Bundesinstitut für Sportwissenschaft

BISp-Jahrbuch

Forschungsförderung 2015/16

SPORTVERLAG *Strauß*

Impressum

Herausgeber
Bundesinstitut für Sportwissenschaft
Graurheindorfer Straße 198
53117 Bonn
info@bisp.de
www.bisp.de

Ansprechpartner
Elke Hillenbach
Tel.: 0228 99 640 9052
E-Mail: elke.hillenbach@bisp.de

Stand
Dezember 2016

Druck
Hausdruckerei des Statistischen
Bundesamtes, Zweigstelle Bonn

Gestaltung
Elke Hillenbach

SPORTVERLAG *Strauß*
Neuhaus 12 – 53940 Hellenthal
Tel.: (02448) 247 00 40
Fax: (02448) 919 56 10
info@sportverlag-strauss.de
http://www.sportverlag-strauss.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über „http://dnb.d-nb.de“ abrufbar.

ISBN 978-3-86884-633-1

Editorial

In diesem Jahr erscheint das „BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2015/16“ in einem etwas veränderten Gewand. Zugunsten einer besseren Lesbarkeit haben wir uns für einen zweispaltigen Satzspiegel entschieden. Nicht verändert hingegen hat sich unsere Intention, über die Veröffentlichung der durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp) geförderten Projekte das breite Spektrum der sportwissenschaftlichen Forschungsförderung abzubilden.

Ein wesentliches Anliegen des Bundesinstituts für Sportwissenschaft ist es, die Transparenz in der Forschungsförderung weiterzuentwickeln sowie den Transfer der sportwissenschaftlichen Ergebnisse in die Spitzensportpraxis zu unterstützen. Hierzu einen Beitrag zu leisten, ist auch Zielsetzung dieser Publikation.

Mit Kurzberichten aus den abgeschlossenen Forschungs- und Transferprojekten wenden wir uns an Akteure in (Sport)praxis und (Sport) wissenschaft, um Forschungsergebnisse zu umreißen und Trends aufzuzeigen.

Die Gliederung in „Medizin und Naturwissenschaften“, „Sozial- und Verhaltenswissenschaften“ und „Sportanlagen und Sporttechnologie“ – ergänzt durch die Kategorie der „WVL-Projekte“ (mehrjährig angelegte Großprojekte aus dem Wissenschaftlichen Verbundsystem Leistungssport, bei denen die internationale Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Spitzensports im Mittelpunkt steht) – hat sich in der Vergangenheit bewährt und wird daher auch in diesem Jahrbuch beibehalten..

Im Kapitel „Medizin und Naturwissenschaften“ werden 19 abgeschlossene Forschungsprojekte vorgestellt, im Bereich „Sozial- und Verhaltenswissenschaften“ sind es 15 Projekte. Bei „Sportanlagen und Sporttechnologie“ sind in diesem Jahr 3 Projekte zu finden und bei den „WVL-Projekten“ werden die Ergebnisse von 2 Forschungsvorhaben dargestellt.

Bedanken möchte ich mich bei allen, die uns bei dieser Arbeit geholfen und unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt dabei den Mitgliedern der beteiligten Fachgremien für ihr ehrenamtliches Engagement.

Für Fragen und Anregungen stehen Ihnen wie immer alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Bundesinstituts gerne zur Verfügung. Auf der Homepage des BISp www.bisp.de (Rubrik „Über uns“) finden Sie die gewünschten Kontaktdaten sowie weiterführende Informationen.

Jürgen Fischer

Direktor
des Bundesinstituts für Sportwissenschaft

Inhalt

Medizin und Naturwissenschaften 9

Gelenkkontrolle bei Personen mit chronischer Sprunggelenkinstabilität bei hochdynamischen Bewegungen – Können Orthesen die Gelenkstabilisation unterstützen? 11
Patrick Fürst, Albert Gollhofer, Markus Wenning, Heinz Lohrer, Tanja Nauck & Dominic Gehring (Projektleitung)

Untersuchung der qualitativen und quantitativen Veränderung zellfreier DNA im Blutplasma von Ausdauersportlern und Spielsportlern unter körperlicher Belastung 17
Perikles Simon (Projektleitung), Suzan Tug, Sarah Breitbach, Susanne Helmig, Björn Sterzing, Nils Haller, Alexandra Brahmer, David Ochmann & Sebastian Schmidt

Belastbarkeit und Trainierbarkeit aus internistischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Immunsystems bei Nachwuchsleistungssportlerinnen und -sportlern 23
Katharina Blume & Bernd Wolfarth (Projektleitung)

Evaluation diagnostischer Pfade in der Screening-Untersuchung von Nachwuchs- und Hochleistungssportlern mit akuten und chronischen EKG-Veränderungen zur kardialen Risikostratifikation unter besonderer Berücksichtigung der Prävention des plötzlichen Herztodes im Sport 29
Katharina Blume & Bernd Wolfarth (Projektleitung)

Sportmedizinische Untersuchungsbögen im deutschen Spitzensport 35
Florian Bath & Bernd Wolfarth (Projektleitung)

Training unter artifizieller Hypoxie 41
Walter Schmidt (Projektleitung)

Leistungsverbesserung durch sensomotorisches Training bei sehbehinderten nordischen Skisportlern 47
Steffen Franke, Alexander Kurz, Benedikt Lauber & Christian Leukel (Projektleitung)

Evaluation und Optimierung von Antriebsbewegungen im Schwimmen 55
Hans-Peter Köhler, Christine Polenz, Julia Schmid, Hans-Jürgen Dobner & Maren Witt (Projektleitung)

Techniktraining zur Entwicklung der Spielfähigkeit in den Spielsportarten 59
Andreas Hohmann (Projektleitung), Micha Pietzonka, Joachim Pressler & Stefan Wach

Einfluss unterschiedlicher Kurbellängen auf die Wettkampfleistung in den Kurzzeitdisziplinen des Bahnradsports unter trainingswissenschaftlichen Gesichtspunkten 65
Claas H. Kuhlmann, Sandra Tilly & Thomas Jaitner(Projektleitung)

Biomechanische Explikation zur Diagonalschritttechnik im Skilanglaufen 69
Martina Clauß & Ulrich Hartmann (Projektleitung)

Einsatz einer handballspezifischen Sprungdiagnostik im Rahmen der Talentsichtung des DHB 75
Jörg M. Jäger, Dirk Büsch & Hermann Müller (Projektleitung)

Biomechanische Betreuung von Athleten des Nordic Ski Teams des DBS 83
Veit Wank (Projektleitung), Hendrik Heger, Walter Rapp & Ralf Rombach

Wettkampfbetreuung im Goalball 2015 89
Daniel Link (Projektleitung), Christoph Weber & Thomas Prokein

Optimierung und systematische Anpassung der Dämpfereinstellungen im paralympischen Monoskisport 93
Maren Goll & Peter Spitzenpfeil (Projektleitung)

Analyse von Fahrlinien, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mittels GPS- und Inertialsensoren im paralympischen Skirennsport 99
Maren Goll & Peter Spitzenpfeil (Projektleitung)

Biomechanische Diagnostik im Rennboot zur Mannschaftssynchronisation im Hochleistungstraining und Handicap 105
Klaus Mattes (Projektleitung), Stefanie Manzer, Nina Schaffert & Martin Reischmann

Biomechanische Diagnostik zur Mannschaftssynchronisation im Nachwuchstraining (U23 und Juniorennationalmannschaft 2015) 109
Klaus Mattes (Projektleitung), Stefanie Manzer & Nina Schaffert

Betreuungsprojekt Beachvolleyball 2015 – Analyse von Sequenzeffekten in der Weltspitze 113
Daniel Link (Projektleitung), Sebastian Wenninger & Jörg Ahmann (Leitender Bundestrainer Beachvolleyball)

Sozial- und Verhaltenswissenschaften 117

Intervention der Bewegungsvorstellung und -beobachtung im Wasserspringen und deren neuronale Grundlage 119
Oliver Stoll (Projektleitung), Jan Pithan & Ina Blazek

Entwicklung und Evaluation eines sportpsychologischen Rahmenkonzepts für die männliche und weibliche Jugend des Deutschen Handballbundes unter besonderer Berücksichtigung einer entwicklungspsychologischen Perspektive 125
Jeannine Ohlert (Projektleitung), Jens Kleinert & Lothar Linz

Sportpsychologie im Kanu-Slalom: Fertigkeitstraining, Trainercoaching und Betreuung der Nachwuchs-Nationalmannschaft 131
Thomas Ritthaler (Projektleitung) & Jürgen Beckmann

Mentales Training für die Jugend-Nationalmannschaft im Wasserspringen – Bewegungsvorstellung und Wettkampfverhalten 135
Oliver Stoll (Projektleitung) & Ina Blazek

Betreuung der Jugend Volleyball Nationalmannschaft (Weibliche U17/U19) auf dem Weg zu den Europa- und Weltmeisterschaften. Mentale Stärke – *MentPower-V* 145
Konstantinos Velentzas & Thomas Schack (Projektleitung)

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung des U18 und U21 Nationalkaders des DJB sowie Entwicklung eines sportpsychologischen Verbandskonzeptes 151
Anke Delow, Heike Hölzel & Ralf Brand (Projektleitung)

Sportpsychologische Unterstützung der Talentsichtungsmaßnahmen des DSV 155
Oliver Stoll (Projektleitung) & Gordon Mempel

Sportpsychologische Betreuung der Boccia Nationalmannschaft in der Saison 2015 159
Karin Kerschensteiner-Steurenthaler, Christian Heiss & Ralf Brand (Projektleitung)

Workshops zur Persönlichkeitsentwicklung in der männlichen und weiblichen Jugend des Deutschen Handballbundes (DHB) 163
Jeannine Ohlert (Projektleitung), Jens Kleinert & Lothar Linz

Diagnostik und Evaluation für den Nachwuchs im Wasserspringen: Ableitungen für Sportler, Trainer und Sportpsychologen 167
Oliver Stoll (Projektleitung), Ina Blazek & Jan Pithan

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung der Nationalmannschaft Behindertensport – Sportschützen 171
Dafni Bouzikou & Ralf Brand (Projektleitung)

Sportpsychologische Betreuung der Rollstuhlcurling Nationalmannschaft 2014/2015 177
Sandra Ückert (Projektleitung), Kai Engbert & Christian Heiss

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung Nationalmannschaft Rollstuhlbasketball Herren 2015 181
Dafni Bouzikou & Ralf Brand (Projektleitung)

Sportpsychologische Betreuung der Nationalmannschaft Behindertensport Schwimmen sowie Entwicklung eines sportpsychologischen Ausbildungs-curriculums für (paralympische) Coaches 185
Anke Delow & Ralf Brand (Projektleitung)

Sportpsychologische Betreuung der Rollstuhlcurling Nationalmannschaft 2015/2016 191
Christian Heiss & Ralf Brand (Projektleitung)

Sportanlagen und Sporttechnologie 195

Modellierung der Stofffreisetzung und des Stofftransportes aus Materialien in Sportböden auf Kunststoffbasis (Kunststoff- und Kunststoffrasenbeläge) auf Sportfreianlagen als Bewertungsgrundlage für die Boden- und Grundwasserverträglichkeit 197
Ute Kalbe (Projektleitung), Bernd Susset, Nicole Bandow

Entwicklung und Evaluation eines mobilen Messsystems zum Online-Monitoring von Leistungsparametern hochdynamischer Sprint- und Sprungbewegungen (SpoSeNs) 203
Marcus Schmidt, Thomas Jaitner (Projektleitung), Jann-Erik Jürjens, Kevin Nolte, Carl Rheinländer, Sebastian Wille & Norbert Wehn

Prävention von Verletzungen im Skisport – Unterstützung der Verbreitung der Präventhese im Nachwuchsbereich 209
Ingo P. Valtingoier & Hannes Lechner (Projektleitung)

WVL-Projekte 213

Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport (BAM) 215
Karsten Krüger, Marius Schild, Martina Zügel, Thomas Beiter, Uwe Schumann, Jürgen M. Steinacker, Andreas Nieß & Frank C. Mooren (Projektleitung)

Sozialkompetenz als wesentlicher Baustein erfolgreichen Trainerhandelns im Nachwuchs- und Spitzensport 221
Klaus Cachay & Carmen Borggrefe (Projektleitung)

Medizin und Naturwissenschaften

Gelenkkontrolle bei Personen mit chronischer Sprunggelenkinstabilität bei hochdynamischen Bewegungen – Können Orthesen die Gelenkstabilisation unterstützen?

(AZ 070110/14-15)

Patrick Fürst[1], Albert Gollhofer[1], Markus Wenning[2], Heinz Lohrer[3], Tanja Nauck[3] & Dominic Gehring[1](Projektleitung)

[1]Universität Freiburg, Institut für Sport und Sportwissenschaft
[2] St. Josefskrankenhaus, Freiburg
[3] Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main

1 Problem

Das Sprunggelenk ist nach dem Kniegelenk die am häufigsten verletzte Region bei Sportlern bzw. Sportlerinnen und weist in einigen populären Sportarten wie Fußball, Basketball oder Volleyball sogar die höchsten Verletzungszahlen auf (Fong et al., 2007). Bei einer beträchtlichen Zahl der Verletzten manifestiert sich in Folge einer initialen Verletzung eine chronische Sprunggelenkinstabilität („chronic ankle instability" – CAI). Die Ursachen dieser andauernden Beschwerden sind noch nicht vollständig geklärt, werden jedoch in morphologischen und neuromuskulären Veränderungen vermutet, die durch eine initiale Verletzung der Kapsel- und Bandstrukturen des Sprunggelenks entstehen (Hertel, 2002). Ein möglicher Grund für wiederholtes Umknicken wird in einer veränderten Kinematik – insbesondere der Inversion – bei dynamischen Bewegungen wie Landungen oder Richtungswechselbewegungen gesehen (Delahunt, Monaghan, & Caulfield, 2007). Eine vergrößerte Inversion kurz vor oder während des Bodenkontakts könnte das Risiko einer Inversionsverletzung erhöhen. Das erste Ziel der vorliegenden Untersuchung war folglich, die Sprunggelenkkinematik bei Laufbewegungen mit Richtungswechseln bei Personen mit bzw. ohne CAI zu untersuchen. Wir vermuteten, dass Testpersonen mit chronischer Instabilität des Sprunggelenks vergrößerte Inversionswinkel bei Fußaufsatz sowie stärker ausgeprägte Inversionswinkel und Inversionsgeschwindigkeiten während des Bodenkontaktes aufweisen. In Ausdifferenzierung dieser Hypothese sollte zwischen verschiedenen Subpopulationen von Personen mit CAI unterschieden werden.

Das zweite Ziel der vorliegenden Studie war die Analyse der Effekte externer Stabilisierungshilfen wie Bandagen und Orthesen auf die Sprunggelenkkontrolle bei dynamischen Bewegungen. Zwar zeigen bisherige Untersuchungen bereits Erfolge durch externe Stabilisierungshilfen in Bezug auf die Reduktion von Sprunggelenkverletzungen (Dizon & Reyes, 2010; Verhagen & Bay, 2010). Der zugrundeliegende Mechanismus ist jedoch bislang weitgehend ungeklärt. Bei Orthesen wird vermutet, dass der präventive Effekt darin begründet ist, dass die Orthese das Sprunggelenk zusätzlich mechanisch unterstützt und dadurch einer Sprunggelenkinversion entgegenwirkt (Dizon & Reyes, 2010). Möglicherweise spielen Orthesen und Bandagen auch schon in der Phase vor dem Fußaufsatz eine wichtige Rolle, indem sie dafür sorgen, dass sich das Sprunggelenk beim Bodenkontakt in einer neutralen Position befindet (Thonnard et al., 1996). Ferner wird diskutiert, dass sich durch externe Hilfsmittel die Propriozeption des Sprunggelenks verbessern ließe und hierdurch ebenfalls die Sprunggelenkkontrolle positiv beeinflusst werden könnte (Jerosch et al., 1995; Lohrer, Alt, & Gollhofer, 1999; Nishikawa & Grabiner, 1999). Unsere Hypothese im Hinblick auf die Wirkweise von externen Stabilisierungshilfen lau-

tete, dass sich durch das Tragen einer Bandage oder Orthese das Sprunggelenk im Moment des Fußaufsatzes während der Richtungswechsel in einer neutraleren Position befindet und dass sowohl die maximal erreichten Inversionswinkel als auch maximal auftretenden Inversionsgeschwindigkeiten reduziert werden.

