertation.de) – Verlag im Internet GmbH, 2003
- Lakoff, G., M. Johnson 1998: Leben in Metaphern. Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern. Heidelberg, Carl-Auer-Systeme, 1998
- Leist, K.-H. 1969: Kybernetische Perspektiven in der Leibeserziehung. *Leibesübung*. 6, S.3-8
- Leist, K.-H. 1978: Transfer im Sport. Zur Analyse von Bewegungshandeln und –lernen sowie zur Konstruktion von Lernangeboten. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport. Band 72. Schorndorf, Hofmann, 1978
- Leist, K.-H. 1987: Analysieren sportlicher Bewegungstätigkeiten, Lehr- und Lernzielsetzungen und praktische Entwürfe aus der Sicht eines handlungstheoretischen Ansatzes – Eine Standortskizze. Hrsg.: D. Peper: Symposium zum Andenken an den Sportpädagogen J. N. Schmitz. Schorndorf, Hofmann, 1987, S.165-190
- Leist, K.-H. 1993: Lernfeld Sport. Perspektiven der Bewegungskultur.. Reinbek bei Hamburg., Rowohlt, 1993
- Leist, K.-H., J. Loibl 1983: Praxisrelevante Grundlagenaspekte der Bewegungswahrnehmung aus der Sicht der sportwissenschaftlichen Bewegungslehre. Hrsg.: H. Rieder, K. Bös, H. Mechling, K. Reischle: Motorik und Bewegungsforschung.. Schorndorf, Hofmann, 1983, S.260-264
- Leist, K.-H., J. Loibl 1984: Aufbau und Bedeutung kognitiver Repräsentationen für das motorische Lernen im Sportunterricht. Hrsg.: D. Hackfort: Handeln im Sportunterricht. Köln, bsp, 1984, S.265-300
- Leontjew, A. N. 1973: Probleme der Entwicklung des Psychischen.. Berlin, Volk und Wissen, 1973
- Leontjew, A. N. 1982: Tätigkeit, Bewusstsein, Persönlichkeit.. Berlin, Volk und Wissen, 1982
- Leontjew, A. N. 1984: Grundlagen einer Theorie der sprachlichen Tätigkeit.. Berlin, Akademie-Verlag
- Libet, B. 1982: Brain stimulation in the study of neuronal functions for conscious sensory experiences. *Orig. Human Neurobiology*. 1982, 1, 235-242. Hrsg.: B. Libet: *Neurophysiology of Consciousness. Selected Papers and New Essays by Benjamin Libet*. Boston, Birkhäuser, 1985, S.221-228



- Libet, B. 1985: Unconscious cerebral initiative and the role of conscious will in voluntary action. Orig. in: The behavioral and brain sciences (1985), 8, 529-566. Hrsg.: B. Libet: Neurophysiology of Consciousness. Selected Papers and New Essays by Benjamin Libet. Boston, Birkhäuser, 1985 S.269-279
- Libet, B. 2004a: Mind time. The temporal factor in consciousness. Cambridge, Harvard University Press, 2004
- Libet, B. 2004b: Haben wir einen freien Willen? Hrsg.: Chr. Geyer: Hirnforschung und Willensfreiheit. Zur Deutung der neuesten Experimente. Frankfurt am Main, edition suhrkamp 2387, Suhrkamp, 2004
- Libet, B. 2005: Die Libet-Experimente. <http://www.philosophieverstaendlich.de/freiheit/aktuell/libet.html> Zugriff am: 21. 6. 2005 10:59
- Lippens, V. 1992: Die Innensicht beim motorischen Lernen. Untersuchungen zur Veränderung der subjektiven Theorien bei Lern- und Optimierungsprozessen am Beispiel des Ruderns. Köln, Strauß, 1992
- Lippens, V. 1997: Auf dem Weg zu einer pädagogischen Bewegungslehre. Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Band 4. Sport und Buch, Strauß, 1997
- Lippens, V. 2003: Subjektives Empfinden und objektives Messen in Lern- und Optimierungsprozessen.. Hrsg.: H. Mechling, J. Munzert: Handbuch der Bewegungswissenschaft – Bewegungslehre. Schorndorf, Hofmann, 2003, S.295-311
- Löbner, S. 2003: Semantik: eine Einführung. Berlin, De Gruyter, 2003
- Logothetis, N. K. 2000: Das Sehen. Ein Fenster zum Bewusstsein. Spektrum der Wissenschaft. 2000, 1, S.36-43
- Loibl, J. 1990: Den Blick lenken, um zu sehen. Sportpädagogik. Band 14. 1990, 1, S.21-29
- Loibl, J. 1993: Probleme linearer Reiz- und Informationsverarbeitungsmodelle von Wahrnehmung. Hrsg.: J. Dieckert, U. Petersen, B. Rigauer, B. Schmücker: Sportwissenschaft im Dialog, Bewegung-Freizeit-Gesundheit. Aachen., Meyer und Meyer-Verlag., 1993, S.68-72
- Loosch, E. 1999: Allgemeine Bewegungslehre. Frankfurt, UTB, 1999
- Loosch, E. 2002: Bewegung und Variabilität.. Hrsg.: K. Moegling: : Integrative Bewegungslehre, Teil III. Lernen und Lehren von Bewegungen. Reihe Bewegungslehre und Bewegungsforschung. Band 15. Immenhausen bei Kassel, Prolog, 2002, S.228-253
- Loosch, E. 2004a: Neurophysiologische Prozesse und therapeutische Interventionen bei Musikern mit fokaler Dystonie.. Hrsg.: A. Hökelmann, D. Lühnenschloß, B. Dierks, P. Blaser: Sporttheorie trifft Praxis. Aktuelle bewegungs- und trainingswissenschaftliche Facetten sportlicher Bewegungen. Hamburg, Kovač, 2004, S.3-11
- Loosch, E. 2004b: Widersprüche und Paradoxien in der Bewegungsforschung: Dilemma und Chance für den Erkenntnisfortschritt. Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge. Band XLV. 2004, *Heft 2*, S.1-21
- Loosch, E. 2005: Besonderheiten und Paradoxien der Bewegungsregulation beim Musizieren. Hrsg.: M. Steffen-Wittek, E. Lange: Musik ist Bewegung ist Musik. Dokumentation zum Rhythmiksymposium. 2005, S.47-57
- Lotze, R.H. 1852: Medicinische Psychologie oder die Physiologie der Seele. Leipzig, 1852
- Lurija, A. 1969: Die Entwicklung der Sprache und die Entstehung psychischer Prozesse.. Hrsg.: H. Hiebsch: Ergebnisse der sowjetischen Psychologie. Stuttgart, Klett, 1969, S.565-546
- Lurija, A. 1982: Sprache und Bewusstsein. Berlin, Volk und Wissen, 1982
- Mach, E. 1886: Die Analyse der Empfindungen und das Verhältnis des Physischen zum Psychischen. 9. Auflage Jena, Fischer, 1922

