
Integriertes Online-Feedback im Spitzensport – Neue Wege eines medienbasierten Techniktrainings Int-O-Feed

Thomas Schack¹ (Projektleiter) & Thomas Heinen²

¹Universität Bielefeld, AB Neurokognition und Bewegung – Biomechanik

²Deutsche Sporthochschule Köln, Psychologisches Institut

1 Einleitung

In der Praxis des Leistungssports haben sich inzwischen in den meisten Sportarten spezifische Vorstellungen zum Techniktraining etabliert und eingeschliffen. Dabei setzen Trainer und Trainerinnen oft auf das möglichst schnelle und effektive Erlernen einer normativen Zieltechnik. Stellen sich auf dem Weg zu dieser Zieltechnik Probleme im Lernprozess ein, sind Möglichkeiten für eine innovative Trainingsgestaltung oft begrenzt. Aufgrund des verstärkten Bedarfs wurde deshalb in verschiedenen sportwissenschaftlichen Untersuchungen und Arbeiten das Thema Techniktraining intensiv diskutiert (z. B. Daugis et al., 1991; Martin, 1992; Mechling & Carl, 1992; Nitsch et al., 1997). In den letzten Jahren haben u. a. digitale Videotechniken und Simulationsverfahren neue Möglichkeiten für ein medienbasiertes Techniktraining eröffnet (Schack & Bar-Eli, 2007; Seifriz, Schack & Mester, 2005). Solche Verfahren sind auch deshalb interessant, weil sie oft innovative Wege aufzeigen, um Lernprozesse während des Techniktrainings anzuregen und zu unterstützen. Aus diesen Gründen werden diese Verfahren von den Trainern und Trainerinnen ebenso wie von den Athletinnen und Athleten in der Praxis des Leistungssports gern angenommen. Dabei stellt das hier vorgeschlagene Integrierte Online-Feedback einen ersten Schritt zur systematischen Entwicklung und effektbezogenen Abschätzung neuartiger Feedback-Verfahren im Techniktraining dar. Prinzipiell baut es auf eine Kamera und ein Videoheadset auf, welches online Rückmeldungen zur Bewegungsausführung aus frei wählbaren Beobachtungsperspektiven gibt.

In vielen Arbeiten zur Sportmotorik wurde bisher davon ausgegangen, dass solche Komponenten der Bewegungsplanung wie motorische Programme weitgehend separat von der Wahrnehmung und Ausführung der Bewegung existieren. Dagegen zeigen Arbeiten aus verschiedenen Feldern der aktuellen Forschung etwa aus der Neurophysiologie (Jeanne-rod, 2004) oder der Motorikforschung (Koch, Keller & Prinz, 2004; Rosenbaum, Meulenbroeck & Vaughan, 2004; Schack, 2004), dass es wechselseitige Überlappungen zwischen den Bereichen Perzeption, Ausführung und Repräsentation von Bewegungen gibt. Offensichtlich bauen also willentliche Bewegungen auf die Antizipation und Speicherung von perzeptuellen Bewegungseffekten auf. Das hat Konsequenzen für das Techniktrai-