2 Methode

Die chronische Sprunggelenkinstabilität lässt sich hinsichtlich zweier Dimensionen – der mechanischen und der funktionellen Sprunggelenkinstabilität – untergliedern (Tropp, 2002). Die mechanische Instabilität (MI) basiert auf morphologischen Veränderungen und ist durch eine übermäßige Beweglichkeit im Sprunggelenk gekennzeichnet, welche ein physiologisches Bewegungsausmaß überschreitet. Die funktionelle Instabilität (FI) ist durch eine subjektiv empfundene Sprunggelenkinstabilität mit oder ohne wiederholt auftretende Umknickvorgänge zu charakterisieren (Tropp, 2002). Für die vorliegende Studie wurden folglich 48 Testpersonen je nach Vorliegen der genannten Instabilitäten in drei Gruppen aufgeteilt. Jeweils 16 Personen bildeten eine Gruppe mit mechanischer und funktioneller Instabilität (MFI-Gruppe), eine Gruppe mit isolierter funktioneller Instabilität (FI-Gruppe) und eine Gruppe von gesunden Kontrollpersonen (Kontrollgruppe). Zu diesem Zweck wurde die mechanische Stabilität des Sprunggelenks anhand einer manuellen Diagnostik des Sprunggelenks durch einen Orthopäden überprüft. Der funktionelle Zustand des Sprunggelenks wurde über einen standardisierten Fragebogen (Cumberland Ankle Instability Tool - CAIT) erhoben (Gehring, Faschian et al., 2014; Hiller et al., 2006). Einschlusskriterium war ein Wert von 30 Punkten im CAIT (volle Punktzahl) für die Kontrollgruppe und ein Wert von ≤ 24 für die Aufnahme in eine der beiden anderen Gruppen. Alle Testpersonen gaben ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie, für die ein positives Votum der Ethikkommission der Universität Freiburg vorlag.

Zur Beschreibung der Bewegung wurde die Gelenkkinematik der unteren Extremität in drei Dimensionen mithilfe eines Bewegungsanalyse-Systems mit 12 Kameras (VICON MX System, Vicon, Oxford, Großbritannien) aufgezeichnet.

Um die Kinematik der Bewegung analysieren zu können, wurden den teilnehmenden Personen reflektierende Hautoberflächenmarker (Æ 14 mm) mit einem doppelseitigen, hautfreundlichen Klebeband auf Hüfte, Oberschenkel, Knie, Unterschenkel und Fuß aufgeklebt. In Anlehnung an die Empfehlungen der *International Society of Biomechanics* wurden auf dieser Basis die anatomischen Koordinatensysteme dieser knöchernen Strukturen definiert (Wu et al., 2002).

Die Testpersonen führten aus einem geradlinigen Anlauf (4 ± 0,3 m/s) heraus Richtungswechsel als Reaktion auf Lichtsignale durch. Während des Anlaufs wurde zu einem festgelegten Zeitpunkt randomisiert eines von zwei Lichtsignalen ausgelöst. Je nach Lichtsignal führte die Testperson einen Richtungswechsel von 180° oder einen Richtungswechsel von -25° aus. Für die weitere Datenanalyse wurden lediglich die 180° Richtungswechsel berücksichtigt.

Zur Untersuchung der Effekte von externen Stabilisierungshilfen wurde die Versuchsreihe in randomisierter Reihenfolge mit einer Bandage (MalleoTrain® S open heel, Bauerfeind AG, Zeulenroda, Deutschland), einer Orthese (MalleoLoc®, Bauerfeind AG, Zeulenroda, Deutschland) sowie ohne externe Stabilisierung durchgeführt. Die hierbei verwendete kommerziell erhältliche Orthese lässt sich als semi-rigide Orthese klassifizieren. Dieser Orthesentyp hat sich als effektiv erweisen, das Verletzungsrisiko eines Supinationstraumas nachweislich um ungefähr 50 % zu reduzieren (Verhagen & Bay, 2010).

Als primäre Zielgrößen wurden der Sprunggelenkwinkel in der Frontalebene zum Zeitpunkt des ersten Bodenkontaktes, der maximal während der Bodenkontaktphase erreichte Inversionswinkel sowie die maximal auftretende Inversionsgeschwindigkeit identifiziert. Zur Untersuchung von Unterschieden zwischen den Untersuchungsgruppen sowie der Effekte des Tragens von Orthesen und Bandagen wurden ein varianzanalytischer Mittelwertvergleich sowie als post-hoc-Vergleich t-tests durchgeführt (alpha-Level: $p = 0,05$).

3 Ergebnisse

3.1 Inversionswinkel beim Aufsetzen des Fußes

Es ergab sich kein Unterschied zwischen den Untersuchungsgruppen in der Bewegung ohne externe Stabilisierungshilfe ($p \geq 0{,}24$).

Während das Tragen einer Bandage oder Orthese bei der FI-Gruppe keinerlei Auswirkungen zeigte, verringerten sich die Inversionswinkel beim Aufsetzen des Fußes bei den anderen Gruppen sowohl durch die Orthese (Kontrollgruppe $p = 0{,}01$; MFI-Gruppe $p = 0{,}05$), als auch durch die Bandage (Kontrollgruppe $p = 0{,}03$; MFI-Gruppe $p = 0{,}05$) signifikant (siehe Abb. 1).

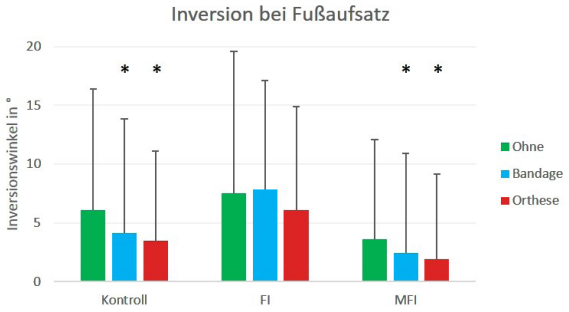


*Abb. 1: Inversionswinkel der drei Untersuchungsgruppen bei Fußaufsatz ohne Stabilisierungshilfe, mit Bandage und mit Orthese. * = signifikanter Unterschied zur Testbedingung ohne Stabilisierungshilfe*

3.2 Maximale Inversionswinkel während des Bodenkontaktes

Auch bei den maximal erreichten Inversionswinkeln während des Bodenkontaktes zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen ohne Stabilisierungshilfe. MFI- ($p = 0{,}12$) und FI-Gruppe ($p = 0{,}11$) unterschieden sich nicht von der gesunden Kontrollpopulation.

Das Tragen einer Bandage hatte ebenfalls keinerlei Einfluss auf die erreichten Winkel ($p \geq 0{,}28$). Das Tragen der Orthese hingegen verringerte die maximalen Inversionswinkel sowohl bei der FI-Gruppe ($p < 0{,}01$) als auch bei der MFI-Gruppe ($p < 0{,}01$) im Vergleich zu den Durchgängen ohne Stabilisierungshilfe signifikant. Im Mittel war bei der FI-Gruppe eine Reduktion in Höhe von 4,3° und bei der MFI-Gruppe in Höhe von 4,5° im Vergleich zur Situation ohne externe Unterstützung zu beobachten (siehe Abb. 2).

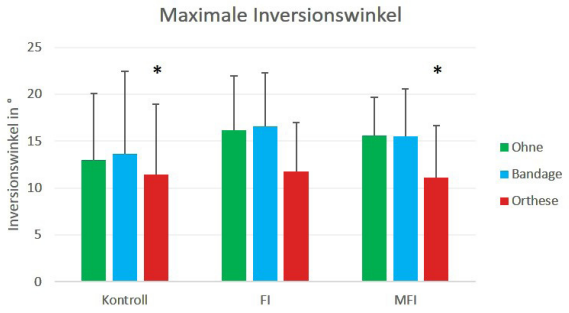


*Abb 2: Maximale Inversionswinkel der drei Untersuchungsgruppen ohne Stabilisierungshilfe, mit Bandage und mit Orthese. * = signifikanter Unterschied zur Testbedingung ohne Stabilisierungshilfe*

3.3 Maximale Inversionsgeschwindigkeiten während des Bodenkontaktes

Der Vergleich der maximalen Inversionsgeschwindigkeiten während des Bodenkontakts zwischen Kontroll- und FI-Gruppe ($p = 0{,}50$) und zwischen Kontroll- und MFI-Gruppe ($p = 0{,}16$) lieferte in Durchgängen ohne Stabilisierungshilfe keine Unterschiede.

Das Tragen einer Bandage veränderte die Geschwindigkeiten lediglich bei der FI-Gruppe signifikant ($p = 0{,}02$). Die Orthese dagegen verringerte die maximalen Inversionsgeschwindigkeiten bei der FI-Gruppe ($p < 0{,}01$) und der MFI-Gruppe ($p = 0{,}03$) (siehe Abb. 3).

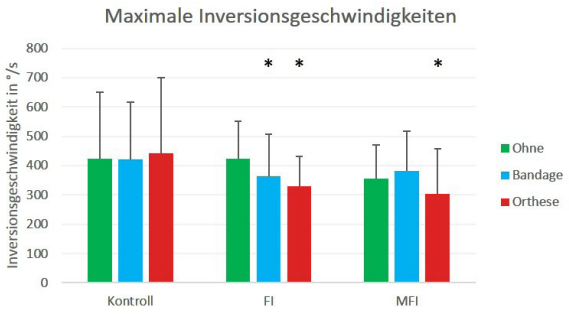


*Abb 3: Maximale Inversionsgeschwindigkeiten der drei Untersuchungsgruppen ohne Stabilisierungshilfe, mit Bandage und mit Orthese. * = signifikanter Unterschied zur Testbedingung ohne Stabilisierungshilfe*

4 Diskussion

4.1 Defizite von Personen mit chronischer Sprunggelenkinstabilität

Die vermuteten Defizite von Personen mit chronischer Instabilität des Sprunggelenks konnten anhand der im vorliegenden Projekt gewonnenen Daten nicht nachgewiesen werden. Bei 180°-Richtungswechselbewegungen ohne externe Hilfsmittel zeigten sich weder in den Inversionswinkeln, noch in maximalen Inversionsgeschwindigkeiten signifikante Unterschiede im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe. Per se vergrößerte Inversionswinkel beim Bodenkontakt scheinen bei den in dieser Studie untersuchten Bewegungen bei Personen mit CAI nicht vorzuliegen und können somit auch nicht als mögliche Ursache von wiederholten Verletzungen von Personen mit funktioneller und/oder mechanischer Instabilität des Sprunggelenks herangezogen werden. Genauso wenig scheint der maximal erreichte Inversionswinkel bei diesen Bewegungen die Untersuchungsgruppen zu unterscheiden. Bei Personen mit einer chronischen Instabilität des Sprunggelenks ist bei einer komplexen, hochdynamischen Laufbewegung mit Richtungsänderung keine systematische Veränderung der Sprunggelenkinversion feststellbar, wie dies bei kontrollierten Bewegungen wie Landungen oder beim Gehen dokumentiert werden konnte (Delahunt, Monaghan, & Caulfield, 2006; Delahunt et al., 2007; Drewes et al., 2009).

4.2. Effekte von Orthesen und Bandagen

Das Tragen von Orthesen und Bandagen verringerte bei gesunden Kontrollpersonen und bei der MFI-Gruppe den Inversionswinkel im Sprunggelenk beim Fußaufsatz. Beide Gruppen wiesen eine neutralere Stellung des Sprunggelenks in der Frontalebene auf. Die aktuellen Ergebnisse unterstützen somit die Vermutung, dass ein Faktor, der die verletzungsreduzierende Wirkung von Orthesen und Bandagen erklären kann, die neutralere Positionierung des Sprunggelenks bei Fußaufsatz sein könnte. Allerdings muss einschränkend bemerkt werden, dass sich bei der FI-Gruppe die Stellung des Sprunggelenks in der Frontalebene beim Fußaufsatz weder durch die Bandage noch durch die Orthese veränderte. Ebenfalls ist anzumerken, dass die gleiche Orthese bei vorhergehenden Untersuchungen die Sprunggelenkpositionierung vor Bodenkontakt beim gehenden Probanden nicht änderte (Gehring, Wissler et al., 2014). Inwieweit eine Orthese die Gelenkposition schon vor Aufsetzen des Fußes beeinflusst, scheint folglich auch sehr stark von der realisierten Bewegung abzuhängen.

Ähnlich wie von Eils und Rosenbaum (2003) bereits bei einer künstlich induzierten Sprunggelenkinversion beobachtet, konnte unter den aktuell gegebenen Testbedingungen ebenfalls eine Reduktion der maximalen Inversion festgestellt werden. Interessanterweise zeigte sich, dass sich die maximale Sprunggelenkinversion während des Bodenkontaktes spezifisch bei den funktionell als auch bei den mechanisch und funktionell instabilen Personen und nur durch das Tragen einer Orthese signifikant reduzierte. Auch bei der gesunden Kontrollgruppe war eine geringfügige Abnahme durch Applikation der Orthese zu verzeichnen, die jedoch keine statistisch belegbare Aussage zulässt (siehe Abb. 2). Ein Blick auf die maximal erreichten Werte zeigt, dass mit einer Orthese alle drei Untersuchungsgruppen annähernd dieselben maximalen Inversionswinkel erreichten. Die Orthese scheint also insbesondere Personen mit einer chronischen Instabilität dahingehend zu unterstützen, ihr Bewegungsausmaß in einem mit gesunden Personen vergleichbaren Bereich zu halten. Diese gesunden Personen weisen allerdings auch ohne Orthese nur geringfügig höhere maximale Gelenkwinkel auf als mit der Stabilisierungshilfe und scheinen die Orthese folglich nicht in gleichem Ausmaß zu benötigen, um ihr Sprunggelenk in der Frontalebene zu stabilisieren. Die vorliegenden Ergebnisse stützen somit die Modellvorstellung, dass eine Orthese in der Lage ist, eine kompromittierte Stabilität des Gelenks in eine mit gesunden Personen vergleichbare Stabilität überzuführen und somit die Verletzungswahrscheinlichkeit zu senken (Verhagen & Bay, 2010). Das Tragen einer Bandage hingegen hatte keinerlei Einfluss auf die maximal erreichten Inversionswinkel während der Bodenkontaktphase.

Über die Ursache des protektiven Effekts von Orthesen lässt sich anhand der Daten dieser Untersuchung nur spekulieren. Die wahrscheinlichste Ursache ist jedoch in der mechanischen Begrenzung der Gelenkexkursion zu suchen, wie sie auch schon von anderen Autoren als Ursache für eine Reduktion der Verletzungszahlen vermutet wurde (Dizon & Reyes, 2010; Feger et al., 2014). Diese These wird ebenfalls dadurch gestützt, dass die weichere Bandage, die weniger mechanischen Widerstand bietet als die verwendete semi-rigide Orthese, die maximalen Inversionswinkel nicht verringern konnte. Die Erkenntnisse dieser Studie liefern somit eine mögliche Erklärung für die Wirkweise von Orthesen, da diese auch bei hochdynamischen und verletzungsrelevanten Bewegungen die maximale Inversion begrenzen.

Ein weiterer Effekt der Stabilisierungshilfen konnte mit Blick auf die maximal erreichten Inversionsgeschwindigkeiten während der Bodenkontaktphase beobachtet werden. Bei Personen mit funktioneller Instabilität des Sprunggelenks zeigte sich eine signifikante Abnahme der maximalen Geschwindigkeiten sowohl durch die Orthese als auch durch die Bandage. Bei der MFI-Gruppe war dies nur mit der Orthese der Fall. Bei Personen mit einer Kombination aus mechanischer und funktioneller Instabilität waren die Werte aber bereits ohne Orthese etwas niedriger als bei den Personen mit rein funktioneller Instabilität. Diese Beobachtung widerspricht der intuitiven Vermutung und auch den Ergebnissen früherer Untersuchungen unter anderen Testbedingungen (Gehring, Faschian, et al., 2014), dass – ohne Stabilisierungshilfe – eine mechanische Instabilität des Sprunggelenks für höhere Inversionsgeschwindigkeiten verantwortlich sein könnte. Es ist zu vermuten, dass die Versuchspersonen mit mechanischer Instabilität eine Strategie für die Richtungswechselbewegungen wählten, die es ihnen auch ohne Orthese erlaubte, die Inversionsgeschwindigkeiten in einem niedrigen Bereich zu halten. Folgt man aktuell diskutierten Modellvorstellungen, so könnte diese Strategie der systematischen Vermeidung ausgeprägter Gelenkexkursionen jedoch dazu führen, dass jene Beanspruchung nicht im typischen Bewegungs-Repertoire von Athletinnen und Athleten vorhanden ist und somit unter Extremsituationen auch nicht kontrolliert werden kann (Glasgow, Bleakley, & Phillips, 2013).

Zusammenfassend konnten keinerlei statistisch nachweisbare Defizite von Personen mit chronischer Sprunggelenkinstabilität in der Bewegungsausführung von 180°-Richtungsänderungen aufgedeckt werden. Jedoch bewirkte das Tragen einer semi-rigiden Orthese spezifisch bei der Gruppe von Personen mit chronisch instabilem Sprunggelenk eine signifikante Reduktion der tendenziell erhöhten maximalen Inversionswinkel als auch maximalen Inversionsgeschwindigkeiten. Damit können der protektive Effekt des Tragens von Orthesen und die damit einhergehende Reduktion von Supinationstraumata unter hochdynamischen und verletzungsnahen Testbedingungen erklärt werden. Das Tragen einer Bandage hatte hingegen bei den in dieser Studie betrachteten Bewegungen weniger Einfluss auf die Sprunggelenkkontrolle. Die Differenzierung der Wirkung zwischen semi-rigiden Orthesen und elastischen Bandagen sollte folglich bei der Prävention von (wiederholten) Sprunggelenkverletzungen berücksichtigt werden.

