



Alfred O. Effenberg (Autor)

**Bewegungs-Sonification und Musteranalyse im Sport  
- Sportwissenschaft trifft Informatik**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2054>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

GRUßWORT DURCH DEN REKTOR DER DEUTSCHEN SPORTHOCHSCHULE KÖLN,  
PROF. MULT. DR. WALTER TOKARSKI

## **Forschungs-Symposium "Bewegungs-Sonification und Musteranalyse im Sport", 15. Juli 2005**

Liebe Teilnehmer des Forschungs-Symposiums "Bewegungs-Sonification und Musteranalyse im Sport",

im Namen der Deutschen Sporthochschule Köln heiße ich Sie alle sehr herzlich als Gäste der größten Sportuniversität Europas willkommen.

Auf den ersten Blick mag es vielleicht überraschen, dass in dieser Veranstaltung die Rolle des Gehörs für die Regulation und das Erlernen von Sportbewegungen thematisiert wird. Wie Sprache im Kontext mit Hören und vice versa funktioniert, das ist bereits umfassend untersucht worden. Wie allerdings akustische Information das Bewegungsverhalten beeinflusst, oder wie die komplexe Verbindung aller Sinne beim Zustandekommen von Bewegung funktioniert, das ist gegenwärtig in weiten Teilen noch ungeklärt.

An dieser Stelle mit einer solchen Veranstaltung einmal anzusetzen erscheint mir daher perspektivreich: Als Musikliebhaber haben mich die Fähigkeiten meines Gehörs bereits wiederholt in Erstaunen versetzt, etwa über das mühelose Erinnern einer zuvor erst wenige Male gehörten Melodie oder auch über die hohe zeitliche Differenzierungsfähigkeit, die uns das Raumrichtungshören überhaupt erst ermöglicht.

Die zusätzliche Vertonung von Bewegungsmustern soll zukünftig zu präziseren und effizienteren Methoden beim Bewegungslernen führen. Die Notwendigkeit interdisziplinärer Kooperationen für ein solches Unterfangen deutet sich in der zweiten Titelzeile zu diesem Symposium bereits an: Nicht sportwissenschaftliche Fragestellungen allein bestimmen das Veranstaltungsprogramm. Verschiedene Beiträge kommen aus der Informatik der Universität Bonn und der Universität Mainz, ergänzt durch Arbeiten aus den Neurowissenschaften: Die Neurologische Klinik des Universitätsklinikums Aachen ist hier genauso vertreten wie die Neuroinformatik der Universität Bielefeld und die Kognitive Neurowissenschaft der Universität Bochum. Sportwissenschaftliche Arbeiten von Kollegen von den Universitäten in Heidelberg, Mainz, Bonn und der Deutschen Sporthochschule Köln bilden den inhaltlichen Rahmen für das Symposiumsprogramm.

Zwischen Sportwissenschaft und Informatik der Universität Bonn hat es bereits eine mehrjährige erfolgreiche Kooperation gegeben und es ist zukünftig eine weitere Zusammenarbeit im Rahmen einer größeren Forschungsinitiative der Informatik der Universität Bonn vorgesehen.

Die Universität Bonn und die Deutsche Sporthochschule Köln verbindet seit 2003 zudem die enge Kooperation beim Studiengang "Sportwissenschaft mit dem Schwerpunkt Alterssport", der seit drei Semestern als Zertifikationsstudiengang existiert und ab 2007/08 in den Master-Studiengang "Bewegung, Sport und Altern" an der DSHS überführt werden soll.

Ich freue mich in besonderem Maße über die intensive interdisziplinäre Kooperation zwischen Wissenschaftlern der Universität Bonn und der Deutschen Sporthochschule Köln und erhoffe mir, dass Resultate dieser Forschungsk Kooperation gerade auch in Form praxisrelevanter Erkenntnisse erzielt werden mögen: Ich denke dabei an audiovisuelle Trainingsformen im Bereich des Techniktrainings oder auch an neuartige Interventionsformen beim Sport mit Sondergruppen und in der Rehabilitation.

Bevor ich schließe, danke ich Ihnen, Herr Kollege Effenberg, und ihren Mitarbeitern für die Organisation dieser Veranstaltung. Ich wünsche dem Symposium nun einen angeregten erkenntnisreichen wissenschaftlichen Austausch und hoffe, dass Sie an der Deutschen Sporthochschule Köln nicht nur einen interessanten, sondern auch einen schönen Tag in Köln verbringen.

## **Bewegungs-Sonification und Musteranalyse im Sport – Sportwissenschaft trifft Informatik**

Beim motorischen Lernen in Sport und Rehabilitation dominieren visuelle und verbale Informationen nicht nur in der Bewegungspraxis, sie bilden den Schwerpunkt ebenso in der Lerntheorie und der Motorikforschung. Doch können zentrale lernrelevante Informationen neben dem Auge auch über das Ohr gewonnen werden, wobei in unserem Zusammenhang ausschließlich nonverbale akustische Informationen behandelt werden. Und während neben der Videotechnik die Bewegungsvisualisierung auf der Grundlage von Bewegungsdaten bereits umfassend in der sportlichen Trainingspraxis etabliert ist, gilt dies für die akustische Umsetzung von Bewegungsdaten – die Bewegungs-Sonification – noch nicht in vergleichbarem Maß.

Der Forschungsansatz zur Bewegungs-Sonification eröffnet neuartige Perspektiven beim motorischen Lernen in Sport und Rehabilitation: mit der ergänzenden Nutzung auditiver Wahrnehmungsmechanismen ebenso wie über die gezielte Einbindung audiovisueller Integrationsinstanzen, wenn die Bewegungs-Sonification mit visuellen Bewegungsinformationen im Instruktions- wie auch im Feedback-Zusammenhang kombiniert wird. In diesen beiden Funktionsbereichen des Wahrnehmungssystems können Informationen generiert werden, die über den Funktionsumfang visueller Information hinausgehen. So bilden die Fragen nach Umfang, Form und zukünftigen Anwendungsbereichen der datenbasierten Bewegungsakustik in Sport und Rehabilitation den einen Schwerpunkt dieser Schrift.