ning. Beispielsweise haben Knoblich und Flach (2001) Versuchspersonen Dartwurfbewegungen gezeigt, die sich sowohl aus Aufnahmen der eigenen Bewegung als auch aus Aufnahmen der Bewegung anderer Versuchspersonen zusammengesetzt haben. Dabei konnten die Sportler ihre eigenen Bewegungen nicht identifizieren. Die Personen sollten nun die Effekte der Dartwurfbewegung (erreichte Zielnähe) schätzen. Auf der Basis von Annahmen zur wechselseitigen Überlappung von Wahrnehmung, Repräsentation und Ausführung von Bewegungen müsste man annehmen, dass Versuchspersonen in diesem Kontext die Effekte ihrer eigenen Bewegungen am besten vorhersagen können. Das müsste auch dann der Fall sein, wenn sie ihre Bewegungen von außen (aus einer Kameraperspektive) sehen. Schließlich würde durch die Wahrnehmung der Bewegung ein Repräsentationssystem aktiviert, das genau auf das jeweilige Bewegungssystem des Akteurs bezogen ist. Da das Repräsentationssystem genau auf dieses Bewegungssystem passt und Vorhersagen auf der Basis des Repräsentationssystems getroffen werden, müssten die Vorhersagen für eigene Bewegungen besser als die Vorhersagen für Bewegungen anderer Personen sein. Dieser Effekt wurde in dieser Studie, ebenso wie in anderen Studien (z. B. Knoblich et al., 2002), nachweisbar. Ähnliche Effekte und insbesondere Zusammenhänge zwischen Bewegungskinematik und Bewegungsrepräsentation wurden in den Arbeiten von Schack (2003) und Heinen (2005) deutlich. Diese Forschungsperspektive hat Bedeutung für das Techniktraining, da sie zeigt, dass auch Bewegungsbeobachtungen aus einer Außensicht vom Akteur lesbar sind und demzufolge Relevanz für das Bewegungslernen haben.

Bisher wurde allerdings nur in Einzelfällen mit einer Online-Rückmeldung der bewegungserzeugten Effekte aus einer Außenperspektive gearbeitet. So wurden erste Schritte zur experimentellen Untersuchung der Wirkung von visuellem Online-Feedback auf Bewegungslernen von Büsch und Janssen (1997) geleistet. Die Autoren nutzten erstmalig mit einem Headmounted Display (HMD) ein neues Visualisierungsmittel. Es wurden vier verschiedene Bedingungen absolviert, um das Erlernen der „Großen Körperwelle vorwärts“ zu unterstützen. Unter Bedingung A wurde ein Sollwert auf einem Monitor präsentiert. In Bedingung B wurde das HMD genutzt und auf der Basis einer analogen Videodarbietung in diesem HMD ein Istwert der Bewegungsausführung synchron präsentiert. Ein Sollwert der Bewegung wurde in dieser Bedingung vor und nach der Bewegung (also nicht zeitgleich) und in Zeitlupe präsentiert. In Bedingung C wurden allein die zeitlichen Intervalle der Sollwertdarbietung im Vergleich zu B verändert. Unter Bedingung D wurde der Sollwert in Normalgeschwindigkeit nach der Bewegung dargeboten, der Istwert der Bewegung aber synchron eingespielt. Ein Lerneffekt wurde allein in Bedingung D, dann aber als deutlicher Lerneffekt in der Bedingung „Behalten“, nachweisbar.

2 Methode

Visuelle Feedback-Systeme sollen zunächst als alle Systeme verstanden werden, welche bei der Bewegungsausführung ein Feedback über das visuelle System geben. Die Art des Feedbacks kann dabei ganz unterschiedlicher Art sein. So ist es z. B. möglich, gemessene Informationen über bestimmte Parameter rückzumelden oder auch Informationen über die sichtbare Ausführung der Bewegung. Weiterhin kann der Zeitpunkt der Feedbackgabe variieren. Bei einem Online-Feedback System erfolgt dabei die Rückmeldung während der Bewegungsausführung (also verzögerungsfrei bzw. bewegungssynchron). Zu diesem Zweck werden Head Mounted Displays (Videoheadsets) genutzt. Das Videoheadset, mit dem der Sportler während der Bewegungsausführung ausgestattet ist, kann dabei über elastische Haltebänder und mittels Stirn- und Augenrandpolsterung erschütterungsfrei vor seinen Augen befestigt werden. Abbildung 1 vermittelt einen Eindruck solch eines auf dem Elektronikmarkt erhältlichen Videoheadset-Systems (Firma Auvisio).