5 Literatur

Delahunt, E., Monaghan, K., & Caulfield, B. (2006). Altered neuromuscular control and ankle joint kinematics during walking in subjects with functional instability of the ankle joint. *The American journal of sports medicine, 34* (12), 1970-1976.

Delahunt, E., Monaghan, K., & Caulfield, B. (2007). Ankle function during hopping in subjects with functional instability of the ankle joint. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 17* (6), 641-648.

Dizon, J. M. R., & Reyes, J. J. B. (2010). A systematic review on the effectiveness of external ankle supports in the prevention of inversion ankle sprains among elite and recreational players. *Journal of science and medicine in sport/Sports medicine Australia, 13* (3), 309-317.

Drewes, L. K., McKeon, P. O., Paolini, G., Riley, P., Kerrigan, D. C., Ingersoll, C. D., & Hertel, J. (2009). Altered ankle kinematics and

shank-rear-foot coupling in those with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation, 18* (3), 375-388.

Eils, E., & Rosenbaum, D. (2003). The main function of ankle braces is to control the joint position before landing. *Foot & Ankle International/American Orthopaedic Foot and Ankle Society [and] Swiss Foot and Ankle Society, 24* (3), 263-268.

Feger, M. A., Donovan, L., Hart, J. M., & Hertel, J. (2014). Effect of ankle braces on lower extremity muscle activation during functional exercises in participants with chronic ankle instability. *International journal of sports physical therapy, 9* (4), 476-487.

Fong, D. T.-P., Hong, Y., Chan, L.-K., Yung, P. S.-H., & Chan, K.-M. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 37* (1), 73-94.

Gehring, D., Faschian, K., Lauber, B., Lohrer, H., Nauck, T., & Gollhofer, A. (2014). Mechanical instability destabilises the ankle joint directly in the ankle-sprain mechanism. *British journal of sports medicine, 48* (5), 377-382.

Gehring, D., Wissler, S., Lohrer, H., Nauck, T., & Gollhofer, A. (2014). Expecting ankle tilts and wearing an ankle brace influence joint control in an imitated ankle sprain mechanism during walking. *Gait & posture, 39* (3), 894-898.

Glasgow, P., Bleakley, C. M., & Phillips, N. (2013). Being able to adapt to variable stimuli: the key driver in injury and illness prevention? *British journal of sports medicine, 47*, 64-65.

Hertel, J. (2002). Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *Journal of athletic training, 37* (4), 364-375.

Hiller, C. E., Refshauge, K. M., Bundy, A. C., Herbert, R. D., & Kilbreath, S. L. (2006). The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 87* (9), 1235-1241.

Jerosch, J., Hoffstetter, I., Bork, H., & Bischof, M. (1995). The influence of orthoses on the proprioception of the ankle joint. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy, 3* (1), 39-46.

Lohrer, H., Alt, W., & Gollhofer, A. (1999). Neuromuscular properties and functional aspects of taped ankles. *The American journal of sports medicine, 27* (1), 69-75.

Nishikawa, T., & Grabiner, M. D. (1999). Peroneal motoneuron excitability increases immediately following application of a semirigid ankle brace. *The journal of orthopaedic and sports physical therapy, 29* (3), 168-173; discussion 174-176.

Thonnard, J. L., Bragard, D., Willems, P. A., & Plaghki, L. (1996). Stability of the Braced Ankle A Biomechanical Investigation. *The American journal of sports medicine, 24* (3), 356-361.

Tropp, H. (2002). Commentary: Functional Ankle Instability Revisited. *Journal of athletic training, 37* (4), 512-515.

Verhagen, & Bay, K. (2010). Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of the literature. *British journal of sports medicine, 44* (15), 1082-1088.

Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A., Rosenbaum, D. & Stokes, I. (2002). ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion – part I: ankle, hip, and spine. International Society of Biomechanics. *Journal of biomechanics, 35* (4), 543-548.

Untersuchung der qualitativen und quantitativen Veränderung zellfreier DNA im Blutplasma von Ausdauersportlern und Spielsportlern unter körperlicher Belastung

AZ 070103/15

Perikles Simon (Projektleitung), Suzan Tug, Sarah Breitbach, Susanne Helmig, Björn Sterzing, Nils Haller, Alexandra Brahmer, David Ochmann & Sebastian Schmidt

Universität Mainz, Institut für Sportwissenschaft, Abteilung Sportmedizin

1 Problem

Vor etwa 10 Jahren wurde das erste Mal gezeigt, dass körperliche Aktivität einen Anstieg der zellfreien, zirkulierenden DNA (cfDNA) im Blutplasma induziert (Atamaniuk et al., 2004). Dieses Phänomen wurde zum Beispiel nach Ausdauerläufen (Atamaniuk et al., 2008; Beiter et al., 2011) und unter standardisierten Laborbedingungen wie Fahrrad- und Laufbandtests (Fatouros et al., 2010; Beiter et al., 2011; Beiter et al., 2014; Breitbach et al., 2014) beobachtet. Die parallele Entwicklung der cfDNA- und Laktat-Konzentrationen im Stufentest weist auf die cfDNA als neuen potentiellen Marker für die Leistungsphysiologie hin (Breitbach et al., 2012). Bevor dieser molekulare Marker allerdings für die Leistungsdiagnostik eingesetzt werden kann, müssen zahlreiche offene Fragen zur leistungsphysiologischen Relevanz in unterschiedlichen Belastungssettings geklärt werden.

Ziel des Projekts war es, den Einfluss verschiedener Belastungsformen und -intensitäten auf die cfDNA-Konzentration im Blutplasma von Ausdauer- und Spielsportlern bzw. -sportlerinnen zu bestimmen. Der Vergleich beider Sportlergruppen mit ihren sportartbedingt unterschiedlichen Beanspruchungsprofilen könnte weitere Aussagen bezüglich der Rolle der oben genannten Einflussgrößen auf die cfDNA-Konzentrationen zulassen. Spielsportler bzw. -sportlerinnen dürften mitunter besser an intermittierende Belastungen adaptiert sein, und gerade dieser Sachverhalt könnte mit einer sportartspezifischen Entwicklung der cfDNA-Konzentrationen im Blut in Abhängigkeit der gewählten Belastungsnormative zusammenhängen. Des Weiteren sollen die Veränderungen der cfDNA relativ zu den Änderungen von Laktatkonzentrationen und spiroergometrischen Messgrößen betrachtet werden, um den Nutzen der cfDNA als leistungsdiagnostischen Marker im Vergleich zu klassischen Messgrößen abschätzen zu können. Zu diesem Zweck wurde das Verhalten von cfDNA und Laktat unter intermittierender sowie aerober Belastung analysiert. Um den Einfluss verschiedener Sportarten mit entsprechend unterschiedlicher muskulärer Beanspruchung auf die Akkumulation von cfDNA abzuschätzen, wurde außerdem die cfDNA-Konzentration im Blutplasma bei exzentrischer und konzentrischer Laufausdauerbelastung in einem unter Laborbedingungen simulierten Bergab- oder Bergauf-Lauf gemessen. Zur Abklärung der physiologischen Bedeutung der cfDNA-Anstiege unter körperlicher Belastung sowie der durch cfDNA vermittelten inflammatorischen Wirkung von Sport führten wir in der Kulturschale *(in vitro)* Versuche an Immunzellen mit physiologischen cfDNA-Konzentrationen durch.

2 Methodik

Zur Untersuchung der cfDNA- und Laktat-Akkumulation unter intermittierender Belastung wurden 13 männliche Handballspieler und 13 männliche Hobby-Triathleten (24,7 (±3,1) Jahre) rekrutiert. Die Teilnehmer absolvierten einen Stufentest auf dem Laufband (Start 6 km/h, Steigerung nach 3 Minuten um je 2 km/h bis

zur subjektiven Erschöpfung, Ergebnisse bereits publiziert in Breitbach et al., (2014)) sowie ein Intermittent-Belastungsprotokoll. Jede Stufe war drei Minuten lang und bestand aus insgesamt 12 Intervallen zu jeweils 15 Sekunden. 6 Intervalle umfassten eine jeweils konstante Geschwindigkeit bei 6 km/h, die sechs anderen Intervalle starteten mit 8 km/h, die nach jeder Stufe um 2 km/h bis zur Ausbelastung des Probanden erhöht wurde. Dabei wechselten sich die Intervalle aus konstanten (6 km/h) und gesteigerten Geschwindigkeiten (Start mit 8 km/h) ab.

Für die Untersuchung der cfDNA bei aeroben Belastungen wurden 6 Frauen und 7 Männer (24,4 (±2,9) Jahre) rekrutiert. Mittels Stufentest auf dem Laufband (siehe oben) wurde die Ausdauerleistungsfähigkeit einschließlich individueller anaerober Schwelle (IAT) bestimmt, um in den folgenden Dauerläufen eine aerobe Belastung zu gewährleisten. Die niedrigste IAT lag bei einer Geschwindigkeit von 10,8 km/h, die höchste bei 13,4 km/h (Median 12,8 km/h). Folglich wurde die Geschwindigkeit für die Dauerläufe auf 9,6 km/h festgelegt, sodass alle Teilnehmenden im aeroben Bereich für 40 Minuten am maximalen Laktat-Steady-State (maxlass) liefen. Innerhalb eines Monats nach dem ersten Dauerlauf wurde ein zweiter Dauerlauf unter den gleichen Bedingungen durchgeführt.

Für die Untersuchung der Effekte von konzentrischer und exzentrischer Muskelbeanspruchung wurden 11 männliche Triathleten im Alter von 36,9 (±7,03) Jahren rekrutiert. Die Probanden absolvierten einen Stufentest sowie vier Dauertests unterschiedlicher Intensität und Muskelbeanspruchung auf dem Laufband. Exzentrische Muskelkontraktionen wurden mittels Bergab-Laufen (Steigung -3,5 %), konzentrische mittels Bergauf-Laufen (Steigung +6,5 %) modelliert. Die Probanden absolvierten die Läufe für 30 Minuten bei jeweils 60 und 80 % ihrer maximalen Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}), die zuvor im Stufentest bestimmt wurde.

Zu jedem Zeitpunkt wurden spirometrische Daten im breath-by-breath-Modus (Ausnahme: aerobe Dauertests) sowie die Herzfrequenz aufgenommen. Während aller Tests erfolgten Blutentnahmen zur Bestimmung von Laktat und cfDNA. Die individuelle anaerobe Schwelle (IAT) wurde nach Roecker et al. (1998) bestimmt. Das subjektive Belastungsempfinden wurde über die Borg-Skala abgefragt (Borg 1970). Die Messung der cfDNA-Konzentration aus dem Blutplasma erfolgte nach Breitbach et al. (2014).

Zur Analyse der inflammatorischen Wirkung von cfDNA wurden THP-1 Immunzellen mit aus Sportlern nach körperlicher Belastung isolierter cfDNA stimuliert. Nach 0,5, 1, 3, 6 und 24 Stunden Stimulation wurde die Expression der Zytokine Interleukin-1β (IL-1β), Interleukin-8 (IL-8) und Tumornekrosefaktor-α (TNFα) sowie der Transkriptionsfaktor Nf-kappaB (Nf-kB) untersucht, die laut Literatur nach physischer Belastung erhöht im Blut und den Zellen des Immunsystems vorzufinden sind (Walsh et al., 2011).

3 Ergebnisse

Die Handballspieler und Triathleten reagierten auf die intermittierende Belastung mit einer jeweils 10,3-fachen Erhöhung der cfDNA im Blutplasma. Verglichen mit den stufenförmigen Belastungstests bewirkte die intermittierende Belastung einen 1,58-fach höheren cfDNA-Anstieg. Laktat und VO_{2peak} hingegen zeigten keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Protokollen.

In der konstanten Ausdauerbelastung bei einer Geschwindigkeit von 9,6 km/h wurden bei gleich bleibendem Laktat-Level kontinuierliche Konzentrationsanstiege der cfDNA über die Zeit beobachtet (Abb. 1). Während der letzten 30 Minuten des Laufs stiegen die cfDNA-Konzentrationen in den Testpersonen, deren Laufgeschwindigkeit an der IAT unter dem Median (12,5 km/h) lag (Gruppe G1), um ein 3,46-faches an. Die cfDNA-Level der Teilnehmenden mit einer Laufgeschwindigkeit an der IAT über dem Median (Gruppe G2) stiegen um ein 2,05-faches. Die Laktat-Konzentrationen hingegen änderten sich in beiden Gruppen während des Laufs nicht. Die Korrelation zwischen der subjektiven Belastungsempfindung (RPE) und cfDNA war wesentlich höher (Spearman-Korrelation, $r = 0{,}58$, $p < 0{,}0001$) als zwischen RPE und Laktat (Spearman-Korrelation, $r = 0{,}32$, $p < 0{,}05$). Das Manuskript mit dem Titel „Increases in circulating, cell-free DNA during aerobic running depend on intensity and duration“ zur Veröffentlichung dieser Studie wurde beim Interna-

tional Journal of Sports Physiology and Performance eingereicht und befindet sich aktuell im Begutachtungsverfahren.

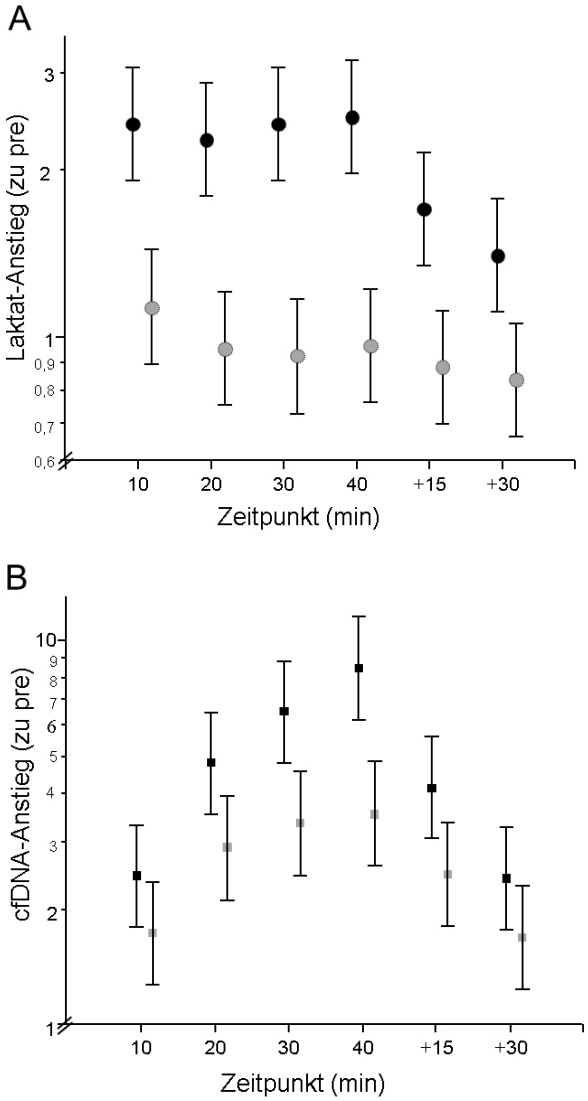


Abb. 1: Anstiege von Laktat (A) und cfDNA (B) relativ zu den Ausgangswerten (pre) während (10–30 min), direkt nach (40 min) sowie nach 15 und 30 Minuten Pause nach einem Dauerlauf bei einer Geschwindigkeit von 9,6 km/h. Dargestellt sind die Mediane sowie die Konfidenzintervalle zum Niveau 95 % der Gruppe G1 (schwarz) und G2 (grau).

Exzentrische und konzentrische Belastungen, die mittels Bergab- und Bergauf-Laufen modelliert und bei verschiedenen Intensitäten (60 und 80 % VO_{2max}) durchgeführt wurden, unterschieden sich hinsichtlich der Konzentrationsänderung von cfDNA, wobei signifikant höhere cfDNA-Werte nach exzentrischer Belastung bei 80 % VO_{2max} erreicht wurden. Auch die Intensität der Belastung beeinflusste die Menge der gebildeten cfDNA. Erst bei Intensitäten von 80 % der VO_{2max} reagierte Laktat mit einem Konzentrationsanstieg, die cfDNA allerdings zeigte schon signifikante Änderungen während Bergab-Laufens bei 60 % VO_{2max} (Abb. 2).