- Mader, A. 2002: Die Zeit im Sport – Die Geburt und die Herrschaft eines Prinzips im Hochleistungssport, in den Sportwissenschaften und in der Gesellschaft aus Sicht der eigenen überschaubaren Zeit.. Hrsg.: B. Ransch-Trill: Zeit und Geschwindigkeit. Sportliches Erleben in beschleunigten Prozessen. Brennpunkte der Sportwissenschaft, Band 24. Sankt Augustin, Academia, 2002 S.47-99
- Mates, J., G. Aschersleben 2000: Sensorimotor synchronisation: the impact of temporally displaced auditory feedback. *acta psychological*. Band 104. 2000, S.29-44
- Mates, J., T. Radil, U. Müller, E. Pöppel 1994: Temporal integration in sensorimotor synchronization. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 1994, 6, S.332-340
- Mattes, S. 1998: Die Wirkung gerichteter Aufmerksamkeit auf die wahrgenommene Dauer kurzer Intervalle. *Psychologische Forschungsergebnisse*. Band 34, Hamburg, Kovač, 1998
- Maurus, P. 1996: Vergleichende Untersuchung zu metaphorischen Instruktionen beim Bewegungslernen.. Band 2. Sankt Augustin, Academia Hochschulschriften Sportwissenschaft, 1996
- Meinel, K. 1960: Bewegungslehre. Berlin, Volk und Wissen, 1960
- Meinel, K., G. Schnabel 1987: Bewegungslehre – Sportmotorik.. Berlin, Volk und Wissen, 1987
- Meinel, K., G. Schnabel 1998: Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt.. Berlin, Sportverlag, 1998
- Merleau-Ponty, M. 1974: Phänomenologie der Wahrnehmung. Berlin, De Gruyter, 1974
- Metzger, W. 1975: Gesetze des Sehens. 3. Auflage Frankfurt am Main, Kramer, 1953
- Metzger, W. 1986: Hrsg.: M. Stadler, H. Crabus.: Gestaltpsychologie. Ausgewählte Werke aus den Jahren 1950 bis 1982. Frankfurt am Main, Cramer, 1986
- Metzinger, T. 1995: Hrsg.: T. Metzinger: Bewusstsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie.. Paderborn, 1995
- Metzinger, T. 1996: Bewusstsein: Beiträge aus der Gegenwartsphilosophie.. 3. erw. Auflage Paderborn, Schöningh, 1996
- Metzinger, T. 1998: Anthropologie und Kognitionswissenschaft. Hrsg.: P. Gold, A.K. Engel: Der Mensch in der Perspektive der Kognitionswissenschaft. Frankfurt am Main., Suhrkamp, 1998 S.326-372
- Metzinger, T. 1999(: Subjekt und Selbstmodell: die Perspektivität phänomenalen Bewusstseins vor dem Hintergrund einer naturalistischen Theorie mentaler Repräsentation. 1. Auflage Paderborn, mentis, 1993
- Miedreich, F. 2000: Zeitliche Steuerung von Handlungen. Empirischer Test des Wing-Kristofferson Modells. Aachen, Shaker Verlag., 2000
- Miller, G. A., E. Galanter, K.H. Pribram 1973: Strategien des Handelns. Pläne und Strukturen des Verhaltens. Stuttgart, Klett, 1973
- Milner, A. D. 1998: Comparative Neuropsychology. Oxford, Oxford University Press, 1998
- Milner, A. D., H.Ch. Dijkerman 1998: Visual processing in the primate lobe. Hrsg.: A.D. Milner: Comparative Neuropsychology. Oxford, Oxford University Press, 1998, S.70-94
- Milner, A. D., M.A. Goodale 1995: The visual brain in action. Oxford, Oxford University Press, 1995
- Morton, J., S. Marcus, C. Frankish 1975: Perceptual Centers (P-centers). *Psychological Review*. Band 83. 1975, 5, S.405-408
- Müller, A.M.K. 1986: Zeit und Evolution.. Hrsg.: G. Altner: Die Welt als offenes System. Frankfurt, Fischer, 1986
- Müller, K. 2000: Neurophysiologische Methoden zur Analyse zeitlicher Steuerungsmechanismen im Gehirn.. Hrsg.: K. Müller, G. Aschersleben: Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch. Bern, Huber, 2000 S.293-310