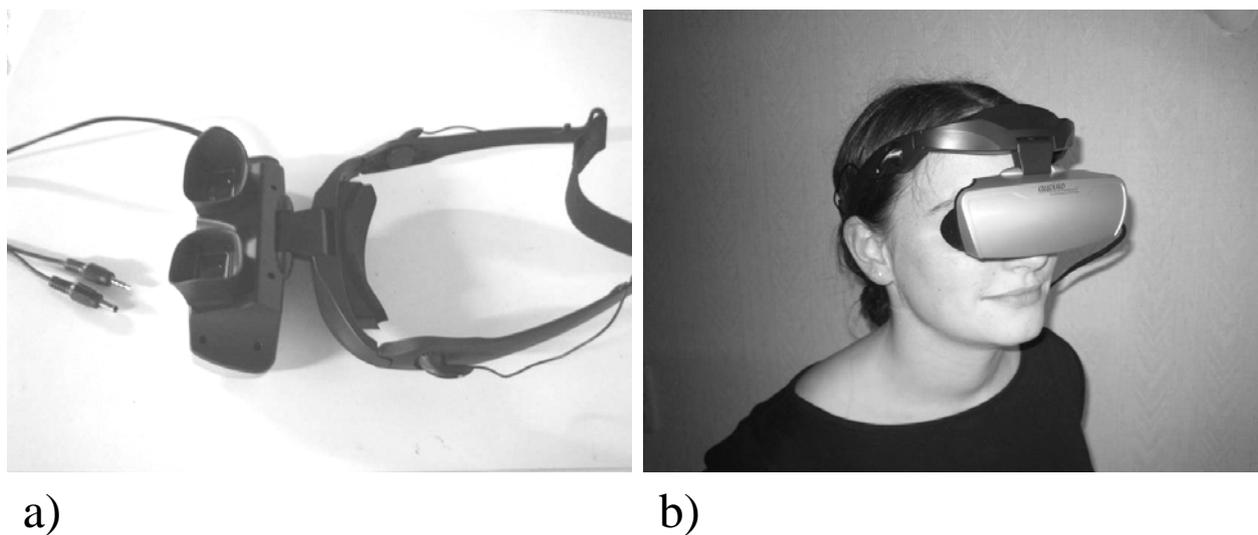


Abb. 1: Darstellung des Videoheadsets „Cyberman®“ der Firma Auvisio (a) und einer Sportlerin mit angebrachtem Headset (b)

Das System kann über einen S-VHS-Anschluss und einen Stereo-Audio-Anschluss angesteuert werden. Prinzipiell können daher in beliebiger Form Video- und Audiodaten in das Headset eingespielt werden. Strom erhält das System über einen kleinen Akkupack, welcher bequem an einem passenden Gürtel befestigt werden kann. Die Übertragung von Bild- und Tondaten kann per Kabel oder Funk erfolgen. Erfolgt sie per Funk, so ist der Empfänger des Funksignals an genanntem Gürtel am Sportler zu befestigen und gestattet ihm insgesamt eine größere Bewegungsfreiheit. Wenn möglich, ist also die Funklösung zu bevorzugen. Abbildung 2 zeigt ergänzend einen prinzipiellen Sichtkontakt für den Sportler, wie er mit dargestelltem System möglich wird.

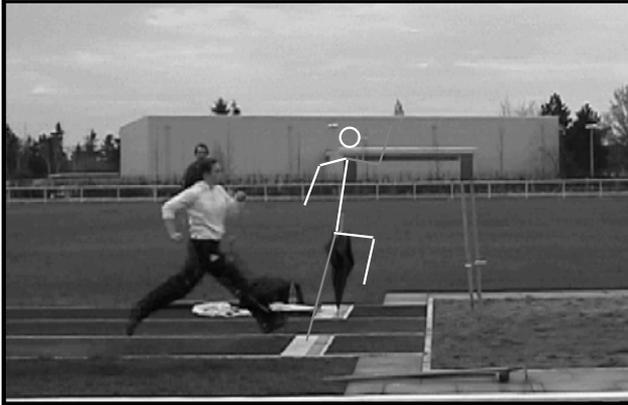


Abb. 2: Videobild, welches als visuelles Feedback in das Headset eingespielt werden kann. Die Strichfigur ist als Overlay eingeblendet und gibt dem Sportler bewegungsstrukturelle Hinweise. Zusätzlich wären noch auditive Rückmeldungen (z. B. über kinematische bzw. dynamische Daten) möglich.