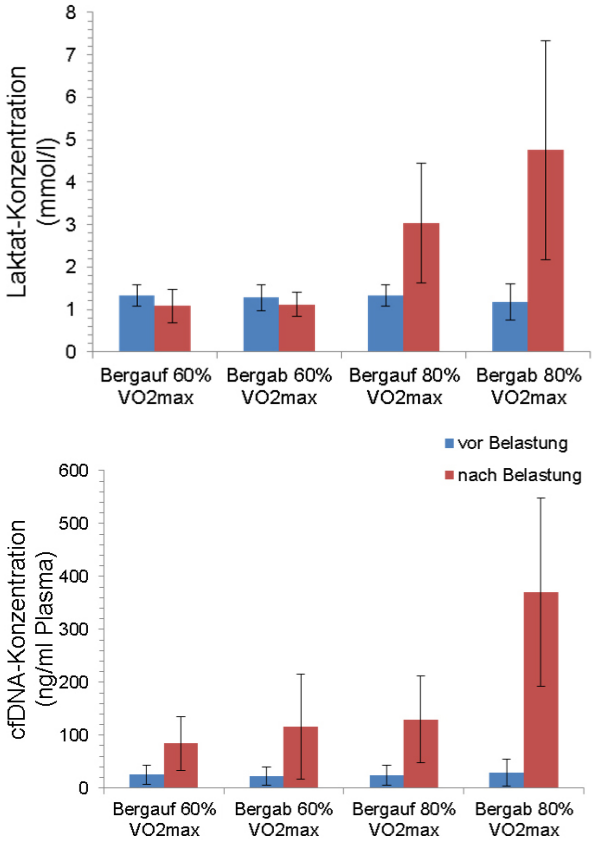


Abb. 2: cfDNA- und Laktat-Konzentrationen in Ruhe (blau) und direkt nach Beendigung (rot) der Dauerläufe bergauf und bergab bei jeweils 60 oder 80 % der VO_{2max}. Angegeben sind Mittelwert und Standardabweichung der Werte aller Testpersonen.

Die Stimulation von THP1-Zellen mit der cfDNA eines ausbelasteten Probanden zeigte deutliche Anstiege in der Expression pro-inflammatorischer Zytokine. Dabei hat wohl vor allem die Kurzzeitstimulation Auswirkung auf die Zytokin-Produktion, da die höchsten Anstiege nach 3 Stunden Stimulation vorlagen (TNFα 7,9-fach, IL-1β 10-fach, IL-8 12-fach, Nf-kB 2,2-fach).

4 Diskussion

Im Vergleich zum klassischen Stufenprotokoll erreichten die untersuchten Spiel- und Ausdauersportler im Intermittent-Test höhere cfDNA-Konzentrationen. In Bezug auf Laktat und spiroergometrischer Parameter wie VO_{2peak} ließ sich allerdings kein Unterschied zwischen beiden Protokollen feststellen. Die erhöhte cfDNA-Akkumulation während intermittierender Belastungen könnte mit dem höheren Energieverbrauch erklärt werden. Unsere Arbeitsgruppe konnte bereits zeigen, dass die cfDNA-Menge im Blutplasma mit dem Energieverbrauch korreliert (Breitbach et al., 2014). Die höhere Belastungsintensität, die sich aus der höheren Maximalgeschwindigkeit im Intermittent-Test (24 km/h) gegenüber des Stufentests (20 km/h) ergab, könnte auch ein Faktor für die Bildung der cfDNA sein. Laktat hingegen bildete die höhere Intensität im Intermittent-Test nicht ab.

Neben der Intensität weisen die Ergebnisse darauf hin, dass auch die Belastungsdauer mit der Anhäufung von cfDNA unter aeroben Belastungen im Zusammenhang steht. Während die Laktat-Konzentrationen während 40-minütiger aerober Dauerläufe nach einem 10-minütigen leichten Anstieg im Folgenden unverändert blieben, wurden kontinuierlich ansteigende cfDNA-Konzentrationen im Blut gemessen. Unter aeroben Belastungen bei niedriger bis moderater Intensität scheint somit die Bildung von cfDNA unabhängig von Laktat stattzufinden.

Die im Weiteren beobachteten quantitativen Unterschiede der cfDNA zwischen Dauerläufen bei 60 und 80 % der VO_{2max} bestätigen den vermuteten Zusammenhang zwischen Belastungsintensität und cfDNA-Akkumulation. Außerdem scheint insbesondere die exzentrische Muskelkontraktion einen Einfluss auf die cfDNA-Konzentration zu haben. Die hohen cfDNA-Konzentrationen, die unter Belastung erreicht wurden, gingen mit einer vergleichsweise schwachen Laktat-Akkumulation einher. Im Vergleich zu etablierten Belastungsmarkern reagiert die cfDNA somit nicht nur sensitiver auf Intensitätsunterschiede, sondern sie weist insbesondere gegenüber Laktat einen höheren Anstieg bei exzentrischer Belastung auf und akkumuliert auch unter einer aeroben Belastung. Somit könnte die cfDNA bei intermittierenden Sportarten mit variierender Intensität und Dauer und häufigen exzentrischen Belastungsanteilen, aber auch immer wieder kehrenden Phasen aerober Belastung, ein wesentlich besserer Belastungsmarker als Laktat sein. Im Rahmen der hier durchgeführten Projekte konnte unsere Arbeitsgruppe das erste Mal zeigen, dass die cfDNA-Akkumulation während körperlicher Betätigung auch mit der Belastungsintensität im Zusammenhang steht. Dabei reagiert die cfDNA im Vergleich zu Laktat sehr sensibel auf eine Intensitätserhöhung. Diese Beobachtung könnte besonders nützlich für das Leistungsmonitoring und die Trainingssteuerung im Bereich der Spielsportarten mit intermittierender Belastung sein. Während Laktat in den kurzen Belastungspausen (z. B. Trabpausen im Spielsport) schon wieder abgebaut wird, scheint die cfDNA stetig zu akkumulieren und damit ein präziseres Abbild der physiologischen Vorgänge zu geben. Dies wird noch dadurch verstärkt, dass die cfDNA besser als Laktat die mit exzentrischen Belastungen verbundene stärkere muskuläre Ermüdung als bei einer konzentrischen Belastung mit gleicher Last abzubilden vermag. In Folgestudien muss diesem Phänomen näher nachgegangen werden, um das Potential der cfDNA als Belastungsmarker im Spielsport und bei intensiveren Trainingsbelastungen klar herauszuarbeiten.

Im Gegensatz zum klassischen metabolischen Marker Laktat kann die cfDNA-basierte Leistungsdiagnostik in Zukunft noch völlig neue Aussagen ermöglichen. Neben quantitativen Aspekten bieten sich auch Möglichkeiten der qualitativen Untersuchung des Markers. Die DNA-Fragmentlängen sowie Sequenzanalysen der DNA liefern potentielle Hinweise auf die zelluläre Herkunft und Freisetzungsmechanismen der cfDNA. Auch die Messung mitochondrialer, zellfreier DNA ist aus sportmedizinischer Sicht interessant, da sie möglicherweise Einblicke zur Funktion der Mitochondrien bietet. Demzufolge dient die cfDNA-Messung nicht nur der Einschätzung des Leistungszustandes des Athleten sondern könnte auch Aussagen zur individuellen gesundheitlichen Verfassung zulassen. Ferner zeigte sich bei Untersuchungen in der Zellkultur an Immunzellen, dass cfDNA nicht nur

ein Abbauprodukt, sondern ein sehr effektiver Stimulus für die Freisetzung pro-inflammatorischer Zytokine ist.

5 Literatur

Atamaniuk J., Stuhlmeier KM., Vidotto C., Tschan H., Dossenbach-Glaninger A. & Müller MM. (2008). Effects of ultra-marathon on circulating DNA and mRNA expression of pro- and anti-apoptotic genes in mononuclear cells. *European journal of applied physiology, 104* (4), 711-717.

Atamaniuk J., Vidotto C., Tschan H., Bachl N., Stuhlmeier KM. & Müller MM. (2004). Increased concentrations of cell-free plasma DNA after exhaustive exercise. *Clinical chemistry, 50* (9), 1668-1670.

Beiter T., Fragasso A., Hudemann J., Niess AM. & Simon P. (2011). Short-term treadmill running as a model for studying cell-free DNA kinetics in vivo. *Clinical chemistry, 57* (4), 633-636.

Beiter T., Fragasso A., Hudemann J., Schild M., Steinacker J., Mooren FC. & Niess AM. (2014). Neutrophils release extracellular DNA traps in response to exercise. *Journal of applied physiology, 117* (3), 325-333.

Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine, 2* (2), 92-98.

Breitbach S., Sterzing B., Magallanes C., Tug S. & Simon P. (2014). Direct measurement of cell-free DNA from serially collected capillary plasma during incremental exercise. *Journal of applied physiology, 117* (2), 119-130.

Breitbach S., Tug S. & Simon P. (2012). Circulating cell-free DNA: an up-coming molecular marker in exercise physiology. *Sports medicine, 42* (7), 565-586.

Fatouros IG., Jamurtas AZ., Nikolaidis MG., Destouni A., Michailidis Y., Vrettou C., Douroudos II., Avloniti A., Chatzinikolaou A., Taxildaris K., Kanavakis E., Papassotiriou I. & Kouretas D. (2010). Time of sampling is crucial for measurement of cell-free plasma DNA following acute aseptic inflammation induced by exercise. *Clinical biochemistry, 43* (16-17), 1368-1370.

Roecker K., Schotte O., Niess AM., Horstmann T. & Dickhuth HH. (1998). Predicting competition performance in long-distance running by means of a treadmill test. *Medicine and science in sports and exercise, 30* (10), 1552-1557.

Walsh NP., Gleeson M., Shephard RJ., Gleeson M., Woods JA., Bishop NC., Fleshner M., Green C., Pedersen BK., Hoffman-Goetz L., Rogers CJ., Northoff H., Abbasi A. & Simon P. (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exercise immunology review, 17*, 6-63.

Projektbezogene Veröffentlichungen

Haller N., Tug S., Breitbach S., Jörgensen A. & Simon P. Increases in circulating, cell-free DNA during aerobic running depend on intensity and duration (submitted in *International Journal of Sports Physiology and Performance*).

Belastbarkeit und Trainierbarkeit aus internistischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Immunsystems bei Nachwuchsleistungssportlerinnen und -sportlern

(AZ 080125/09-15)

Katharina Blume & Bernd Wolfarth (Projektleitung)
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Sportwissenschaft

1 Hintergrund

Leistungssport ist verbunden mit diversen Belastungen auf physischer wie auf psychischer Ebene und hat mannigfaltige Auswirkungen auf die Gesundheit von Athletinnen und Athleten. Ein wichtiges Ziel auf dem Weg in den Spitzensport ist daher ein konsequenter Belastungsaufbau unter Schonung von Ressourcen bei gleichzeitiger Gewährleistung der Gesundheit.

Um eine perspektivisch angelegte und ausbaufähige Wettkampfleistung zu erreichen, ist es von großer Bedeutung, medizinische, biopsychosoziale, entwicklungs- und leistungs-physiologische Parameter von jugendlichen Sportlerinnen und Sportlern zu kennen, zu definieren und zu verifizieren, um zukünftig diese berücksichtigen zu können. Mittels der dadurch entstehenden alters-, geschlechts- und sportartspezifischen Anforderungsprofile hochleistungsorientierter Nachwuchstalente ist eine Sicherung der Belastbarkeit, durch eine systematische Belastungssteuerung, realisierbar.

Inhalt, Zeitpunkt und Auswertung sportmedizinischer Gesundheitsuntersuchungen von Bundeskaderathletinnen und -athleten werden in Deutschland durch den DOSB festgelegt und können, insbesondere im Vergleich zu anderen Ländern, als beispielgebend bezeichnet werden. Dagegen stellt sich die systematische Erfassung von Kenngrößen jugendlicher Athletinnen und Athleten, auf Basis vielschichtiger Ursachen, als lückenhaft dar. Daher war es Ziel, mit einer prospektiv klinisch-wissenschaftlichen Studie die Belastbarkeit von Nachwuchsleistungssportlerinnen und -sportlern zu definieren und die Effekte von Leistungssport auf diese zu untersuchen. Es sollte die Frage nach den notwendigen Voraussetzungen und den begrenzenden Faktoren der Belastbarkeit geklärt werden. Mithilfe dadurch entwickelter Interventionsmöglichkeiten können Überlastungen und Ausfälle bei Sportlerinnen und Sportlern rechtzeitig entgegengewirkt und somit zukünftig gesundheitliche Störungen unter hoher körperlicher Belastung vermieden werden.

Um einen wichtigen Teilbereich der dargestellten komplexen Problematik zu lösen, sollten wesentliche Faktoren, die die Belastbarkeit beeinflussen, dargelegt und interne und externe Einflüsse ausdifferenziert und bewertet werden – mit Schwerpunkt der immunologischen Belastbarkeit.

Infektionen, insbesondere der oberen Atemwege und des Verdauungstraktes, stellen bei der Absicherung der sportlichen Belastbarkeit ein großes potentielles Risiko dar, denn neben Verletzungen des Bewegungsapparates sind diese die Hauptursache für Trainingsausfälle, suboptimale Leistungen und Wettkampfabsagen. In der Literatur wird kontrovers diskutiert, ob, warum und ab welcher Dauer und Intensität sportliche Aktivität mit einem erhöhten Infektrisiko assoziiert ist. Die damit verbundene klinische Relevanz immunologischer Veränderungen bleibt zudem gegenwärtig umstritten. Es konnte bisher keine direkte Korrelation zwischen dem Ausmaß der Veränderungen der Immunantwort und einer erhöhten Infektrate eindeutig aufgezeigt werden, da sowohl die zugrundeliegenden Mechanismen als auch die funktionelle und klinische Bedeutung entspre-

chender belastungsinduzierter Reaktionen teils erst im Ansatz geklärt sind. Übereinstimmend ist derzeit nur davon auszugehen, dass eine körperliche Belastung das Immunsystem mehr oder weniger aktiviert. Abhängig von Umfang und Intensität kann durch sportliche Belastung so eine Stärkung, aber auch eine Schwächung des Immunsystems erreicht werden. Es fehlen jedoch geeignete Methoden für eine individuelle sportimmunologische „Leistungsdiagnostik". Vorhandene Messungen der meist bekannten Immunparameter erfolgen invasiv und benötigen teils besondere methodische Anforderungen, die nicht in die Praxis zur Routinebestimmung umsetzbar sind. Da vor allem die Anwendbarkeit in der Sportpraxis berücksichtigt werden muss, sollten einfache und praktikable Tools entwickelt werden, die Parameter einschließen, die den immunologischen Aspekt der Belastbarkeit widerspiegeln und beeinflussen. Demnach ist die Berücksichtigung sportassoziierter Kenngrößen und Lebensstil-Variablen in der Abschätzung der Infektwahrscheinlichkeit unumgänglich.

Für eine reduzierte Leistungsfähigkeit und eine herabgesetzte Belastbarkeit im Leistungssport werden häufig Epstein-Barr-Virus-Infektionen (EBV) verantwortlich gemacht, besonders wenn Leistungsminderung und unspezifische grippeähnliche Symptome begleitend vorliegen. Dabei können das Virus bzw. die körpereigenen immunologischen Reaktionen auf das Virus auch einen Indikator für den aktuellen Immunstatus darstellen. Dies begründet sich dadurch, dass das Virus nach Primärinfektion lebenslang im Organismus persistiert, eine hohe Seroprävalenz bereits im jugendlichen Alter aufweist und die immunologischen Reaktionen auf die virale Infektion in diesem Fall unkompliziert bestimmt werden können. Auf Grundlage dessen wurden im Rahmen des Projektes die Prävalenz von EBV-Infektionen bei Nachwuchsleistungssportlerinnen und -sportlern bestimmt und EBV-spezifische Parameter in Zusammenhang mit klinischen Daten betrachtet. Dies stellt eine unabdingbare Voraussetzung dafür dar, um zukünftig bei Athleten, Eltern, Trainern und betreuenden Ärzten bezüglich der Thematik aufkommende Verunsicherungen zu minimieren.

Durch die Studie entstand eine bis dato einmalige Datenbasis klinischer, virologischer, leistungsphysiologischer und sportpsychologischer Parameter, welche standardisiert über mehrere Untersuchungszeitpunkte gemessen wurden. Im vorliegenden Bericht wird der Fokus auf die deskriptive Analyse serologischer Parameter und auf eine mögliche Assoziation dieser Kenngrößen zur Klinik jugendlicher Athletinnen und Athleten gelegt. Eine Gesamtauswertung erfolgt an anderer Stelle.

2 Methoden

Beim durchgeführten Projekt handelte es sich um eine beobachtende prospektiv klinisch-wissenschaftliche Studie. Zur Bestimmung und Evaluierung beeinflussender Faktoren der Belastbarkeit erfolgten standardisierte Untersuchungen im Zeitraum von 2010 bis 2014: Sportmedizinische Grund- und Verlaufsuntersuchungen, laborchemische und serologische Proben, Leistungsdiagnostik zur Objektivierung der Leistungsfähigkeit, Sportpsychologische Diagnostiktools, Fragebogenerhebung zu Klinik und Training, u. a..