- Müller, K., G. Aschersleben, R. Koch, H.-J. Freud, W. Prinz 1999: Action timing in an isochronous tapping task. Hrsg.: G. Aschersleben, T. Bachmann, J. Müsseler: Cognitive Contributions to the perception of spatial and temporal events.. Amsterdam, Elsevier, 1999, S.233-250
- Munzert, J. 1989: Flexibilität des Handelns. Theoretische Überlegungen und experimentelle Untersuchungen zum Konzept des Motorikschemas.. Köln, bps-Verlag, 1989
- Munzert, J. 1997: Sprache und Bewegungsorganisation. Untersuchungen zur Selbstinstruktion beim Bewegungslernen. Schorndorf, Hofmann, 1997
- Munzert, J. 2003: Antizipation. Hrsg.: P. Röthig, R. Prohl (Leitung), K. Carl, D. Kayser, M. Krüger, V. Scheid: Sportwissenschaftliches Lexikon. 7. Auflage Schorndorf, Hofmann, 2003, S.45
- Müsseler, J. 1999: How independent from action control is perception? An event-coding account for more equally-ranked crosstalks.. Hrsg.: G. Aschersleben, T. Bachmann, J. Müsseler: Cognitive contributions to the perception of spatial and temporal events. Advances in psychology 129. Ed. G. E. Stelmach. Amsterdam, Elsevier Science B.V., 1999 S.121-147
- Nachtigall, Chr., M. Wirtz 2002: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Interferenzstatistik. Statistische Methoden für Psychologen Teil 2. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage Weinheim und München, Juventa, 1998
- Nagel, T. 1974: What is it like to be a bat? Philosophical Review. Band 83. 1974, S.435-450
- Nagel, T. 1991: Die Grenzen der Objektivität. Philosophische Vorlesungen. Stuttgart, Reclam, 1991
- Neumann, O. 1996: Kognition und Sensumotorik.. Hrsg.: R. Daus: Kognition und Motorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft,. Band 73. Hamburg, Czwalina, 1996, S.53-68
- Neumann, O., U. Ansorge, W. Klotz 1998: Funktionsdifferenzierung im visuellen Kortex: Grundlage für motorische Aktivierung durch nicht bewusst wahrgenommene Reize? Psychologische Rundschau. Band 49. 1998, 4, S.185-196
- Neumann, O., W. Prinz 1990: Historical approaches to perception and action. Hrsg.: O. Neumann, W. Prinz: Relationships between perception and action. Current approaches. Berlin, Heidelberg, Springer, 1990, S.5-19
- Neumann, O., W.Prinz 1990: Introduction.. Hrsg.: O. Neumann, W. Prinz: Relationships between perception and action. Current approaches. Berlin, Heidelberg, Springer, 1990, S.1-4
- Newen, A., K. Vogeley 2000: Selbst und Gehirn. Menschliches Selbstbewusstsein und seine neurobiologischen Grundlagen. Paderborn, Mentis, 2000
- Nitsch, J.R. 1975: Sportliches Handeln als Handlungsmodell. Sportwissenschaft. Band 5. 1975, 1, S.39-55
- Nitsch, J.R. 1986: Zur handlungstheoretischen Grundlegung der Sportpsychologie. Hrsg.: H. Gabler, J.R. Nitsch, R. Singer: Einführung in die Sportpsychologie. Teil 1: Grundthemen.. Band 2. Schorndorf, Hofmann, 1986, S.188-270
- Nitsch, J.R. 1996: Intention und Handlungsregulation. Hrsg.: R. Daus: Kognition und Motorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 73. Hamburg, Czwalina, 1996 S.69-86
- Nitsch, J.R. 2004: Die handlungstheoretische Perspektive: ein Rahmenkonzept für die sportpsychologische Forschung und Intervention. Zeitschrift für Sportpsychologie. Band 11. 2004, 1, S.10-23
- Nitsch, J.R., D. Hackfort 1981: Stress in Schule und Hochschule – eine handlungspsychologische Funktionsanalyse. Hrsg.: J.R. Nitsch: Stress. Bern, Huber, 1981, S.263-311

- Nitsch, J.R., J. Munzert 1997: Handlungstheoretische Aspekte des Techniktrainings – Ansätze zu einem integrativen Modell.. Techniktraining. Beiträge zu einem interdisziplinären Ansatz. Schorndorf, Hofmann, 1997 S.109-172
- Norman, J. 2002: Two visual systems and two theories of perception: an attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches. Behavioral and brain sciences. Band 25. 2002, S.73-144
- O'Boyle, D.J. 1997: On the human neuropsychology of timing of simple, repetitive movements. Hrsg.: C.M. Bradshaw, E. Szabadi: Time and Behavior: Psychological and neurobehavioral analyses. Amsterdam, Elsevier Science B.V., 1997, S.459-515
- Oesterreich, R. 1981: Handlungsregulation und Kontrolle. München, Urban, 1981
- Olah, N.B.M. 2001: Das Reafferenzprinzip als Kompensationsstrategie in der Kybernetik. Diss. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät, 2001
- Pauen, M. 2001: Das Rätsel des Bewusstseins. Eine Erklärungsstrategie. 2. unveränderte Auflage Paderborn, mentis, 2001
- Pauen, M. 2001: Grundprobleme der Philosophie des Geistes. Hrsg.: M. Pauen, G. Roth: Neurowissenschaften und Philosophie. München, Fink, 2001 S.83-122
- Perrig, W.J. 2001: Bewusst und unbewusst Psychisches in der experimentellen Psychologie. Eine Standortbestimmung. Zeitschrift für Sportpsychologie. psychologie und sport. 2001, 4, S.124-138
- Perrig, W.J., W. Wippich, P. Perrig-Chiello 1993: Unbewusste Informationsverarbeitung. Bern, Huber, 1993
- Pinkal, M. 1985: Logik und Lexikon – Die Semantik des Unbestimmten. Berlin, New York, de Gruyter, 1985
- Plessner, H. 1975: Die Stufen des Organischen und der Mensch. Einleitung in die Philosophische Anthropologie. Berlin (u.a.), De Gruyter, 1975
- Pöhlmann, R. 1986: Motorisches Lernen. Psychomotorische Grundlagen der Handlungsregulation sowie Prozessgestaltung im Sport.. Berlin, Sportverlag,, 1986
- Pöhlmann, R. 1993: Das Problem der Automatisierung aus handlungstheoretischer Sicht.. Hrsg.: R. Dauter, K. Blischke: Aufmerksamkeit und Automatisierung in der Sportmotorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 49. Sankt Augustin, Academia, 1993 S.148-166
- Pöhlmann, R. 1994: Motorik ist mehr als Bewegung – die tätigkeitskonzeptionellen Grundlagen. Kapitel II. Hrsg.: P. Hirtz, G. Kirchner, R. Pöhlmann: Sportmotorik. Grundlagen, Anwendungen und Grenzgebiete. Kassel, Gesamthochschule, 1994, S.33-54
- Pöppel, E. 1987: Grenzen des Bewusstseins. Über Wirklichkeit und Welterfahrung.. München, dtv, 1987
- Pöppel, E. 1989: Eine neuropsychologische Definition des Zustands „bewusst“. Hrsg.: E. Pöppel: Gehirn und Bewusstsein. Weinheim, VCH, 1989
- Pöppel, E. 1994: Orientierung in Raum und Zeit. Hrsg.: W. Schiefenhövel, Chr. Vogel, G. Vollmer, U. Opolka: Gemachte und gedachte Welten. Der Mensch und sein Ideen. Beiträge aus dem Funkkolleg „Der Mensch - Anthropologie heute“. Stuttgart, Thieme Hippokrates Enke, 1994, S.71-93
- Prinz, W. 1983: Wahrnehmung und Tätigkeitssteuerung.. Heidelberg, Springer, 1983
- Prinz, W. 1985: Ideomotorik und Isomorphie.. Hrsg.: O. Neumann: Perspektiven der Kognitionspsychologie. Berlin, Springer, 1985, S.39-62
- Prinz, W. 1990: A common coding approach to perception and action. Hrsg.: O. Neumann, W. Prinz: Relationships between perception and action. Current approaches.. Berlin, Springer, 1990 S.167-201