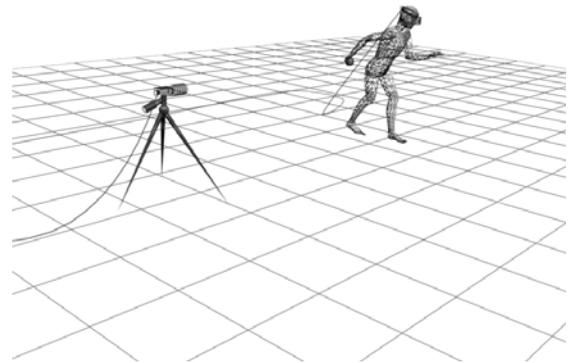


Abb. 3: Kameraanordnung während der Untersuchungen. Die Versuchsperson führt eine Bewegung aus und diese Bewegung wird während der Bewegungsausführung aus einer um 90° versetzten Perspektive aufgenommen und online in das Videoheadset eingespielt

Die Kamera wurde senkrecht zur Bewegungsausführung ausgerichtet. Dadurch sahen sich die Versuchspersonen aus einer um 90° versetzten Außenperspektive, während sie ihre aktuelle Bewegung ausführten (vgl. Abb. 3).

Von den Versuchspersonen wurde eine zielbezogene Wurfbewegung (Bowlingbewegung) ausgeführt. Dabei gab es drei Bedingungen für das Erlernen dieser Wurfbewegung. Bedingung A wurde als Kontrollbedingung ohne zusätzliche Informationen durchgeführt. In Bedingung B gab es eine zeitsynchrone Rückmeldung über die Bewegungsausführung aus einer orthogonal versetzten Kameraperspektive. In Bedingung C gab es neben der online-basierten Rückmeldung der Bewegungsausführung eine zeitsynchrone Einblendung von Sollwertinformationen (Körperwinkel). An der Untersuchung nahmen insgesamt 30 Versuchspersonen (pro Gruppe: 10 Vpn) teil. Für die Auswertung der kinematischen Parameter konnten allerdings insgesamt nur die Videoaufnahmen von 22 Versuchspersonen verwertet werden. Die Versuchspersonen wurden randomisiert den drei Bedingungen zugeordnet.

Jede Versuchsperson hatte sechs Blöcke mit fünf Wiederholungen der vorgegebenen Bewegung zu absolvieren (Lerndurchgang). Der Lerndurchgang dauerte ca. 15 Minuten pro Person. Dabei wurde die Kriteriumsbeziehung vor jeder Bewegungsausführung gezeigt (vgl. Abb. 4). Nach einer Woche erschienen die Vpn zum Retentionstest, in wel-

chem fünf Versuche der Kriteriumsbevewegung auszuführen waren (ohne Feedback und ohne Möglichkeit, die Bilderfolge mit der Zielbevewegung zu sehen).