Beginnend im Herbst 2010 wurden insgesamt 274 Nachwuchsleistungssportlerinnen (N = 100, 36.5 %) und -sportler (N = 174, 63.5 %) rekrutiert. Zur Eingangsuntersuchung befand sich das mittlere Alter bei 13.8±1.6 Jahren (m: 13.6 ± 1.5 J., w: 14.0 ± 1.6 J., p = 0.036; Altersspanne: 9-18 J.). Um eine ausreichende Compliance im Verlauf zu gewährleisten, gehörten die Athletinnen und Athleten einer von 18 Trainingsgruppen an. Vereinzelte Sportlerinnen und Sportler wurden nachfolgend in die Studie eingeschlossen, wenn ein Untersuchungszeitraum von mindestens zwei Jahren gewährleistet war. Um gegebenfalls lokale Besonderheiten aufzeigen zu können, erfolgte die Rekrutierung an mehreren Standorten (*Berchtesgaden, Chiemgau, Dresden, Kempfenhausen, Leipzig, München, Oberstdorf*). Zudem wurden verschiedene Sportarten aus dem Sommer- und Wintersportbereich berücksichtigt, um sportartübergreifende Ergebnisse zu erhalten (Eiskunstlauf, Eisschnelllauf, Fußball, Radsport, Schwimmen, Skilanglauf, Tennis, Turnen, Volleyball, Wasserspringen) – kategorisiert in

drei Sportartgruppen: Ausdauer (49.8 %), Spielsport (40.4 %), Andere (9.8 %).

Die Athletinnen und Athleten erhielten pro Jahr drei Untersuchungen: eine Grunduntersuchung (Dresden, Leipzig, München) und zwei Verlaufsuntersuchungen (lokal an den Trainingsstätten). Ziel war es dabei, die Sportlerinnen und Sportler zu drei verschiedenen Saisonzeitpunkten hinsichtlich der Belastbarkeit zu untersuchen: (1) in der Vorbereitungsperiode, (2) während einem Zeitpunkt der Trainingsintensivierung und (3) in der Wettkampfphase. Um die Belastbarkeit im Längsschnitt zu beurteilen, erfolgten die Untersuchungen über mindestens drei Jahre.

Für die virologische Diagnostik wurden vier Verfahren angewendet: Immunoblot, ELISA, PCR und EBV-spezifische T-Zellanalyse. Das Immunoblot-Verfahren diente der Bestimmung des individuellen EBV-Status aus dem Blutplasma. ELISA erlaubte die quantitative Bestimmung von im Plasma vorhandenen EBV-spezifischen Antikörpern. Die PCR diente dem Nachweis von EBV-DNA aus Zellmaterial. Insgesamt wurden am Athletenkollektiv 1.643 virologische Untersuchungen durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Seroprävalenz im Quer- und Längsschnitt

Bei Betrachtung des Kollektivs zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung (V1, Alter: 13.8 ± 1.6 J.) wiesen 60.9 % eine Durchseuchung mit EBV auf (EBV negativ: 39.1 %, Durchseuchung: 56.9 %, V.a. Reaktivierung 3.6 %, V.a. frische Infektion 0.4 %). Die niedrigsten Gruppenprävalenzen fanden sich beim männlichen Geschlecht (m: 59.2 %, w: 64 %), bei den jungen Sportlern (13-Jährige: 42.6 %, 15-Jährige: 64.8 %, 17-Jährige: 80 %) und bei den signifikant älteren Ausdauerathletinnen/-athleten (Ausdauer: 59.1 %, Spielsport: 61.8 %, Sonstige: 66.7 %). Nach einem mittleren Zeitraum von 2.3 ± 1.1 Jahren erhöhte sich die Seroprävalenz auf 66.5 % (Abb. 1).

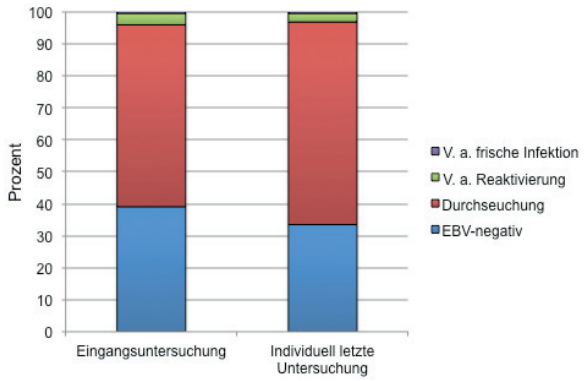


Abb. 1: Darstellung des Serostatus zu Beginn der Studie (Eingangsuntersuchung) und zum Zeitpunkt der individuell letzten Untersuchung (nach 2.3 ± 1.1 Jahren).

3.2 Quantitative IgG-Titer- und PCR-Analyse im Quer- und Längsschnitt

Von den zum Zeitpunkt der Eingangsuntersuchung 167 EBV-positiven Athletinnen und Athleten (60.9 %) konnte bei 88.6 % (N = 148) ein quantitativer IgG-Titer bestimmt werden (IgG-Titer negativ: 1.8 %, IgG-Titer grenzwertig 8.4 %, IgG-Titer methodisch nicht eruierbar: 1.2 %). Dabei lag der mittlere Titerwert bei 167 ± 116 U/l (Spanne 30-810 U/l). Im Vergleich wiesen männliche Athleten (m: 149 ± 90 U/l, w: 197 ± 145 U/l, p = 0.014) und Ausdauersportler (Ausdauer: 157 ± 108 U/l, Spielsport: 174 ± 119 U/l, Sonstige: 188±142 U/l, p = 0.518) niedrigere Titer auf. Das Alter zeigte sich dabei unabhängig (p = 0.096). Bei V. a. Reaktivierung konnten höhere IgG-Titer gefunden werden (363 ± 206 U/l vs. 153±93 U/l, p < 0.001). Eine positive PCR wurde bei 6 Probanden (2.2 %) detektiert.

Zur Beurteilung der IgG-Titer im Längsschnitt wurden Probanden eingeschlossen, wenn mindestens drei Werte im Verlauf vorlagen (N = 142, max. 12 Analysen). Die mittlere Standardabweichung lag bei 30.7 ± 25.1 U/l. Bei Betrachtung der IgG-Titer von Subkollektiven im Längsschnitt zeigte sich, beim Stand der aktuellen Analyse, keine Abhängigkeit zwischen Trainingsphase und IgG-Titer (Bsp.: Fußball V3-V5: p = 0.974, SLL V1-V3: p = 0.876).

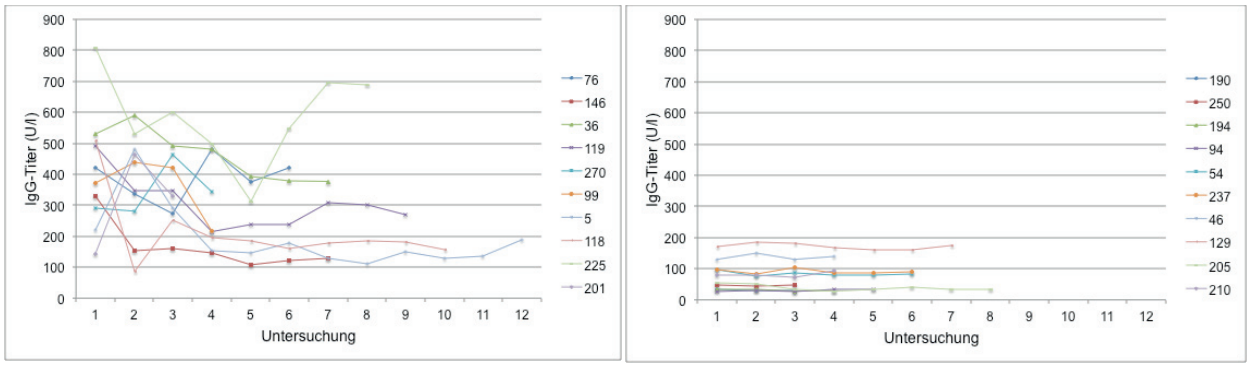


Abb. 2: Darstellung der IgG-Titer im Verlauf. Links: 10 Athleten mit höchster Varianz. Rechts: 10 Athleten mit geringster Varianz.

3.3 Assoziation zwischen EBV-Status/ IgG-Titer und Klinik

Gesundheit - Leistungsfähigkeit

Nach Auswertung aller Fragebögen (N = 1.113) wurde eine mittlere Gesundheit (Skala von 0 bis 100) von 84 ± 14 angegeben (m: 85 ± 14, w: 82 ± 14, p < 0.001). Dabei konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Sportartgruppen aufgezeigt werden (Ausdauer: 85 ± 14, Spielsport: 84 ± 14, Sonstige: 81 ± 15, p = 0.021), im Gegensatz zum EBV-Status (EBV-negativ: 85 ± 13, EBV-positiv: 84 ± 14, p = 0.092). Seronegative Athleten fühlten sich nicht leistungsfähiger (EBV-negativ: 75.7 %, EBV-positiv: 74.7 %). Von allen seropositiven Sportlern und Sportlerinnen, bei denen ein IgG-Titer quantifiziert werden konnte, gaben 26.3 % an, sich nicht leistungsfähig zu fühlen. Hierbei konnte kein Unterschied der IgG-Titer beider Gruppen aufgezeigt werden („nicht leistungsfähig“: 143 ± 112 U/l, „leistungsfähig“: 135 ± 101 U/l, p = 0.379).

Infektanfälligkeit - Training

8.7 % gaben an, infektanfällig zu sein. Dabei stellten das weibliche Geschlecht (72.2 %) und Ausdauerathleten (55.6 %) prozentual den Hauptanteil dar. Der Anteil Infektanfälliger unterschied sich zwischen EBV-negativen (8 %) und -positiven Sportlern (9 %) nicht signifikant. Auch konnte kein signifikanter Unterschied der IgG-Titer zu Nicht-Infektanfälligen aufgezeigt werden (139 ± 110 U/l vs. 135 ± 70 U/l, p = 0.877).

Die mittlere Trainingsstundenanzahl pro Woche lag bei 13.3 ± 5 h. Diejenigen, welche mehr als 14 h wöchentlich trainierten, zeigten einen Anteil Infektanfälliger von 10.4 % (Nicht-Infektanfällige: 7.6 %). Die IgG-Titer zwischen beiden Gruppen differierte dabei nicht signifikant (< 15 h: 134 ± 96 U/l vs. ≥ 15 h: 144 ± 120 U/l, p = 0.408).

Infektbeschwerden - Müdigkeit/Schwäche

9.3 % der Athletinnen und Athleten gaben an, sich „müde“ bzw. „schwach“ zu fühlen; 29.1 % bejahten mindestens ein Infektzeichen (Halsschmerzen/Heiserkeit, Husten, Schnupfen und/oder Fieber). EBV-positiv waren 68.7 % der Sportler, die Müdigkeit angaben, bei Nichtauftreten der Symptomatik 66.4 %. Sowohl bei der Beschwerde Müdigkeit/Schwäche (136 ± 103 vs. 150 ± 112 U/l, p = 0.279) als auch bei Infektzeichen (132 ± 101 vs. 148 ± 111 U/l, p = 0.072) konnte kein signifikanter IgG-Titer-Unterschied zwischen den Gruppen aufgezeigt werden.

4 Diskussion

Weltweit infizieren sich > 95 Prozent der Menschen im Verlauf ihres Lebens mit EBV, bei einer erwartet höchsten Inzidenzrate zwischen dem 15. und 25. Lebensjahr. Die Ergebnisse unseres Gesamtkollektivs zeigen auf, dass in einem mittleren Alter von 13.8 Jahren bereits 60.9 % der jugendlichen Athletinnen und Athleten einen positiven EBV-Serostatus aufweisen. Im Verlauf der Beobachtung stieg, bei im Mittel 16-Jährigen, die Prävalenz auf knapp zwei Drittel. Ausdauerathleten bzw. -athletinnen wiesen, im Vergleich zu anderen Sportartgruppen, die niedrigste Durchseuchungsrate auf. Individuelle Trainingsmodalitäten und somit ein geringerer Kontakt zu anderen Jugendlichen könnte dafür ursächlich sein (Einzelsportart vs. Mannschaftssportart). Um letztendlich eine

valide Aussage treffen zu können, wurden Kontrolluntersuchungen an einem Kollektiv alters- und geschlechts-gematchter Schülerinnen und Schüler durchgeführt. Hierbei konnte kein Unterschied in der Prävalenzrate aufgezeigt werden (deitaillierte Auswertung in Vor- und Folgeveröffentlichungen). In Zusammeschau der vorliegenden Ergebnisse ist davon auszugehen, dass sich die EBV-Prävalenz- und Inzidenzraten von Leistungssportlern im Vergleich zur Gesamtbevölkerung nicht unterscheiden.

In eigenen Vorarbeiten wurden bei erwachsenen Leistungssportlerinnen und -sportlern im Vergleich zu einer Kontrollgruppe erniedrigte Antikörpertiter beobachtet – als mögliches Zeichen einer veränderten Immunkompetenz gegenüber EBV. In der aktuellen Studie wiesen männliche Ausdauersportler die niedrigsten Titerwerte auf. Dagegen konnte, zum Zeitpunkt der aktuellen Auswertung, keine Abhängigkeit der serologischen Parameter zur Trainingsphase und somit Veränderung der Belastung aufgezeigt werden. Bei einer insgesamt ersichtlich niedrigen Varianz der Titer im Verlauf, werden derzeit klinische Korrelationen, insbesondere durch Einzelfallanalyse, überprüft. Die durchgeführten Analysen unterstützen die Annahme, dass aus einer vereinzelten Titerbestimmung keine klinischen Aussagen getätigt werden können. Umso mehr bedarf es weiterer Auswertungen der serologischen Werte im Längsschnitt unter Berücksichtigung von klinischen, leistungsphysiologischen und laborchemischen Parametern.

EBV-Infektionen im Leistungssport werden überwiegend mit negativen Auswirkungen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit in Verbindung gebracht. Im letzten Jahrzehnt wurde der Fokus auf die Bestimmung virologischer Kenngrößen in Athletenkollektiven gelegt. Bis dato fehlt es jedoch an Untersuchungen, ob die bestimmten Parameter eine klinische Relevanz aufweisen. Durch das Projekt entstand eine bis dato einmalige Datenbasis, mit dessen Hilfe laborchemische Kenngrößen mit Faktoren aus bspw. Klinik und Training analysiert und auf potentielle Zusammenhänge untersucht werden können. Nach ersten Auswertungen zeigte sich eine Unabhängigkeit von serologischen Kenngrößen mit klinischen Beschwerden. Um jedoch den Mythos EBV im Leistungssport relativieren zu können, bedarf es aus vorhandener Datenbasis weiteren Analysen.

5 Literatur

Boyum, A., Wiik, P., Gustavsson, E., Veiby, O.P., Reseland, J., Haugen, A.H. & Opstad, P.K. (1996). The effect of strenuous exercise, calorie deficiency and sleep deprivation on white blood cells, plasma immunoglobulins and cytokines. *Scandinavian journal of immunology, 43* (2), 228-235.

Hoffmann, D., Hörterer, H., Wolfarth, B., Reichhuber, C., Nadas, K., Tora, C., Erfle, V., Protzer, U. & Schätzl, H. Elevated Epstein-Barr virs loads coupled with lower antibody titers in competitive athletes. Submitted to Journal of medical virology.

Hohmann, A. (2001). Leistungssportliche Kriterien sportlichen Talents. Leistungssport, 4, 14-22. Hohmann, A. & Carl, K. (2002). Zum Stand der sportwissenschaftlichen Talentforschung.In A. Hohmann, D. Wick & K. Carl (Hrsg.), *Talent im Sport* (S. 3-31). Schorndorf: Hofmann.

Kellmann, M. & Kallus, K.W. (1999). Mood, recovery-stress state, and regeneration. In: M. Lehmann, C. Foster, U. Gastmann, H. Keizer, J.M. Steinacker (eds.), *Overload, fatigue, performance incompe- tence, and regeneration in sport* (pp. 101-117). New York: Plenum.

König, D., Grathwohl, D., Deibert, P., Weinstock, C., Northoff, H. & Berg, A. (2000). Sport und Infekte der oberen Atemwege – Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 51* (7+8), 244-250.

Perna, F.M., Schneiderman, N. & LaPerriere, A. (1997). Psychological stress, exercise and immunity. *International journal of sports medicine, 18* (1), 78-83.