Einen anderen Schwerpunkt bildet die Suche nach Bewegungsmerkmalen, die für das motorische Lernen eine hervorgehobene Bedeutung besitzen. Dieser Gegenstandsbereich wird aus unterschiedlichen Perspektiven wie auch aus verschiedenen Richtungen behandelt. Eine primär endogene Perspektive, und zwar mit einem Bezug auf Wahrnehmung und Informationsverarbeitung im lernenden und sich entwickelnden System, nimmt der Beitrag von Mechling ein, mit dem die grundlegende Bedeutung mehr- bzw. amodaler Information mit Redundanzanteilen für den Entwicklungs- und Lernzusammenhang betont wird. Mit dem Wahrnehmungs- und Informationsprozess zwischen einem agierenden und einem beobachtenden System erfolgt mit dem Beitrag von Westhoff und Troje ein Perspektivwechsel: Hier wird die Funktionsweise spezifischer visueller Mechanismen bei der Beobachtung biologischer Bewegungen thematisiert, indem die Bedeutung bestimmter Stimulusmerkmale wie Größe, Schrittfrequenz, Blickwinkel etc. auf die Identifikationsleistung überprüft wird.

Eine exogene Perspektive nehmen die drei folgenden Beiträge aus der Informatik und der aus der Sportspielforschung ein, mit denen neue Wege bei der strukturellen Analyse von Bewegungsmerkmalen skizziert werden: Damit treten zunächst einmal wahrnehmungsseitige Bezüge in den Hintergrund, da die Analyse auf der Basis von Sensordaten menschlicher Bewegungen realisiert wird. Grundtechniken der Bewegungsanalyse auf der Grundlage von Motion Capturing Daten, z.B. zu Aspekten der inter- und intraindividuellen Variabilität von Bewegungsmustern,

werden von Clausen, Müller und Röder beschrieben. Die Autoren stellen zudem mit dem ‚Dynamic Time Warping‘ eine neue Technik zur Berechnung von Ähnlichkeitsmaßen für verschiedene Bewegungen vor. Um Vergleiche und Klassifikationen von menschlichen Bewegungen auf der Basis von Motion Capturing Daten geht es auch in dem Beitrag von Röder und Müller. Die Autoren beschreiben einen Ansatz auf der Basis von geometrischen Relationen bestimmter Körperposen bzw. deren spezifischer Abfolge, der eine sehr schnelle Suche bestimmter Bewegungen in großen Datenbanken ermöglicht. Perl zeigt darauffolgend, dass mit geeigneten dynamischen neuronalen Netzwerkmodellen (DyCoN, Dynamically Controlled Network) Lernprozessverläufe qualitativ analysiert werden können - und das bereits auf Basis weniger Messzeitpunkte und geringer Datenumfänge. Memmert überträgt den Ansatz der dynamischen neuronalen Netzwerkmodelle in die Sportspielforschung und zeigt, dass sich DyCoNs auch für die qualitative Analyse von inter- und intraindividuellen Unterschieden bei dem taktischen Verhalten im Sportspiel eignen.

Die Beiträge im dritten Block behandeln verschiedene Aspekte der Sonification an der Schnittstelle von empirischen Wirksamkeitsbelegen, sensordatenbasierter Modellierung, funktionellen Aspekten von Sonificationssystemen und einer neurophysiologisch unterstützten Theorieentwicklung. Der Beitrag von Effenberg bezieht sich auf die Wirkungsweise der Bewegungs-Sonification, skizziert Anwendungsbereiche in Sport und Rehabilitation und führt empirische Belege zur Wirksamkeit bewegungsakustischer Information bei der Wahrnehmung, Beurteilung und dem Nachvollzug von Sportbewegungen an. Weber beschreibt in dem darauffolgenden Beitrag die inneren Kräfte eines spezifischen Bewegungsmusters als einen interessanten Bezugspunkt für die Bewegungs-Sonification, die sich mit der Inversen Dynamik aus kinematischen Parametern und massedefinierten Körpermodellen näherungsweise berechnen lassen. Kurth beschreibt mit der verlaufs- und der ereignisbezogenen Sonification unterschiedliche Sonificationsarten und diskutiert verschiedene Verfahren der Audiosignalverarbeitung und Sounderzeugung wie Parametrische Modelle, sample-basierte Synthesemodelle und das Physical Modelling. Effenberg, Fehse und Mechling stellen abschließend die Entwicklung einer fMRT-Untersuchungsmethode zur Wirkungsweise der Bewegungs-Sonification vor, die konsequent an einer verhaltenspsychologischen Methode orientiert wird. Neben der Option, Ergebnisse aus beiden Untersuchungslinien aufeinander zu projizieren und die Wirkungsweise der Bewegungsakustik vor dem Hintergrund der multisensorischen Integration im ZNS zu explorieren, wird mit diesem Beitrag auch für die neurophysiologische Ergänzung der gegenwärtig kognitiv dominierten Motorikforschung votiert.

Mit dem Forschungssymposium ist es gelungen, Aspekte der Musteranalyse und der Bewegungs-Sonification vor dem Hintergrund perzeptiv-motorischer Zusammenhänge und lerntheoretischer Erkenntnisse in einer echten interdisziplinären Expertenrunde wie in inspirierender Atmosphäre zu diskutieren und ein Stück voranzubringen. Dafür möchte ich mich bei allen Teilnehmern herzlich bedanken!