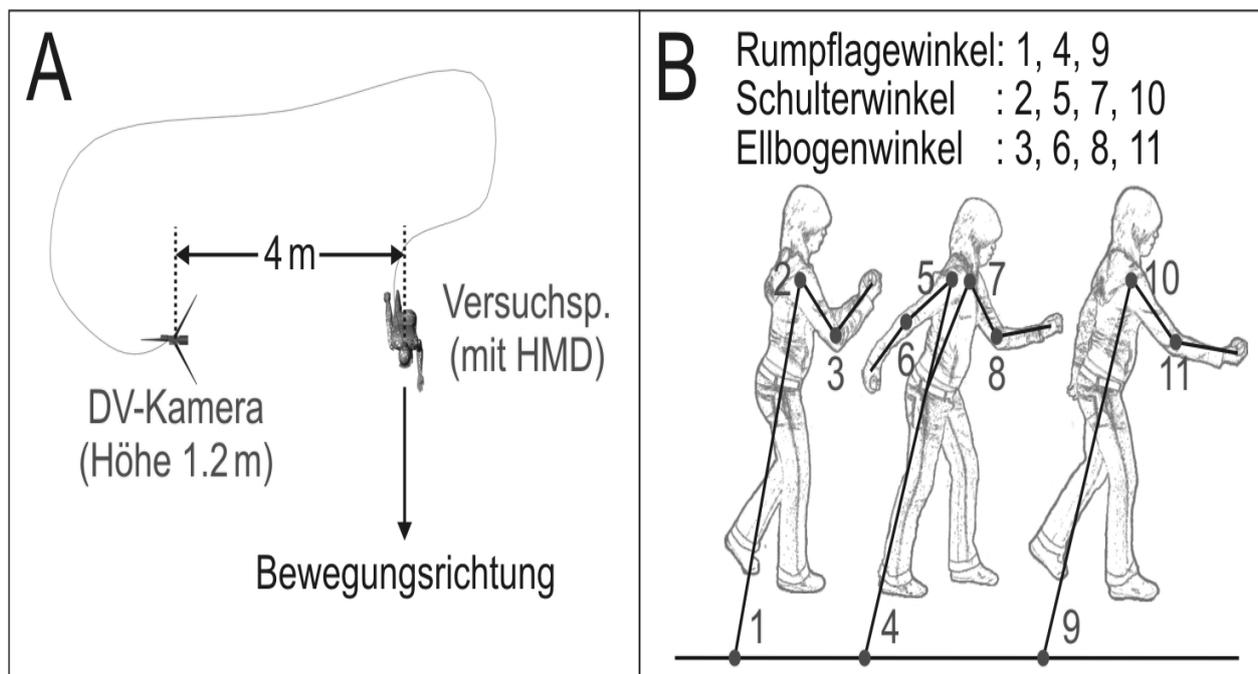


Abb. 4: Versuchsaufbau (A) und die Bildfolge, die die Kriteriumsbevewegung abbildet (B). In Abbildung 4 B sind hier zusätzlich die Körperwinkel eingezeichnet, die später für die Auswertung der kinematischen Parameter von Bedeutung waren. Die Versuchspersonen haben in der Untersuchung diese Bildfolge ohne Körperwinkel gesehen.

3 Ergebnisse

An dieser Stelle können erste Ergebnisse der Studie präsentiert werden. Bisher konnten 22 Versuchspersonen hinsichtlich ihrer kinematischen Parameter ausgewertet werden. Ausgewertet wurden die absoluten Abweichungen der gemessenen Körperwinkel der Versuchspersonen (Ist-Werte) zu den vorgegebenen Körperwinkeln der Modellperson (Soll-Werte). Die Summenscores bilden nach dieser Auswertung einen Ähnlichkeitswert zur Kriteriumsbevewegung. Je kleiner der Score, desto ähnlicher ist die gemessene Bevewegung zu der Kriteriumsbevewegung. Die Daten wurden von Ausreißern (1 Person von Gruppe 1 und 1 Person von Gruppe 3) bereinigt. Es verbleiben für Gruppe 1: 5 Personen, für Gruppe 2: 9 Personen, für Gruppe 3: 6 Personen. In der Retentionsbedingung wird ein Effekt

($F(2, 17)=4,3024$, $p=,03077$) für die Bedingung 3 nachweisbar (Abbildung 5). Demnach führt die Kombination von online-Feedback und biomechanischen Kennwerten zu

spezifischen Lerneffekten. Das entspricht den Ergebnissen, die in der erwähnten Studie von Büsch und Janssen (1997) erzielt wurden.