Evaluation diagnostischer Pfade in der Screening-Untersuchung von Nachwuchs- und Hochleistungssportlern mit akuten und chronischen EKG-Veränderungen zur kardialen Risikostratifikation unter besonderer Berücksichtigung der Prävention des plötzlichen Herztodes im Sport

(AZ 080101/11-14)

Katharina Blume & Bernd Wolfarth (Projektleitung)
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Sportwissenschaft

1 Hintergrund

Im Zusammenhang mit dem Plötzlichen Herztod (SCD, *sudden cardiac death*) werden oft in den Medien Schlagwörter wie „junger, gesunder Spitzensportler" und „schicksalhaftes, unerwartetes Ereignis" genannt, was in der Öffentlichkeit zu großer Aufmerksamkeit, aber auch zur Verunsicherung führt. Die positiven Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Gesundheit sind hinlänglich bekannt. Dagegen werden die Effekte eines langjährigen Trainings hoher Intensität kontrovers diskutiert. Im Mittelpunkt des medialen Interesses steht dabei der fragliche Zusammenhang zwischen Leistungssport und dem Plötzlichen Herztod.

Plötzlichen Herztodesfällen bei leistungsfähigen, beschwerdefreien und somit anscheinend gesunden Sportlern oder Sportlerinnen liegen häufig erkennbare Ursachen zugrunde, die durch regelmäßige sportmedizinische Vorsorgeuntersuchungen diagnostiziert werden können. Seit 1980 werden zum Thema Analysen, Empfehlungen und Leitlinien veröffentlicht. Durch die Einführung eines standardisierten Screenings konnte in Italien die Inzidenzrate des SCD um 89 % über 25 Jahre gesenkt werden.

In der Prävention des Plötzlichen Herztodes kommt dem Ruhe-EKG eine besondere Bedeutung zu, da es erste und wertvolle Hinweise auf eine zugrundeliegende Herzerkrankung geben kann. HCM, Myokarditis und ARVC sind die häufigsten Ursachen des SCD vor dem 35. Lebensjahr. Bei diesen Erkrankungen sind in 85 bis 96.5 % der Fälle Veränderungen im EKG zu erwarten. Dennoch wird der Einsatz in der klinischen Praxis zum einen dadurch erschwert, dass bezüglich Anwendung die Leitlinien zwischen Europa und Nordamerika deutlich differieren und, zum anderen, die Diagnostik dadurch erschwert wird, dass ein Großteil der Leistungssportlerinnen bzw. -sportler trainingsbedingte EKG-Veränderungen aufgrund funktioneller und struktureller Anpassungen des Herzkreislaufsystems aufweisen. Eine große Herausforderung in der sportmedizinischen Betreuung und Begutachtung stellt daher die Abgrenzung von physiologischen und pathologischen EKG-Veränderungen bei Leistungssportlerinnen und -sportlern dar.

Ziel vorhandener Leitlinien ist es, *gewöhnliche* von *ungewöhnlichen* EKG-Veränderungen, als potentielle Hinweise auf zugrundeliegende kardiovaskuläre Erkrankungen, zu unterscheiden. In den letzten 15 Jahren wurden zahlreiche Publikationen zu Beurteilungskriterien des EKG veröffentlicht. Durch ständige Aktualisierungen, beispielsweise durch die Anhebung der QTc-Werte, der Berücksichtigung von ethnischen Unterschieden und einer nicht-isolierten Beurteilung von RAE, LAE, LAD, RAD und RVH, konnte eine ansteigende Zuverlässigkeit dieser Kriterien erreicht werden, bei Verbesserung von Spezifität und Sensitivität. Trotz erhöhter

Verlässlichkeit bringen die permanenten Überarbeitungen eine Undurchschaubarkeit für den Untersucher/Anwender in der sportmedizinischen Praxis mit sich.

In Zusammenschau der aktuellen Datenlage ist und bleibt es Ziel, und somit Gegenstand des Projektes, den Zusammenhang zwischen Sportart, Training, Geschlecht, kardialen Anpassungseffekten und pathologischen Ursachen näher einzugrenzen, um eine Differenzierung zwischen Normvarianten und krankhaften Veränderungen zu ermöglichen. Durch eine weiterführende Diagnostik kann der Stellenwert des Ruhe-EKGs in der sportmedizinischen Vorsorgeuntersuchung und im diagnostischen Algorithmus der Detektion kardialer Erkrankungen evaluiert werden. Die dadurch erhaltenen Ergebnisse leisten einen wertvollen Beitrag zur Erstellung zukünftiger Handlungsempfehlungen beim Auftreten von EKG-Veränderungen bei Sportlerinnen und Sportlern, die in die Praxis transferiert werden und somit eine Verbesserung in der Prävention des SCD bewirken können.

2 Methoden

Aufgrund der Bedeutung und der klinischen Relevanz der Thematik, mit potenziellem direkten Transfer in die Praxis, erfolgte eine umfassende Auf- und Bearbeitung – unterteilt in folgende Teilbereiche:

- Um standardisierte Prozesse an allen Untersuchungszentren zu gewährleisten, wurden folgende Tools entwickelt: Darstellung aktueller Leitlinien zur EKG-Interpretation, PocketCard EKG-Interpretation, Details zur EKG-Auswertung und -Kategorisierung, Auswertungsformular zur manuellen EKG-Analyse, Dokumentationsanleitungen für die web-basierte Datenbank, Eingangsfragebogen, und zahlreiche SOPs (Ruhe-EKG, Belastungs-EKG, Langzeit-EKG, Echokardiographie, Kardio-MRT, u. a.), u. a..
- Für das Projekt wurde eine web-basierte Studiendatenbank entwickelt. Dadurch können die Daten, welche pro- und retrospektiv erfasst werden, lokal importiert, zentral gespeichert und für spätere Auswertungen exportiert und analysiert werden. Die pseudonymisierten EKG-Daten, welche als pdf-Datei in der Datenbank gespeichert werden, können von Zweitgutachtern verblindet erneut bewertet und dadurch Kategorisierungsfehler minimiert bzw. vermieden werden. Durch das Zusammenführen dieser Daten in eine zentrale Datenbank entsteht eine bis dato einzigartige Sammlung medizinischer und leistungsphysiologischer Daten nationaler Athletinnen und Athleten.
- Durch ein multizentrisches Netzwerk führender sportmedizinischer Zentren (Freiburg, Heidelberg, Leipzig, München, Potsdam, Saarbrücken, Tübingen, Ulm) werden deutschlandweit Ruhe-EKGs von Athletinnen und Athleten (Alter 18-35 Jahre) im Hinblick auf EKG-Veränderungen untersucht. Bei sowohl pro- als retrospektiver Rekrutierung (Einschlusskriterien: kaukasische Leistungssportlerinnen und -sportler; Trainingslevel: Bundeskader, Landeskader oder vergleichbares Trainings- und Wettkampfniveau; keine bekannten kardiovaskulären Erkrankungen) erfolgt die Bewertung der EKGs, welche meist im Rahmen der sportmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt werden, nach ESC-Leitlinien in Kategorisierungen („normal“/ „gewöhnlich“/ „ungewöhnlich“). Im Falle eines auffälligen EKG-Befundes findet eine ausführliche kardiale Abklärung mittels Echokardiographie,

Kardio-MRT, Langzeit-EKG und weiteren Untersuchungen (standardisierte Fragebogenerhebung, laborchemische Analyse, Leistungsdiagnostik, u. a.) statt. Als Kontrollen werden vergleichbare Athletenkollektive mit „normalem“ EKG und sogenannte im Sport „gewöhnlichen“ EKG-Veränderungen herangezogen.

Der aktive Einschluss der Athletinnen bzw. Athleten begann im Jahr 2012. Dadurch konnten bisher ~200 Probandinnen bzw. Probanden umfänglich untersucht werden. Eine Darstellung der Ergebnisse erfolgt aufgrund der komplexen Analysen, insbesondere der Kardio-MRT-Daten, an gesonderter Stelle.

› Zur Erstellung einer einzigartigen nationalen Datenbank wurden die EKGs sämtlicher Leistungssportlerinnen und Leistungssportler, welche im Zeitraum zwischen 2004 bis 2014 eine sportmedizinische Untersuchung in München oder Leipzig erhielten, gesammelt, nach oben genannten Leitlinien analysiert, manuell und automatisch, und in eine eigens web-basierte Datenbank eingegeben. Zum einen entstand dadurch eine unvergleichbare Datenbasis, zum anderen konnten „auffällige“ Personen für eine weitere kardiale Abklärung rekrutiert werden (siehe (Corrado et al., 2010).

Bis dato wurden dadurch 5.240 EKGs standardisiert ausgewertet und in die Datenbank eingegeben. Dabei fanden nicht nur erwachsene Sportlerinnen und Sportler Berücksichtigung, vielmehr wurde die Auswertung auf weitere Kollektive, welche zum Teil auch im Verlauf der letzten Jahre im Rahmen großer Studien untersucht wurden (BISp-Nachwuchsleistungssport-Studie, DFB-Studie), ausgebaut. Erste Ergebnisse aus diesem Teilbereich werden folgend dargestellt.

3 Ergebnisse

Folgende Ergebnisdarstellung basiert auf der Analyse von 4.366 EKG-Aufzeichnungen. Die EKGs gehören 2.054 Sportlerinnen und Sportlern an (Verlaufsmessungen im Längsschnitt). Das Alter zum Zeitpunkt der Untersuchung lag im Mittel bei 18.1 ± 4.9 Jahren. In Mehrzahl wurden EKGs männlicher Athleten ausgewertet (75.5 % vs. 23.5 %). Die Gesamtdatenbasis umfasst sowohl jugendliche (52.7 %) als auch erwachsene (47.3 %) Leistungssportlerinnen und -sportler.

Die mittlere Ruhe-Herzfrequenz (HF) betrug 63 ± 12 Schläge pro Minute. Dabei erreichten 42 % eine HF unter 60 Schlägen pro Minute. Die mittlere HF unterschied sich signifikant zum einen zwischen den Geschlechtern (m: 63 ± 12/min, w: 64 ± 12/min), zum anderen zwischen jugendlichen und erwachsenen Sportlerinnen und Sportlern (Alter < 18 J.: 66 ± 12 /min, ≥ 18 J.: 60 ± 12/min). Den signifikanten Geschlechterunterschied trat erst im Altersverlauf auf (Alter < 18 J.: $p = 0.517$, ≥ 18 J.: $p < 0.001$).

Die Verteilung der Lagetypen stellte sich wie folgt dar: 64.5 % Steiltyp, 17.2 % Indifferenztyp, 13.5 % Rechtstyp und 3.3 % Linkstyp. Bei 1.5 % trat ein „ungewöhnlicher“ Lagetyp auf (LAD 0.8 %, RAD 0.7 %). Rechts- und Steiltyp nahmen im Altersverlauf ab, Indifferenz- und Linkstyp zu.

Eine ungewöhnliche Vorhofvergrößerung konnte in insgesamt 157 EKGs gefunden werden: LAE 3.5 %, RAE 0.1 %. Dies betraf zu 77.1 % Männer.

Ein AV-Block I° konnte in 3.2 % der Fälle detektiert werden. Dabei erhöhte sich das Auftreten mit Zunahme des Alters (Alter < 18 J.: 1.3 %, ≥ 18 J.: 5.3 %). Nur bei einem Sportler konnte eine PQ-Zeit von größer 300 ms gemessen werden. Im Gegensatz zum AV-Block I° trat eine verkürzte PQ-Zeit (≤ 120 ms) im Altersverlauf seltener auf (Gesamt: 7.5 %, Alter < 18 J.: 9.7 %, ≥ 18 J.: 5.1 %). Nur in 4.5 % der Athleten mit einer PQ-Zeit kleiner gleich 120 ms trat zusätzlich eine Delta-Welle auf.

Die QRS-Dauer stellte sich wie folgt dar: 93.3 % < 110 ms, 5.7 % 110-119 ms und 1 % ≥ 120 ms. Insgesamt traten bei 25.7 Prozent der Athletinnen und Athleten ein inkompletter Rechtsschenkelblock (IRSB) auf. Dabei konnte bereits bei unter 15-Jährigen ein IRSB-Anteil von 22.3 % gefunden werden. Deutlicher ist ein Geschlechterunterschied zu sehen: männlich 82.1 %, weiblich 17.9 %.

Ein positiver Sokolow-Lyon-Index (SLI) trat bei 9.6 % der Sportlerinnen und Sportler auf, eine rechtsventrikuläre Hypertrophie dagegen nur bei 0.5 %. Bei Anhalt für linksventrikuläre Hypertrophie (SLI ≥ 3.5 mm) handelte es sich in 98.1 % der Fälle um männliche Athleten.

Bei 12 Athleten traten in mind. zwei relevanten Ableitungen Q-Zacken auf (> 3 mm und/oder > 40 ms). Dabei handelte es sich nur um männliche Athleten, vorwiegend im Nachwuchsalter (66.7 %).

Das Kriterium einer relevanten T-Negativierung wird erfüllt, wenn in mindestens zwei Ableitungen präkordial, inferior oder lateral T-Negativierungen auftreten. Dabei bleiben die Ableitungen III, V1 und aVR unberücksichtigt. Bei Beachtung dessen, waren bei 2.2 % signifikante T-Negativierungen ersichtlich. Der größte Anteil konnte dabei in den präkordialen Ableitungen gefunden werden (präkordial: 86.6 %, inferior: 13.4 %, lateral: 3.1 %; Mehrfachauftreten möglich). Insgesamt traten laterale (0.1 %) und inferiore T-Negativierungen (0.3 %) selten auf. Das Auftreten relevanter T-Negativierungen war im Nachwuchsalter (2.3 vs. 2.1 %) und beim weiblichen Geschlecht (2.6 vs. 2.1 %) erhöht.

Bei Berücksichtigung der dargestellten Kriterien handelte es sich bei 15.6 % um ein „ungewöhnliches", bei 51.1 % um ein „gewöhnliches" und bei 33.3 % um ein „normales" EKG. Die Anzahl „gewöhnlicher" Fälle nahm im erwachsenen Alter zu (58.8 % vs. 44.2 %), die der „ungewöhnlichen" ab (14.6 % vs. 16.4 %). Ein „normales" EKG trat vorwiegend beim weiblichen Geschlecht auf (41.8 % vs. 30.7 %). In 61.2 % der Fälle trat mindestens eine „gewöhnliche", bei 16.2 % zwei und bei 1.5 % drei EKG-Veränderungen auf. Dagegen zeigten nur 0.9 % bzw. 0.1 % zwei bzw. drei ungewöhnliche EKG-Veränderungen gleichzeitig.

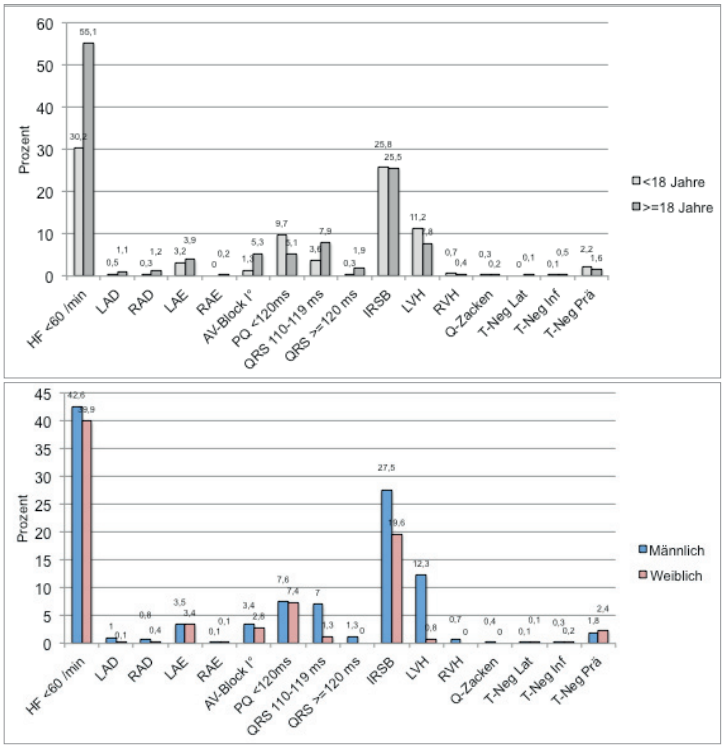


Abb. 1 und 2: Grafische Darstellung der Prävalenzen „gewöhnlicher" und „ungewöhnlicher" EKG-Veränderungen – unterteilt in Altersgruppen (Abb. 1) und Geschlecht (Abb. 2).
Abkürzungen: HF = Herzfrequenz, LAD = Left Atrial Deviation, RAD = Right Atrial Deviation, LAE = Left Atrial Enlargement, RAE = Right Atrial Enlargement, IRSB = Inkompletter Rechtsschenkelblock, LVH = Linksventrikuläre Hypertrophie, RVH = Rechtsventrikuläre Hypertrophie, Lat = Lateral, Inf = Inferior, Prä = Präkordial.

4 Diskussion

Im vorliegenden vorläufigen Bericht wurden die ersten Ergebnisse der Datenanalyse, welche im Rahmen der BISp-EKG-Studie erfolgte, dargestellt. Die retrospektive EKG-Auswertung und -Aufarbeitung war essentieller Bestandteil zum Erreichen des ausgegebenen Zieles, eine bis dato einzigartige Sammlung medizinischer und leistungsphysiologischer Daten nationaler Athletinnen und Athleten zu erhalten. Daraus resultierende Ergebnisse können in die Praxis transferiert werden und leisten damit einen wichtigen Beitrag in der Prävention des Plötzlichen Herztodes.