- Prinz, W. 1998: Die Reaktion als Willenshandlung. Psychologische Rundschau. Band 49. 1998, 1, S.10-20
- Prinz, W. 2000: Kognitionspsychologische Handlungsforschung.. Zeitschrift für Psychologie. Band 208. 2000, S.32-54
- Prinz, W. 2003: Neurons don't represent. Consciousness and Cognition. 2003, 12, S.572-573
- Prinz, W., G. Aschersleben, B. Hommel, S. Vogt 1995: Handlungen als Ereignisse. Das Gedächtnis. Probleme-Trends-Perspektiven. Göttingen, Hogrefe, 1995 S.129-168
- Prohl, R. 1991: Sportwissenschaft und Sportpädagogik. Schorndorf, Hofmann, 1991
- Prohl, R. 1991: Verstehensdefizite sportwissenschaftlicher Bewegungstheorien - ein anthropologischer Aufriss. Sportwissenschaft. Band 21. 1991, S.368-383
- Prohl, R. 1994: „Verstehen“ als Aufgabe der Sportpädagogik – dargestellt am Zusammenhang von „Zeit“ und „Bewegung“. Hrsg.: M. Schierz, A. Hummel, E. Balz: Sportpädagogik. Orientierungen-Leitideen-Konzepte. Sankt Augustin, Academia, 1994 S.109-127
- Prohl, R. 1996: Philosophie der Bewegung. Hrsg.: H. Haag: Sportphilosophie. Schorndorf, Hofmann, 1996 S.93-117
- Prohl, R. 2002: Prinzipien der Gegenstandskonstitution sportpädagogischer Bewegungsforschung.. Hrsg.: G. Friedrich: Sportpädagogische Forschung. Konzepte – Ergebnisse – Perspektiven. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 126. Hamburg, Czwalina, 2002 S.131-137
- Prohl, R., J. Seewald 1995: Bewegung verstehen. Facetten und Perspektiven einer qualitativen Bewegungslehre. Schorndorf, Hofmann, 1995
- Raiser, K. 1971: Identität und Sozialität. George H. Meads Theorie der Interaktion und ihre Bedeutung für die theologische Anthropologie. München, Kaiser, 1971
- Rammsayer, Th. 1992: Die Wahrnehmung kurzer Zeitdauern. Allgemeinpsychologische und psychobiologische Ergebnisse zur Zeitdauerndiskrimination im Millisekundenbereich. Münster/New York, Waxmann, 1992
- Repp, B.H. 1996: The art of inaccuracy: Why pianists' errors are difficult to hear. Music perception. Band 14. 1996, 2, S.161-184
- Repp, B.H. 1999: Control of expressive and metronomic timing in pianists. Journal of Motor Behavior. Band 31. 1999, 2, S.145-164
- Repp, B.H. 2000: Compensation for subliminal timing perturbations in perceptual-motor synchronization. Psychological Research. Band 63. 2000, S.106-128
- Repp, B.H. 2001: Phase correction, phase resetting, and phase shifts after subliminal timing perturbations in sensorimotor synchronization. Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance. Band 27. 2001, 3, S.600-621
- Repp, B.H. 2002: Automaticity and voluntary control of phase correction following event onset shift in sensorimotor synchronization. Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance. Band 28. 2002, 2, S.410-430
- Repp, B.H. 2002: Phase correction following a perturbation in sensorimotor synchronization depends on sensory information. Journal of Motor Behaviour. Band 34. 2002, 3, S.291-298
- Repp, B.H. 2003: Phase attraction in sensorimotor synchronization with auditory sequences: effects of single and periodic distractors on synchronization accuracy. Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance. Band 29. 2003, 2, S.290-309
- Repp, B.H., A. Penel 2002: Auditory dominance in temporal processing: new evidence from synchronization with simultaneous visual and auditory sequences. Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance. Band 28. 2002, 5, S.1085-1099
- Roth, G. 2002: Fühlen, Denken, Handeln. Frankfurt a. M, Suhrkamp, 2002