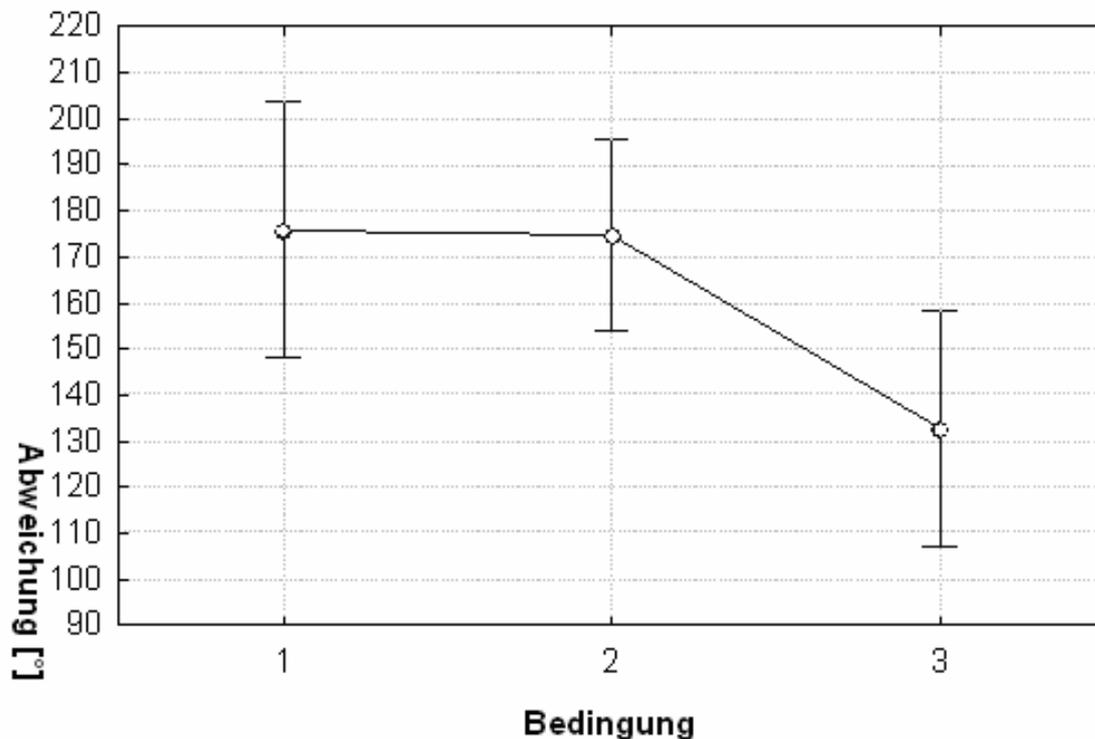


Abb 5: Abweichung der gemessenen Körperwinkel in Grad zum Zeitpunkt Retentions-test nach Bedingungen (Gruppen) geordnet. Für Gruppe 3 wird ein signifikanter Lerneffekt ($F(2, 17)=4,3024, p=,03077$) nachweisbar.

Allerdings zeigt sich bei einer genaueren Einbeziehung der Ausgangswerte (zum Zeitpunkt Prätest), dass bereits trendartige Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich ihrer Leistung bestanden. Von daher werden mittels Varianzanalyse keine Effekte nachweisbar, wenn man die Prä-Posttest-Differenzen zugrundelegt. Dieser Befund relativiert die Aussagen zu den Lerneffekten, die in der Retentionsbedingung ermittelt wurden, etwas.