Durch ständige Aktualisierung von Leitlinien empfohlener Kriterien konnte die Prävalenz ungewöhnlicher EKG-Veränderungen von 22 % (*ESC*) auf 12 % (*Seattle*) und schließlich 5 % (Sheikh et al., 2014) gesenkt werden. In dargestellter Analyse wurden 15.6 % der Athleten-EKGs als „ungewöhnlich“ kategorisiert. Dieses Ergebnis war zum einen durch die Anwendung der ESC-Kriterien 2010, zum anderen durch die Einbindung jugendlicher Nachwuchsleistungssportlerinnen und -sportler zu erwarten. Dies wird exemplarisch bei den Kriterien der ventrikulären Präexzitation und der T-Negativierungen deutlich: Anhand der ESC-Leitlinien 2005/2010 ist eine PQ-Dauer kleiner gleich 120 ms als ventrikuläre Präexzitation (VP) zu werten. Das entsprach 7.5 Prozent der analysierten EKGs. Nach den Seattle-Kriterien (2013) ist für die Erfüllung der VP eine ersichtliche Delta-Welle obligat zzgl. eine QRS-Dauer größer 120 ms. Bei Anwendung dessen würde sich die Prävalenz auf 0.4 bzw. auf 0.05 % reduzieren. Präkordiale T-Negativierungen werden als ungewöhnlich gewertet, wenn in mindestens zwei relevanten Ableitungen (V2, V3, V4) T-Negativierungen auftreten. Bei Berücksichtigung von V1 würde sich die Prävalenz von 1.9 auf 5.6 Prozent erhöhen. Häufigste „ungewöhnliche“ EKG-Veränderung im Nachwuchsleistungssport ist das Auftreten einer PQ-Zeit kleiner gleich 120 ms (9.7 %). Im Vergleich erfüllen nur 5.1 Prozent der erwachsenen Sportlerinnen und Sportler dieses Kriterium.

Bei Betrachtung der Ergebnisse wird ersichtlich, dass „ungewöhnliche“ Veränderungen kaum eine Altersabhängigkeit aufweisen, im Gegensatz zu den „gewöhnlichen“ (Sinusbradykardie, AV-Block I°, IRSB, LVH). Dies beruht auf durch das Training bedingte funktionelle und strukturelle Veränderungen des Herzkreislaufsystems. Mit Anzahl der Trainingsjahre, insbesondere bei Ausdauerathleten bzw. -athletinnen, ist eine Erhöhung des Vagotonus zu erwarten, wodurch wiederum die Prävalenz der Sinusbradykardie zunimmt. Bei Anwendung am analysierten Kollektiv ergibt sich: Alter < 15 J.: 21.7 %, 15-17 J.: 37 %, 18-23 J.: 50.5 %, ≥ 24 J.: 66.4 %. Dennoch sollten auch „gewöhnliche“ Veränderungen Beachtung finden, speziell wenn Symptome angegeben und/oder keine Vereinbarkeit zur Trainingsanamnese vorhanden ist.

Die vorliegenden Ergebnisse leisten einen ersten wichtigen Beitrag in der sportkardiologischen Charakterisierung von Leistungssportlerinnen und -sportlern unterschiedlicher Altersbereiche und Sportartenzugehörigkeit. Unter zukünftiger Einbindung weiterer Parameter (laborchemisch, leitungsphysiologisch, u. a.) und weiterführender kardialer Abklärung eines Subkollektivs (prospektive *BISp-EKG-Studie*) können nationale Handlungsempfehlungen erstellt und zur Prävention des Plötzlichen Herztodes genutzt werden.

5 Literatur

Corrado, D., Pelliccia, A., Heidbuchel, H., Sharma, S., Link, M., Basso, C., Biffi, A., Buja, G., Delise, P., Gussac, I., Anastasakis, A., Borjesson, M.,Bjornstad, H.H., Carre, F., Deligiannis, A., Dugmore, D., Fagard, R., Hoogsteen, J., Mellwig, K.P., Panhuyzen-Goedkoop, N., Solberg, E.,Vanhees, L., Drezner, J., Estes, N.A. 3rd, Iliceto, S., Maron, B.J., Peidro, R., Schwartz, P.J., Stein, R., Thiene, G., Zeppilli, P. & McKenna, W.J. (2010). Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *European heart journal, 31*, 243-259.

Drezner, J.A., Ackerman, M.J., Anderson, J., Ashley, E., Asplund, C.A., Baggish, A.L., Borjesson, M., Cannon, B.C., Corrado, D., DiFiori, J.P.,Fischbach, P., Froelicher, V., Harmon, K.G., Heidbuchel, H., Marek, J., Owens, D.S., Paul, S., Pelliccia, A., Prutkin, J.M., Salerno, J.C., Schmied, C.M., Sharma, S., Stein, R., Vetter, V.L. & Wilson, M.G. (2013a). Electrocardiographic interpretation in athletes: the "Seattle criteria". *British journal of sports medicine, 47*, 122-124.

Drezner, J.A., Ackerman, M.J., Cannon, B.C., Corrado, D., Heidbuchel, H., Prutkin, J.M., Salerno, J.C., Anderson, J., Ashley, E., Asplund, C.A.,Baggish, A.L., Borjesson, M., DiFiori, J.P., Fischbach, P., Froelicher, V., Harmon, K.G., Marek, J., Owens, D.S., Paul, S., Pelliccia, A., Schmied, C.M., Sharma, S., Stein, R., Vetter, V.L. & Wilson, M.G. (2013b). Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of primary electrical disease. *British journal of sports medicine, 47*, 153-167.

Drezner, J.A., Ashley, E., Baggish, A.L., Borjesson, M., Corrado, D., Owens, D.S., Patel, A., Pelliccia, A., Vetter, V.L., Ackerman, M.J., Anderson, J.,Asplund, C.A., Cannon, B.C., DiFiori, J., Fischbach, P., Froelicher, V., Harmon, K.G., Heidbuchel, H., Marek, J., Paul, S., Prutkin, J.M., Salerno, J.C., Schmied, C.M., Sharma, S., Stein, R. & Wilson M. (2013c). Abnormal electrocardiographic findings in athletes: recognising changes suggestive of cardiomyopathy. *British journal of sports medicine, 47*, 137-152.

Drezner, J.A., Fischbach, P., Froelicher, V., Marek, J., Pelliccia, A., Prutkin, J.M., Schmied, C.M., Sharma, S., Wilson, M.G., Ackerman, M.J., Anderson, J., Ashley, E., Asplund, C.A., Baggish, A.L., Borjesson, M., Cannon, B.C., Corrado, D., DiFiori, J.P., Harmon, K.G., Heidbuchel, H., Owens, D.S.,Paul, S., Salerno, J.C., Stein, R. & Vetter, V.L. (2013d). Normal electrocardiographic findings: recognising physiological adaptations in athletes. *British journal of sports medicine, 47*, 125-136.

Maron, B.J., Winkel, G.G. & Tfelt-Hansen, J. (2015). Perspectives on cardiovascular screening. *Journal of the American Medical Association, 313*, 31-32.

Pelliccia, A., Maron, B.J., Culasso, F., Di Paolo, F.M., Spataro, A., Biffi, A., Caselli, G. & Piovano, P. (2000). Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation, 102*, 278-284.

Sheikh, N., Papadakis, M., Ghani, S., Zaidi, A., Gati, S., Adami, P.E., Carre, F., Schnell, F., Wilson, M., Avila, P., McKenna, W. & Sharma, S. (2014).Comparison of electrocardiographic criteria for the detection of cardiac abnormalities in elite black and white athletes. *Circulation, 129*, 1637-1649.

Sportmedizinische Untersuchungsbögen im deutschen Spitzensport

(AZ 080102/15)
Florian Bath & Bernd Wolfarth (Projektleitung)
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Sportwissenschaft

1 Problem

Sportliche Höchstleistungen im Spitzensport können von Sportlern und Sportlerinnen nur auf der Grundlage eines sehr guten Gesundheitszustandes vollbracht werden. Sichergestellt wird dies einerseits durch eine umfangreiche medizinische Betreuung, Behandlung und Beratung im täglichen Trainings- und Wettkampfbetrieb. Zum anderen werden im Leistungssport zur Wahrung der Gesundheit eines jeden Sportlers bzw. einer jeden Sportlerin sportmedizinische Untersuchungen durchgeführt. Diese Untersuchungen sind präventiver Natur und erlauben eine Einschätzung der Sporttauglichkeit des Athleten bzw. der Athletin. Für die Durchführung solcher Untersuchungen wurden bestimmte Standards in Form von Untersuchungsbögen von verschiedenen Institutionen festgelegt.

Ziel des Projektes war es, der grundlegenden Frage nachzugehen, welche sportmedizinischen Untersuchungsbögen im deutschen Spitzensport überhaupt existieren? Außerdem war von Interesse, wie die entsprechenden Bögen eingesetzt und ausgewertet werden und welche technologischen Grundlagen hierfür vorliegen. In die Recherche einbezogen wurden dabei alle olympischen Spitzenverbände, außer die Spitzenverbände für die Spielsportarten Fußball, Basketball, Eishockey und Handball. Die gefundenen Untersuchungsbögen wurden anschließend mit Hilfe internationaler Empfehlungen kardiologischer Fachgesellschaften bewertet und mit dem Untersuchungsbogen des Internationalen Olympischen Komitees (IOC) verglichen.

2 Methode

Die methodische Vorgehensweise gliedert sich in zwei Teile:

1. Internetrecherche und
2. Fragebogenerhebung.

Mit Hilfe der Internetrecherche wurde auf den jeweiligen Homepages der entsprechenden Institutionen nach veröffentlichten sportmedizinischen Untersuchungsbögen gesucht. Die Internetseiten folgender Institutionen waren Bestandteil der Recherche:

- Deutscher Olympischer Sportbund,
- alle olympischen Spitzenverbände (ausgenommen Deutscher Fußball-Bund, Deutscher Basketball Bund, Deutscher Eishockey-Bund und Deutscher Handballbund; zusammen 30 Spitzenverbände) und
- alle 16 Landessportbünde.

Per Stichwortsuche (Untersuchung, Vorsorge, Medizin, ärztlich) wurden die einzelnen Homepages inklusive aller relevanten Dokumente (z. B. Verbandsordnungen) systematisch untersucht. Neben den gefundenen Untersuchungsbögen wurden auch allgemeinen Vorgaben der Verbände zu den sportmedizinischen Untersuchungen im Leistungssport auszugsweise (als Zitat) in die Ergebnisbetrachtung mit einbezogen.

Der für die Erhebung konzipierte Fragebogen richtete sich an die 30 Spitzenverbände, um von ihnen Auskünfte zur sportmedizinischen Untersuchung, zum verwendeten Bogen und dessen Einsatz, zur Datenauswertung und zu den technologischen Grundlagen zu erhalten. Der Fragebogen beinhaltete 12 Fragen, die entweder elektronisch oder schriftlich beantwortet werden konnten. Die Konzeption des Fragebogens sah für jede Frage mögliche Antwortvorgaben vor, die wiederum aber auch durch offene Antworten ergänzt werden konnten. Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung wurden sowohl als absolute als auch relative Angaben dargestellt.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung der Internetrecherche

Für die einzelnen Spitzenverbände konnten keine eigenständigen Untersuchungsbögen ausfindig gemacht werden. Neben dem offiziellen Untersuchungsbogen des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB) wurden lediglich auf der Ebene der Landessportbünde (LSB) weitere veröffentlichte Bögen gefunden.

Untersuchungsbogen des DOSB

Der sportmedizinische Untersuchungsbogen des DOSB (2014a) unterliegt einer ständigen Weiterentwicklung und soll generell als Untersuchungsstandard für die jährliche Grunduntersuchung der Bundeskaderathleten (A-, B-, C-Kader) fungieren. Laut dem Bogen unterteilt sich die sportmedizinische Gesundheitsuntersuchung grundsätzlich in eine internistische und orthopädische Gesundheitsbeurteilung. Zusätzlich kann in einigen Sportarten eine sportartspezifische leistungsphysiologische Untersuchung durchgeführt werden. Des Weiteren sind Zusatzuntersuchungen beim Vorliegen einer medizinischen Indikation möglich.

Bestandteile der internistisch-allgemeinmedizinischen Untersuchung sind im Wesentlichen eine kurze Trainingsanamnese, eine klinische (körperliche) Untersuchung, ein Ruhe-EKG, ein Belastungs-EKG und Laboruntersuchungen (Blut- und Urinstatus). Eine Echokardiographie ist bei der ersten sportmedizinischen Gesundheitsuntersuchung ebenfalls ein fester Untersuchungsbestandteil. Normalerweise wird sie alle zwei Jahre wiederholt, bei vorhandenen Auffälligkeiten sogar jedes Jahr (DOSB, 2014b). Außerdem ist für Athletinnen eine gynäkologische Befragung und Beratung vorgesehen. Eine mögliche Leistungsdiagnostik wird durch ein ergometrisches oder spezifisches Testverfahren vollzogen. Der orthopädische Abschnitt der Untersuchung dient der Beurteilung des Haltungs- und Bewegungsapparates. Je nach Sportart wird eine kleine oder große orthopädische Untersuchung durchgeführt. Beide Untersuchungen stellen eine Ganzkörperuntersuchung dar, wobei die große orthopädische Untersuchung deutlich ausführlicher ausfällt.

Untersuchungsbögen der Landessportbünde

Die sportmedizinische Erfassung beginnt schon bei den Nachwuchsathleten und -athletinnen (C/D-, D-Kader). In der Verantwortung der Landessportbünde sollen Eingangsuntersuchungen und jährliche Grunduntersuchungen durchgeführt werden. Die Untersuchungsinhalte sollen prinzipiell mit der Gesundheitsuntersuchung der Bundeskaderathleten und -athletinnen übereinstimmen, damit bei einem möglichen Übergang aus dem Landeskader in den Bundeskader schon vergleichbare Daten vorhanden sind (DOSB, 2014b). Hierzu existieren auch in einigen Landessportbünden eigenständig konzipierte Untersuchungsbögen. Folgende im Internet veröffentlichte Bögen wurden ausfindig gemacht:

- sportmedizinischer Untersuchungsbogen des LSB Hessen (o. J.),
- sportmedizinischer Untersuchungsbogen des LSB Nordrhein-Westfalen (2012) und
- sportmedizinischer Untersuchungsbogen des LSB Thüringen (o. J.).

Vorgaben der Spitzenverbände zu sportmedizinischen Untersuchungen

Bei der Mehrzahl der Spitzenverbände konnten vorwiegend in den offiziellen Verbandsordnungen allgemeine Vorgaben zu den sportmedizinischen Untersuchungen gefunden werden. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass bei vie-

len Spitzenverbänden die Durchführung einer sportmedizinischen Untersuchung bzw. einer Tauglichkeitsuntersuchung die Voraussetzung für eine Wettkampfteilnahme ist. Wobei bei einigen Verbänden auch schon der Nachweis eines Gesundheitszeugnisses oder einer anderen allgemeinen Gesundheitsbeurteilung ausreichend ist. Eine Differenzierung zwischen den Sportlern bzw. Sportlerinnen, z. B. nach dem Leistungslevel, fand nicht bei allen Verbänden statt.

3.2 Auswertung der Fragebogenerhebung

Von den 30 Spitzenverbänden beteiligten sich 17 an der Umfrage. Wie schon durch die Ergebnisse der Internetrecherche zu erwarten war, konnte kein Spitzenverband, der einen eigenständigen Untersuchungsbogen innerhalb seiner Kaderuntersuchungen verwendet, ausfindig gemacht werden. Alle 17 Spitzenverbände gaben an, den sportmedizinischen Untersuchungsbogen des DOSB zu kennen und zu nutzen. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass die Antworten der Spitzenverbände zu den Untersuchungsinhalten mit den Vorgaben des DOSB übereinstimmen. 16 Spitzenverbände verwenden den DOSB-Bogen als einheitlichen Standard, was als sehr positiv zu erachten ist, denn einheitliche Vorgaben begünstigen eine Vergleichbarkeit der erhobenen Daten. Lediglich ein Spitzenverband betrachtet den Untersuchungsbogen als unverbindlichen Leitfaden. Die Dokumentation der Untersuchungsdaten erfolgt sowohl schriftlich (88,24 %) als auch elektronisch (64,71 %). Ein Großteil der Spitzenverbände nutzt also sogar beide Erfassungsformen. 7 der 17 Verbände verwenden für die Speicherung der Daten außerdem eine Datenbank. Außerdem verwenden drei Spitzenverbände die erhobenen Daten zusätzlich für statistische Auswertungen.