- Rubinstein, S.L. 1959: Grundlagen der allgemeinen Psychologie. Berlin, Volk und Wissen, 1984
- Rubinstein, S.L. 1962: Sein und Bewusstsein. Die Stellung des Psychischen im allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen in der materiellen Welt. Berlin, Akademie-Verlag, 1962
- Rubinstein, S.L. 1963: Prinzipien und Wege der Entwicklung der Psychologie. Berlin, Akademie-Verlag, 1963
- Salthouse, T.A. 1984: Effects of age and skill in typing. *Journal of Experimental Psychology: General*. Band 113. 1984, 3, S.345-371
- Schaller, H.-J. 1993: Motorisches Lernen unter dem Einfluss der Kenntnis mechanischer Prinzipien. *Sportwissenschaft*. Band 23. 1993, S.187-196
- Scherer, H.-G. 1990: Hrsg.: E. Rümmele: Schilaufl mit blinden Schülern. Konstruktion und Evaluation eines Lernangebots. *Beiträge zur Sportwissenschaft*. Band 15. Frankfurt am Main, Deutsch, 1990
- Scherer, H.-G. 1997: Phänomenbezug als Notwendigkeit und Problem einer pädagogischen Bewegungsforschung. Hrsg.: E. Loosch, M. Tamme: Band 79. Hamburg, Czwalina, 1997 S.126-130
- Scherer, H.-G. 2002: Modelle des Bewegungslernens. Hrsg.: K. Moegling: Integrative Bewegungslehre, Teil III. Lernen und Lehren von Bewegungen. Reihe Bewegungslehre und Bewegungsforschung. Band Bd. 15. Immenhausen bei Kassel, Prolog, 2002 S.74-130
- Scherer, H.-G. 2002: Sportpädagogische Bewegungsforschung - zur Einleitung des Arbeitskreises. Hrsg.: G. Friedrich: Sportpädagogische Forschung. Konzepte – Ergebnisse – Perspektiven. *Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft*. Band 126. Hamburg, Czwalina, 2002 S.129-130
- Scherer, H.-G. 2004: Bewegungslernen zwischen Anthropologie und Empirie. Hrsg.: M. Schierz, P. Frei: Sportpädagogisches Wissen. Spezifik-Transfer-Transformation. *Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaften*. Band 141. 2004 S.138-145
- Schick, A. 1997: Auffassungen vom Hören. Ein Blick in die psychologische Hörforschungsgeschichte. Hrsg.: K.-H. Blomann, F. Sielecki: Hören – Eine vernachlässigte Kunst?. Hofheim, Wolke, 1997 S.95-103
- Schick, A. 1997: Entwicklung und Stand der psychoakustischen Forschung. Hrsg.: K.-H. Blomann, F. Sielecki: Hören – Eine vernachlässigte Kunst?. Hofheim, Wolke, 1997 S.47-73
- Schlundt, W., E. Loosch 1996: Zur Wirkung metaphorischer und physikalischer Instruktionen auf das Lernen bei Skianfängern. Hrsg.: R. Daus, K. Blischke, F. Marschall, H. Müller: *Kognition und Motorik*. Hamburg, Czwalina, 1996 S.225-260
- Schmidt, R.A. 1991: *Motor learning and performance*. Champaign, Human Kinetics, 1991
- Schulze, H.-H. 1992: The error correction model for the tracking of a random metronome: statistical properties and an empirical test. Hrsg.: F. Macar, V. Pouthas, W.J. Friedman: *Time, action and cognition. Towards bridging the gap*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1992 S.275-286,
- Schütte, H. 1978: Subjektiv gleichmäßiger Rhythmus: Ein Beitrag zur zeitlichen Wahrnehmung von Schallereignissen. *Acustica*. Band 41. 1978, S.197-206,
- Seiler, R. 1995: *Kognitive Organisation von Bewegungshandlungen*. Sankt Augustin, Academia, 1995
- Semmler, R., E. Loosch, R.A. Schmidt 1993: Does the speed of the feedback frame influence the movement structure? *Sport Kinetics '93*. Poznan, Conference Proceedings, 1993 S.243-247

- Shaffer, L.H. 1976: Intention and Performance. *Psychological Review*. Band 83. 1976, 5, S.375-393,
- Shaffer, L.H. 1980: Analysing piano performance: a study of concert pianists. *Tutorials in motor behaviour*. Amsterdam, North-Holland Publishing Company, G.E. Stelmach, J. Requin S.443-455
- Shaffer, L.H. 1982: *Psychological Review*. Band 89. 1982, 2, S.109-122
- Shim, J., L.G. Carlton, J.W. Chow, W.-S. Chae 2005: The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of motor behaviour*. Band 37. 2005, 2, S.164-175
- Spectral decomposition of variability in synchronization and continuation tapping: comparisons between auditory and visual pacing and feedback conditions. *Human Movement Science*. Band 21. 2002, S.515-532
- Stadler, M., F. Seeger 1981: Hrsg.: . H. Lenk: *Handlungstheorien - interdisziplinär*. Band 3. 1, München, Fink, 1981 S.191-233
- Stevens, L.T. 1886: On the time-sense. *Mind*. Band 11. 1886, S.393-404
- Straus, E. 1935: *Vom Sinn der Sinne*. Berlin, Springer, 1935
- Strohner, H. 1995: *Kognitive Systeme. Eine Einführung in die Kognitionswissenschaft*. Opladen, Westdeutscher Verlag, 1995
- Tamboer, J.W.J. 1991: Relationsmodalitäten statt Leib-Seele-Verhältnisse. *Integrative Therapie*. 1991, 1-2, S.58-84
- Tamboer, J.W.J. 1994: *Philosophie der Bewegungswissenschaften*. Butzbach, Griedel, 1994
- Tamboer, J.W.J. 1997: Die menschliche Bewegung in der Bewegungsforschung – Über den Zusammenhang von Menschenbild, Bewegungsauffassung und Untersuchungsmethoden. Hrsg.: E. Loosch, M. Tamme: *Motorik-Struktur und Funktion*. Band 79. Hamburg, Czwalina, 1997 S.23-37
- Terhardt, E., H. Schütte 1976: Akustische Rhythmus-Wahrnehmung: Subjektive Gleichzeitigkeit. *Acustica*. Band 35. 1976, S.122-126
- Tholey, P. 1980: Erkenntnistheoretische und systemtheoretische Grundlagen der Sensumotorik aus gestalttheoretischer Sicht. *Sportwissenschaft*. Band 10. 1980, 1, S.7-35
- Tholey, P. 1984: Sensumotorisches Lernen als Organisation des Gesamtfelds. Hrsg.: E. Hahn, H. Rieder: *Sensumotorisches Lernen und Sportspielforschung*. Köln, bps, 1984 S.11-26
- Tresilian, J.R. 1994: Approximate information sources and perceptual variables in interceptive timing. *Journal of experimental psychology: Human perception and Performance*. Band 20. 1994, 1, S.154-173
- Tresilian, J.R. 1995: Study of a servo-control strategy for projectile interception. *The quarterly journal of experimental psychology*. Band 48 A. 1995, 3, S.688-715
- Tunmer, W. 1984: Erlebnisintensität und Zeiterleben. *Gestalt Theory*. Band 6. 1984, 2, S.111-117
- Uexküll, J. von 1980: *Kompositionslehre der Natur. Biologie als undogmatische Naturwissenschaft. Ausgewählte Schriften*. Hrsg. von Thure von Uexküll. Frankfurt am Main, Ullstein, 1980
- Vogt, S. 1988: Einige gestaltpsychologische Aspekte der zeitlichen Organisation zyklischer Bewegungsabläufe. IX, *Bremer Beiträge zur Psychologie*, 77, Reihe D, *Forschungsberichte der wissenschaftlichen Einheit „Handlung und Wahrnehmung“*. Bremen, Univ, 1988
- Volger, B. 1990: *Lehren von Bewegungen*. Ahrensburg, Czwalina, 1990
- Volger, B. 1999: Über den Umgang mit Metaphern beim Lehren und Lernen von Bewegungen. Hrsg.: B. Heinz, R. Laging: *Bewegungslernen in Erziehung und Bildung*. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band Bd. 104. Hamburg, Czwalina, 1999 S.121-129