4 Diskussion

Mit den dargestellten technischen Tools (HMD, etc.) wurden neue Wege für das Techniktraining im Leistungssport erprobt. Unter Laborbedingungen wird zumindest ein Trend nachweisbar, der für ein verbessertes Lernverhalten bei online-Feedback während der Bewegungsausführung spricht. Erste Erfahrungen in der Sportpraxis (z. B. Kugelstoßen) unterstützen diese Argumentation. Dieses Thema sollte künftig systematisch bearbeitet werden. Dazu ist es sinnvoll, neuere Erkenntnisse und Technologien aus der Robotik zu

nutzen und unter der Überschrift „Augmented Reality“ systematisch in das Techniktraining zu integrieren.

5 Literatur

- Büsch, D. & Janssen, J.-P. (1997). Motorisches Modelllernen mit einem Headmounted Display. In Perl, J. (Hrsg.), *Sport und Informatik 5* (Bericht über den 5. Workshop Sport und Informatik der dvs-Sektion Sportinformatik vom 17.-19.06.1996 in Berlin, S. 161-170). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Daug, R., Mechling, H., Blischke, K. & Olivier, N. (1991). Sportmotorisches Lernen und Techniktraining zwischen Theorie und Praxis. In R. Daug, H. Mechling, K. Blischke & N. Olivier (Hrsg.), *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (Band 1, S. 19-32). Schorndorf: Hofmann.
- Heinen, T. (2005). *Mentale Repräsentationen und Kinematik von Bewegungen – Ein interdisziplinärer Ansatz zur Analyse strukturfunktionaler Zusammenhänge der Bewegungsorganisation. Dissertation*. Köln: Deutsche Sporthochschule.
- Jeannerod, M. (2004). Actions from within. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2 (4), 376-402.
- Knoblich, G. & Flach, R. (2001). Predicting the Effects of Actions: Interactions of Perception and Action. *Psychological Science*, 12 (6), 467-472.
- Knoblich, G., Seigerschmidt, E., Flach, R. & Prinz, W. (2002). Authorship effects in the prediction of handwriting strokes. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 55A, 1027-1046.
- Koch, I., Keller, P. & Prinz, W. (2004). The Ideomotor Approach to Action Control: Implications for Skilled Performance. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2 (4), 362-375.
- Martin, D. (1992). Training science: Technique training – An aspect of training theory. In H. Haag, O. Grupe, & A. Kirsch (Eds.), *Sport science in Germany – An interdisciplinary anthology* (pp. 241-262). Berlin: Springer.
- Mechling, H. & Carl, K. (1992). Technik, sportliche. In H. Becker, K. Carl, D. Kayser, & R. Prohl (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (6. Aufl., S. 504-506). Schorndorf: Hofmann.
- Nitsch, J. R., Neumaier, A., de Marées, H. & Mester, J. (1997). *Techniktraining*. Schorndorf : Hofmann.
- Rosenbaum, D. A., Meulenbroeck, R. G. J. & Vaughan, J. (2004). What is the point of Motor Planning? *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2 (4), 439-469.
- Schack, T. (2003). The relationship between motor representation and biomechanical parameters in complex movements: towards an integrative perspective of movement science. *European Journal of Sport Science*, 3 (2), 1-13.
- Schack, T. (2004). The cognitive architecture of complex movement. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2 (4), pp. 403-438.

- Schack, T. & Bar-Eli. (2007). Psychological Factors of Technical Preparation. In B. Blumenstein, R. Lidor & G. Tenenbaum (Eds.), *Psychology of Sport and Training. Perspectives on Sport and Exercise Psychology* (Vol. 2, S. 62-103). Aachen: Meyer & Meyer.
- Seifriz, F., Schack, T. & Mester, J. (2005). Computerbasiertes Techniktraining – vom Messplatz zur Simulation. In H. Gabler, U. Göhner & F. Schiebl (Hrsg.), *Zur Vernetzung von Forschung und Lehre in Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft* (S.95-99). Hamburg: Czwalina.