- Volpert, W. 1971: Sensumotorisches Lernen. Frankfurt am Main, Limpert, 1971
- Vorberg, D., A. Wing 1994: Modelle für Variabilität und Abhängigkeit bei der zeitlichen Steuerung. Hrsg.: H. Heuer, S.W. Keele: Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band 3: Psychomotorik. Göttingen, Hogrefe, 1994 S.223-320
- Watzlawick, P., P. Krieger 1991: Das Auge des Betrachters. München, Piper, 1991
- Weinberg, P. 1978: Handlungstheorie und Sportwissenschaft. Köln, Pahl-Rugenstein, 1978
- Weizsäcker, V. von 1923: Das Antilogische. Psychologische Forschung. Band 3. 1923, S.295-318
- Weizsäcker, V. von 1973: Der Gestaltkreis. Band Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 18. Stuttgart, Suhrkamp, 1973
- Wertheimer, M. 1925: Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie. Erlangen, Verlag der Philosophischen Akademie Erlangen, 1925
- Westermann, R. 2000: Wissenschaftstheorie und Experimentalmethodik. Ein Lehrbuch zur Psychologischen Methodenlehre. Göttingen, Hogrefe, 2000
- Widmaier, H. 1987: Hrsg.: H. Altenberger, E. Rümmele.: Situative Antizipation im Sportspiel. Beiträge zur Sportwissenschaft. Band Bd. 5. Frankfurt am Main, Deutsch, 1987
- Wiesendanger, M. 1998: Bernstein's principle of equal simplicity and related concepts. Hrsg.: M.L. Latash: Progress in motor control. Bernstein's traditions in movement studies. Champaign, Human kinetics. Pennsylvania State University, 1998 S.105-125
- Windmann, S., D. Durstewitz 2000: Phänomenales Erleben: Ein fundamentales Problem für die Psychologie und die Neurowissenschaften. Psychologische Rundschau. Band 51. 2000, 2, S.75-82
- Wing, A.M., A.B. Kristofferson 1973: Response delays and the timing of discrete motor responses. Perception and Psychophysics. Band 14. 1973, S.5-12
- Wing, A.M., A.B. Kristofferson 1973: The timing of interresponse intervals. Perception and Psychophysics. Band 13. 1973, S.455-460
- Wohl, A. 1973: Die Selbststeuerung des menschlichen Bewegungssystems in informationstheoretischer Sicht. Sportwissenschaft. Band 3. 1973, 2, S.109-137
- Wohl, A. 1977: Bewegung und Sprache. Probleme zur Theorie der Motorik des Menschen. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Sportwissenschaft. Band 8. Schorndorf, Hofmann, 1977
- Wulf, G., C. Weigelt 1996: Instruktion oder "Intuition" beim Bewegungslernen. Hrsg.: J.R. Nitsch, H. Allmer: Handeln im Sport. Zwischen Rationalität und Intuition. Köln, Bps, 1996 S.77-84
- Wulf, G., N. McConnel, M. Gärtner, A. Schwarz 2002: Enhancing the Learning of Sport Skills Through External-Focus Feedback. Journal of Motor Behaviour. Band 34. 2002, 2, S.171-182
- Wulf, G., R.A. Schmidt, H. Deubel 1993: Zum Einfluss der Feedback-Häufigkeit auf das Erlernen von generalisierten motorischen Programmen und Bewegungsparametern. Hrsg.: R. Dauter, K. Blischke: Aufmerksamkeit und Automatisierung in der Sportmotorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Band 49. Sankt Augustin, Academia, 1993 S.248-253
- Wulf, G., W. Prinz 2000: Bewegungslernen und Instruktion. Sportwissenschaft. Band 30. 2000, 3, S.289-297
- Zwicker, E. 1969/70: Subjektive und objektive Dauer von Schallimpulsen und Schallpausen. Acustica. Band 22. 1969/70, S.214-218
- Zwicker, E. 1982: Psychoakustik. Berlin, Springer, 1982
- Zwicker, E., H. Fastl 1990: Psychoacoustics. Facts and models. Berlin, Springer, 1990



## Anhang

### Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Darstellung des Phänomens der negativen Asynchronie im Modell.....	16
Abb. 2: Common-Coding-Modell (Prinz 1990).....	22
Abb. 3: Triadische Phasenstruktur der Handlung (aus: Nitsch 1986, 230; Nitsch und Munzert 1997, 124) .....	30
Abb. 4: Die Einheit von Wahrnehmung und Bewegung im Gestaltkreis (nach von Weizsäcker 1973, 200) .....	32
Abb. 5: Grenzen zwischen Gleichzeitigkeit und Ungleichzeitigkeit. Modell von Pöppel (1994, 74).....	36
Abb. 6: Zusammenhang zwischen rhythmischem Empfinden und Erregungspegel-Zeitmuster (Zwicker 1982, 151) .....	40
Abb. 7: Struktur eines hypothetischen Lernmechanismus zum Aufbau von verhaltenssteuernden Antizipationen (Hoffmann 1993, 44).....	43
Abb. 8: Modell von Libet (2005).....	44
Abb. 9: Unterbrechung des Bereitschaftspotentials 100 ms vor Beginn der geplanten Handlungsausführung (Libet 2005) .....	44
Abb. 10: Die Hexenschaukel. a) die wirkliche Bewegung (obere Reihe), b) die scheinbare Bewegung (untere Reihe)(aus: Metzger 1975, 618) .....	47
Abb. 11: Das Reafferenzprinzip nach von Holst und Mittelstaedt (1950, 467). EFF = Effektor, $Z_1$ - $Z_n$ = ein bis mehrere übergeordnete Zentren, K = Kommando, E = efferente Impulsfolge, EK = Efferenzkopie, E = Efferenzstrom, A = Reafferenz, M = Meldung .....	51
Abb. 12: Exemplarische Darstellung eines Durchgangs einer Vp im Experiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“. Die gestrichelte Linie stellt den Tap der Vp dar, die durchgezogene Linie den Click des Metronoms. Dargestellt sind sowohl positive als auch negative Asynchronien.....	69
Abb. 13: Darstellung der subjektiven Bewertungen der 7 Vpn anhand der insgesamt erzielten 35 Geräuschpaare im Versuch „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ und derselben nochmals zu beurteilenden 35 Geräuschpaare im Versuch „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“ .....	71
Abb. 14: Darstellung der Mittelwerte der subjektiven Bewertungen „Wahrnehmung innerhalb und außerhalb des Handelns“ anhand der Mittelwerte der Geräuschpaare aus 5 Durchgängen pro Vpn.....	72
Abb. 15: Darstellung der Mittelwerte der Bewertung der Vpn bezüglich ihrer subjektiven Wahrnehmung innerhalb des Handelns ( $M=1,48$ ; $SD=,380$ ) und außerhalb des Handelns ( $M=2,11$ ; $SD=,323$ ).....	73
Abb. 16: Subjektiver Eindruck von Gleichzeitigkeit der Vp während der Handlungsausführung entspricht der physikalischen Gleichzeitigkeit .....	75
Abb. 17: Boxplots über die Mittelwerte von 8 Vpn bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ ( $M = -23,54$ ms; $SD = 12,96$ ) und „identisch sein“ ( $M = -10,21$ ; $SD = 17,85$ ).....	78
Abb. 18: Mittelwertangabe für die Auswertung von 8 Vpn. Mit der Instruktion „gleichzeitig sein“ konnte eine mittlere Asynchronie von -23,54 ms erzielt werden, während mit der Instruktion „identisch sein“ eine mittlere Asynchronie von -10,21 ms erreicht wurde..	79
Abb. 19: Darstellung der Reaktion auf die Instruktionen von 8 Vpn anhand der Mittelwerte von 20 Geräuschpaaren in diesem Experiment .....	81
Abb. 20: Modifiziertes Modell des Reafferenzprinzips nach von Holst und Mittelstaedt (1950) .....	89
Abb. 21: Modell der Verarbeitung der Eigenwahrnehmung .....	90

### Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Bewertungsskala für den subjektiven Eindruck „Gleichzeitigkeit“ des erzeugten Geräuschpaares. Die Tabelle gilt für beide Instruktionen. Sehr gut = gleichzeitig (1); gut = fast gleichzeitig (2); schlecht = ungleichzeitig (3).....	69
Tab. 2: Mittelwerte in ms von 7 Vpn in Experiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (WiH).....	70
Tab. 3: Bewertung der Geräuschpaare. 7 Vpn in Studie „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“ (WiH). 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig).....	70
Tab. 4: Bewertung der Geräuschpaare. 7 Vpn im Experiment „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“ (WaH). 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig).....	71
Tab. 5: Tabelle der Mittelwerte in ms der Bewertungen von 7 Vpn. Mittelwerte der Bewertungen WiH und WaH: 1= sehr gut (gleichzeitig); 2= mittel (fast gleichzeitig); 3= schlecht (ungleichzeitig).....	72
Tab. 6: Mittelwerte von 8 Vpn in ms bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“.....	78
Tab. 7: Darstellung der Häufigkeit der Geräuschpaare pro Handlungsbereich bei den Instruktionen „gleichzeitig sein“ und „identisch sein“ n= 8 Geräuschpaare pro Vpn = 20.....	80

## Schriftliche Anweisungen für die Vpn in Untersuchung 1 und 2

### Untersuchung 1:

#### Instruktion zum Experiment „Wahrnehmung innerhalb des Handelns“

„Du erhältst wie im vorangegangenen Versuch eine Castagnette und hast wiederum die Aufgabe, zeitgleich zu dem vorgegebenen „click“ des Metronoms mit der Castagnette zu tappen.

Im Vordergrund steht bei diesem Versuch, deinen subjektiven Eindruck von Gleichzeitigkeit oder Ungleichzeitigkeit zu erfassen. Für das Vorgehen in diesem Versuch bedeutet das, dass du in fünf Durchgängen in einer von dir selbst festgelegten Zeit zum „click“ des Metronoms spielst. Sobald sich dabei für dich das Gefühl der Gleichzeitigkeit einstellt, beendest du dein Castagnettenspiel und trägst deinen Eindruck auf der vorgegebenen Skala ein. Ebenso verfährt du, wenn sich das Gefühl der Ungleichzeitigkeit einstellt.“

#### Instruktion zum Experiment „Wahrnehmung außerhalb des Handelns“

„Du hast in diesem Versuch die Aufgabe, deine soeben eingespielten Geräuschpaare noch einmal auf deine angegebene Gleichzeitigkeit zu überprüfen.

Dir werden von jedem Durchgang die letzten 10 Geräuschpaare vorgespielt, die noch einmal von dir bewertet werden sollen. Deine Bewertung trägst du wieder in die dir vorliegenden Tabelle ein.“

### Untersuchung 2:

#### Instruktion zur Herstellung von Geräuschsynchronität:

„Du erhältst eine Castagnette und hast zunächst Gelegenheit, diese auszuprobieren. Ist dir die Handhabung geläufig, können wir mit dem Versuch beginnen.

Du hast nun die Aufgabe, zu dem zu hörenden „Click“ des Metronoms gleichzeitig mit der Castagnette dazuzuspielen.

Beide Geräusche werden über das vor dir stehende Mikrofon aufgenommen.“

#### Instruktion zur Herstellung von Geräuschidentität:

„Du erhältst wie in den vorangegangenen Versuchen eine Castagnette und für diesen Versuch eine Anweisung.

Nimm dir nun vor, dass dein Castagnettentap mit dem Click des Metronoms verschmilzt oder du mit dem Metronomschlag identisch bist.“

#### Ausschnitte aus den Interviews:

Vp1:

VL: O.k. Und wie war das so vom Spielen, also, hat sich da auch so ne Gefühlsqualität mit eingestellt, also gleichzeitig waren, wie schwer oder unangenehm oder umgekehrt?

Vp 1: Ja. Ähm. Also ich muss Sagen, das Folgen fand ich leichter als das Vorgeben vom Takt. Ähm, gefühlsmäßig war jetzt nicht so viel da, also es kam dann mit'n Taktgeben, mit der Länge vom von dem Castagnettenspiel kam da nen bisschen Gefühl oder kam Rhythmus, kam Takt so langsam ein, und ja ich hab dann noch probiert auch irgendwann so da Hören oder das, da genaue Hinhören auszuschalten, sondern nur quasi, ähm, den Rhythmus im Körper dann mit der Castagnette zu machen.

VL: Und das mit dem Hören ausschalten, ist das angenehm oder, ähm, ist das irgendwie, kann man das jetzt gar nicht genau benennen, weiß nicht?

VP 1: Ja, es ist ein bisschen Sicherheit verlieren für mich, ähm, und ich hätt's gern noch nen bisschen länger gemacht, denke, dann wär ich auch besser reingekommen. Es war nur so nen bisschen versuchen.

VL: Ist Dir das jetzt grad aufgefallen, hast Du immer Unterschiedliches probiert? Klanglich war klar, das hat man auch gehört und gab's auch so ne zeitliche Komponente, die Du einhalten wolltest, äh, vorgeben oder mitmachen, oder?

VP 1: Mhm. Ähm, ja das war am Anfang, wie gesagt am Anfang war das Zeitliche, ähm, mehr auf das Gerät zu hören, auf das technische Gerät, um dann aber überzugehen quasi auf, ja, auf meinen Takt.

VL: Ja, ja.

VP 1: Und, wie gesagt, das Gerät so nebenbei liegen zu lassen und, ähm, so mehr die automatische Bewegung von meinem Körper ausgehen zu lassen und nicht mehr über das Gerät dann zu hören, sondern einfach vorzugeben von mir selber.

**VP2:**

VL: Gab es einen Unterschied für Dich, indem was Du getan hast, dieses erste Klicken oder das was Du dann getan hast?

VP 2: Na das erste Klicken, dacht ich mir, das ich das nachahme, also das ich versuche, gleichzeitig den Rhythmus zu übernehmen und beim Zweiten wollte ich dann eben meinen Eigenständigen machen.

**VP3:**

VL: Und wie war das so von der Empfindung her. Du hast ja erst mit dem Gleichzeitigen angefangen und dann das Andere gemacht! Welches war Dir angenehmer?

VP 3: Schwere Frage. Ähm... Na wenn man das über einen längeren Zeitraum macht, dann ist bestimmt das Zweite angenehmer. Weil man dann selber variieren kann. Würd ich sagen.

**VP4:**

VL: War das ein Unterschied zu dem, was Du vorher gemacht hast?

VP 4: Na nur das halt ich die Castagnette lauter geschlagen habe.

VL: Und sonst so vom, war das angenehm, unangenehm, hat sich irgendwie anders angefühlt so jetzt vom machen?

VP 4: Na das war jetzt angenehmer.

VL: Das war angenehmer?

VP 4: Mh.

VL: Kannst Du sagen warum?

VP 4: Weils gleichzeitig war und weil's ein gleichzeitiger Rhythmus war.

VL: Das hattest Du vorher nicht so? Den Eindruck?

VP 4: Na ja, da wars auch gleichmäßiger Rhythmus, aber da hab ich ja das beeinflusst, indem ich die Castagnette lauter geschlagen hab.

VL: Ach so. Da warst Du mehr drin? Mehr Du? Oder?

VP 4: Na, da hab ich ja mehr bestimmt.

**VP5:**

VL: Wie war der letzte Versuch?

VP 5: Ja, also ich habe probiert, möglichst gleichzeitig zu sein. Und ich denk mal, dass das, ähm, das sich dies das Metronom und die Castagnette verschmelzen, ist denk ich einfacher zu lösen, als das gleichzeit8ig zu machen.

**VP6:**

VL: Gab es einen Unterschied für dich, in den Instruktionen „Gleichzeitigkeit herstellen“ und „verschmelzen“?

VP 6: Gleichzeitigkeit ist für mich funktional, mechanisch. Verschmelzen ist mehr gefühlsbetont. Aber wenn man das Denken einschaltet, ist es weg.

**VP7:**

VL: Ist Synchronität und Gleichzeitigkeit das Gleiche?

VP 7: Ist im Prinzip nicht das Gleiche. Identität ist im Geräusch. Synchronität läuft gleichzeitig ab.

VL: Es hat den Anschein, dass es doch einen Unterschied gibt.

VP 7: Ich kann den Unterschied aber nicht benennen. Ich kann aber nicht das Wesen oder das Metronom annehmen. Ich versuche, den Klang anzunehmen. Ist aber sehr unangenehm, es zusammen zu bringen. Identität ist schwer, weil der Klang so schwierig ist.

### **Ehrenwörtliche Erklärung**

„Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützung von folgenden Personen erhalten:

- 1.
- 2.
- 3.

Weitere Personen waren an der geistigen Herstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit oder Teile davon wurden weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde als Dissertation vorgelegt. Ferner erkläre ich, dass ich nicht bereits eine gleichartige Doktorprüfung an einer Hochschule endgültig nicht bestanden habe.“