4 Diskussion

4.1 Bewertung hinsichtlich internationaler Empfehlungen

Im wissenschaftlichen Diskurs wird vor allem aus kardiologischer Sicht der Frage nachgegangen, welche Untersuchungsinhalte fester Bestandteil sogenannter sportmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen sein sollen. Ziel dieser besagten Untersuchungen ist es, den plötzlichen Herztod (Sudden cardiac death) im Sport zu vermeiden, indem mögliche gefährdete Athleten oder Athletinnen durch ein systematisches Screening im Voraus entdeckt werden.

Die European Society of Cardiology (ESC) empfiehlt ein routinemäßiges Screening junger Athleten und Athletinnen durch eine Anamnese (persönliche Anamnese und insbesondere Familienanamnese), eine körperliche Untersuchung und ein Ruhe-EKG (12-Kanal-EKG). Ihre Empfehlungen stützt die ESC hierbei auf italienische Daten, die durch die Durchführung systematischer Screenings bei Athleten bzw. Athletinnen in einem Zeitraum von 25 Jahren gesammelt wurden (Corrado et al., 2005). Die Empfehlungen der American Heart Association (AHA) sehen hingegen keinen routinemäßigen Einsatz eines Ruhe-EKG vor, sondern empfehlen diesen nur bei entsprechender Indikation. Begründet wird dies unter anderem mit der geringen Kosten-Nutzen-Relation und möglichen EKG-Fehlinterpretationen, die zu falschen Befunden führen können (Maron et al., 1996; Maron et al., 2007).

Die Untersuchungsinhalte des DOSB innerhalb der jährlichen Bundeskaderuntersuchungen entsprechen aus kardiologischer Sicht den Empfehlungen der ESC und gehen sogar über diese Vorgaben hinaus, denn neben dem routinemäßigen Einsatz eines Ruhe-EKG wird auch ein Belastungs-EKG und alle zwei Jahre eine Echokardiographie bei allen Athleten und Athletinnen durchgeführt (DOSB, 2014a; DOSB, 2014b).

4.2 Vergleich mit IOC-Untersuchungsbogen

Die Medizinische Kommission des IOC (2009a) veröffentlichte in ihrem Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes Empfehlungen für die Inhalte sportmedizinischer Gesundheitsuntersuchungen bei Spitzensportlern und -sportlerinnen. Mit der Stellungnahme wurde zugleich ein Untersuchungsbogen (Athlete Periodic Health Evaluation Form) publiziert (IOC Medical Commission, 2009b). Nach den Empfehlungen des IOC besteht die Untersuchung aus einer sehr ausführlichen Anamnese (Medical history) und einer körperlichen Untersuchung (Physical examination). Ein Ruhe-EKG

(12-Kanal-EKG) ist ebenfalls fester Bestandteil der Untersuchung. Ein Belastungs-EKG und eine Echokardiographie sind routinemäßig nicht vorgesehen, sondern nur bei entsprechenden Auffälligkeiten (IOC Medical Commission, 2009a; IOC Medical Commission, 2009b). Vergleicht man nun diese Empfehlungen des IOC mit den Untersuchungsinhalten des DOSB, so ist festzuhalten, dass die Standards des IOC vom DOSB nicht nur erfüllt, sondern auch weit übertroffen werden. So ist laut DOSB nicht nur ein Ruhe-EKG routinemäßig vorgesehen, sondern auch ein Belastungs-EKG und in der Regel alle zwei Jahre sogar eine Echokardiographie (DOSB, 2014a; DOSB, 2014b).

Das IOC empfiehlt außerdem ausdrücklich bei der Anamnese und körperlichen Untersuchung bei Sportlerinnen auf alle drei möglichen Komponenten einer weiblichen athletischen Triade zu achten (IOC Medical Commission, 2009a; IOC Medical Commission, 2009b). Auch in dieser Hinsicht erfüllt der DOSB die Vorgaben des IOC, denn Athletinnen erfahren unter anderem durch die gynäkologische Befragung und Beratung besondere Beachtung (DOSB, 2014a; DOSB, 2014b). Auch der ausführliche orthopädische Untersuchungsabschnitt erfüllt deutlich die Vorgaben des IOC hinsichtlich des Muskel-Skelett-Systems. Bezüglich leistungsphysiologischer Untersuchungsinhalte hebt sich der DOSB-Bogen deutlich vom IOC ab, denn der DOSB sieht diese Untersuchungsinhalte in einigen Sportarten vor (DOSB, 2014b).

Die Medizinische Kommission des IOC (2009a) geht in ihrem Consensus Statement unter anderem noch besonders auf Gehirnerschütterungen im Sport ein. So soll im Rahmen der Anamnese ein Schwerpunkt auf der Befragung des Athleten bzw. der Athletin zu Gehirnerschütterungen liegen. Somit sollen diejenigen, die in ihrer Sportart einem erhöhten Risiko ausgesetzt, sind eine Gehirnerschütterung zu erleiden, identifiziert werden. Eine Befragung von Athletinnen und Athleten zu Gehirnerschütterungen ist vom DOSB nicht explizit vorgesehen. So erfüllt der aktuelle DOSB-Bogen hierbei nicht die vom IOC empfohlenen Standards zu Gehirnerschütterungen, die im Übrigen auch in amerikanischen Untersuchungsbögen starke Beachtung finden (AAP, 2010), und bietet Verbesserungspotenzial.

5 Literatur

AAP. (Ed.). (2010). *Preparticipation Physical Evaluation Form* (4th Edition). 1-4. Zugriff am 28. Mai 2015 unter https://www.aap.org/en-us/professional-resources/practice-support/Documents/Preparticipation-Physical-Exam-Form.pdf

Corrado, D., Pelliccia, A., Bjørnstad, H.H., Vanhees, L., Biffi, A., Borjesson, M., Panhuyzen-Goedkoop, N., Deligiannis, A., Solberg, E., Dugmore, D., Mellwig, K. P., Assanelli, D., Delise, P., van-Buuren, F., Anastasakis, A., Heidbuchel, H., Hoffmann, E., Fagard, R., Priori, S.G., Basso, C., Arbustini, E., Blomstrom-Lundqvist, C., McKenna, W.J. & Thiene, G. (2005). Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: Proposal for a common European protocol. Consensus Statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *European heart journal, 26* (5), 516-524.

DOSB. (2014a). *Sportmedizinischer Untersuchungsbogen*. 1-8. Zugriff am 16. Juni 2015 unter https://www.dosb.de/fileadmin/fm-dosb/arbeitsfelder/leistungssport/Konzepte/U-Bogen-Formular_V4_neues_Logo.pdf

DOSB. (2014b). *Sportmedizinische Konzeption*. 1-11. Zugriff am 16. Juni 2015 unter https://www.dosb.de/fileadmin/fm-dosb/arbeitsfelder/leistungssport/Konzepte/sportmedizin_konzept_200114.pdf

IOC Medical Commission. (2009a). *The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes*. 1-36. Zugriff am 10. April 2015 unter http://www.olympic.org/assets/importednews/documents/en_report_1448.pdf

IOC Medical Commission. (2009b). *Athlete Periodic Health Evaluation Form*. 1-5. Zugriff am 10. April 2015 unter http://www.olympic.org/Documents/Commissions_PDFfiles/Medical_commission/Athlete_PHE_form.pdf

LSB Hessen. (o. J.). *Sportmedizinischer Anamnese- und Untersuchungsbogen*. Zugriff am 08. Juni 2015 unter http://www.landessportbund-hessen.de/fileadmin/bereich_lsbh/Leistungssport/Downloads/Untersuchungsbogen_Seite_1.pdf

LSB Nordrhein-Westfalen. (2012). *Leistungssport 2020 – Förderung von Eliten und Nachwuchs in NRW. Teilkonzept „Sportmedizinisches und leistungsdiagnostisches Untersuchungssystem für Landeskader und Nachwuchssportlerinnen und -sportler in Nordrhein-Westfalen“*. 1-24. Zugriff am 09. Juni 2015 unter http://www.lsb-nrw.de/fileadmin/daten/lsb/downloads/Leistungssport/Download/Leistungssport %202020 %20- %20Teilkonzept %20 Sportmedizin.pdf

LSB Thüringen. (o. J.). *Sportärztlicher Untersuchungsbogen D-Kader*. 1-6. Zugriff am 11. Juni 2015 unter http://cms.thueringen-sport.de/cms/upload/downloads/Sportwelten/Leistungssport/Untersuchungsbogen_-_sportmedizinische_Untersuchungen.doc

Maron, B.J., Thompson, P.D., Puffer, J.C., McGrew, C.A., Strong, W.B., Douglas, P.S., Clark, L.T., Mitten, M.J., Crawford, M.H., Atkins, D.L., Driscoll, D.J. & Epstein, A.E. (1996). Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death Committee (clinical cardiology) and Congenital Cardiac Defects Committee (cardiovascular disease in the young), American Heart Association. *Circulation, 94* (4), 850-856.

Maron, B.J., Thompson, P.D., Ackerman, M.J., Balady, G., Berger, S., Cohen, D., Dimeff, R., Douglas, P.S., Glover, D.W., Hutter Jr., A.M., Krauss, M.D., Maron, M.S., Mitten, M.J., Roberts, W.O. & Puffer, J.C. (2007). Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update. A scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation, 115* (12), 1643-1655.

Training unter artifizieller Hypoxie

(AZ 080103/15)
Walter Schmidt (Projektleitung)
Universität Bayreuth, Abteilung Sportmedizin/Sportphysiologie,

1 Einleitung

Im Rahmen eines Gutachtens für den DOSB wurde eine Recherche und Bewertung der aktuellen wissenschaftlichen Literatur und des vorhandenen Experten- und Erfahrungswissens durchgeführt.

Sauerstoffmangel in der Umgebungsluft beeinflusst die Arbeitsbedingungen der Muskulatur, indem die Sauerstoffverfügbarkeit herabgesetzt und die Leistungsfähigkeit gemindert wird. Dies führt mittel- und langfristig zu einer Vielzahl von intra- und extramuskulären Veränderungen und Anpassungen, von denen angenommen wird, dass sie sich auch unter normoxischen Bedingungen positiv bemerkbar machen. Training unter Hypoxie hat sich daher in den vergangenen 4 Jahrzehnten weltweit zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit unter normoxischen Bedingungen etabliert. Aktuell werden unterschiedliche Formen des Hypoxie-Trainings angewandt:

- Live high – train high (LH-TH)
- Live high – train low (LH-TL)
- Live low – train high (LL-TH).

Dabei kann die Hypoxieexposition unter traditionell natürlichen oder unter künstlichen Bedingungen erfolgen. Beide Trainingsformen werden – was Dauer, Hypoxiegrad/Höhe und Wiederholungen betrifft – in unterschiedlichen Variationen angewandt. Darüber hinaus existieren mehrere Protokolle, in denen Trainings- und Aufenthaltsort hinsichtlich Hypoxieexposition und Hypoxiedauer variiert und kombiniert werden, wie z. B. Live High - Train High - Train Low (LH-TH-TL).

Der für LH-TH sowie LH-TL zumeist postulierte Mechanismus, der zu einer Leistungssteigerung führen soll, liegt in einer Hypoxie-induzierten Stimulierung der Erythropoiese, wodurch der Sauerstofftransport im Blut verbessert und somit das Sauerstoffangebot insbesondere im Muskel erhöht wird. Darüber hinaus werden auch weitere Mechanismen angeführt, wie eine verbesserte Pufferkapazität. Bei LL-TH ist die Hypoxie-Expositionsdauer nur gering, so dass hier keine Steigerungen in der Hämoglobinmasse erzielt werden können. Dennoch wird diese Trainingsform häufig angewandt, was im Folgenden Gegenstand der Recherche ist.

2 Live low – train high (LL-TH)

Das Thema LL-TH hat in den vergangenen Jahren eine verstärkte Beachtung in der Sportwissenschaft erfahren. Eine Ursache dafür ist, dass Athletinnen und Athleten auch aus Mannschaftssportarten wegen Terminschwierigkeiten und individueller Reaktionen auf die Hypoxie nur schwerlich an gemeinsamen Hypoxie Trainingslagern mit LH-TH oder auch LH-TL Protokollen teilnehmen können. Um dennoch an möglichen positiven Effekten des Hypoxietrainings partizipieren zu können, werden unterschiedliche LL-TH Protokolle hinsichtlich Dauer und Größenordnung der Hypoxie-Exposition sowie der Intensität der Trainingsmaßnahmen durchgeführt. Im Folgenden wird daher zunächst eine systematische Einteilung der Hypoxieprotokolle vorgenommen (Faiss et al., 2013; McLean et al., 2014):

- Kontinuierliches hypoxisches Training (CHT), bei dem submaximales Training mit einer Dauer von mehr als 20 min in Hypoxie durchgeführt wird. Das Ziel ist es, die aerobe Ausdauerfähigkeit zu verbessern (z. B. in den Sportarten Laufen, Rad, Schwimmen und Rudern).
- Intervalltraining unter Hypoxie (IHT), bei dem intensive Einheiten mit > 70 % der VO2max mit 30 sec–5 min Dauer durchgeführt werden, wobei die Pausendauer in der Regel der Belastungsdauer entspricht. Ziel ist es, die hochintensive Belastungsfähigkeit zu verbessern.
- Wiederholtes Sprinttraining in Hypoxie (RSH), bei dem kurze (5-30 sec) hochintensive Belastungen mit unvollständigen Erholungszeiten (20 sec–3 min) durchgeführt werden. Ziel ist es, die Sprintfähigkeit über einen längeren Zeitraum (z. B. 90 min beim Fußball) zu verbessern, was insbesondere für Mannschaftssportarten interessant ist.
- Krafttraining in Hypoxie (RTH), wobei Krafttrainingseinheiten unter hypoxischen Bedingungen durchgeführt werden.

Abzugrenzen von diesen Maßnahmen ist die hypoxische Exposition unter Ruhebedingungen (IHE), die mit sehr unterschiedlich langen Phasen intermittierend oft über Wochen hinweg durchgeführt wird. Bei beiden Formen konnten bislang keine positiven Effekte auf die Leistungsfähigkeit, Bewegungsökonomie oder Erythropoiese nachgewiesen werden (Bartsch et al., 2008), so dass ihre Anwendung zur Leistungsverbesserungen im Flachland nicht empfohlen werden kann.

Zusammenfassend kann für die verschiedenen LL-TH Maßnahmen eine unterschiedliche Effektivität festgestellt werden. Kontinuierliches hypoxisches Training (CHT) zeigt gegenüber Training in Normoxie keine Leistungsverbesserung, wenn kein spezielles begleitendes Training in Normoxie durchgeführt wird. Gleiches gilt für Krafttraining unter Hypoxie (RTH), wobei hier jedoch noch keine Angaben für Hochleistungsathleten bzw. -athletinnen vorliegen. Intermittierendes hypoxisches Training (IHT) zeigt nur dann Effekte auf die anaerobe Leistungsfähigkeit, wenn es mit einem hochintensiven Training unter Normoxie kombiniert wird. Am effektivsten scheint, (bei einer bislang nur geringen Studienanzahl (bislang 11)), ein wiederholtes Sprinttraining in Hypoxie (RSH) zu sein. Hierdurch wird die maximale Sprintgeschwindigkeit gleichermaßen gesteigert wie bei entsprechendem Training unter Normoxie. Der Ermüdungswiderstand bei sich wiederholenden Sprintbelastungen, wie sie im Mannschaftssport üblich sind, wird jedoch in nahezu allen verfügbaren Studien im Vergleich zu Training unter Normoxie verbessert.

3 Differenzierung möglicher unterschiedlicher Effekte von normobarer und hypobarer Hypoxie

Mit der Differenzierung der Höhentrainingsmaßnahmen, d. h. der Einführung von LH–TL und den unterschiedlichen LL–TH Konzepten, wurde u. a. aus Kostengründen die Hypoxie zumeist durch eine Verminderung des Sauerstoffanteils bei gleichbleibendem Luftdruck (normobare Hypoxie, NH) erzeugt; weniger häufig wird die hypobare Hypoxie (HH) genutzt, bei welcher der Luftdruck und damit auch der Sauerstoffpartialdruck (PO2) gesenkt wird. Der PO2 wird über mehrere Rezeptortypen (u. a. Glomus Caroticum, Niere) unterschiedlich sensibel registriert und eine Absenkung führt mit unterschiedlicher Latenzzeit zu Akutreaktionen (hypoxische Atemantwort) und insbesondere über das HIF-System zu mittel- und langfristigen Anpassungen (z. B. Erythropoiese, Angiogenese). Ob die Effekte beider Hypoxieformen differieren, wird in der Wissenschaft kontrovers diskutiert. Einerseits sollten beide Formen identische Reaktionen hervorrufen, da der PO2 gleichermaßen abnimmt und das Sauerstoffan-

gebot den entscheidenden Faktor für alle hypoxischen Anpassungen darstellt.

Es werden jedoch auch unterschiedliche Effekte von NH und HH bei der hypoxischen Atemantwort und dem NO-Metabolismus, der Flüssigkeitsregulation und der Ausprägung der akuten Bergkrankheit (Millet, Faiss & Pialoux, 2012) berichtet, so dass HH mit einer besseren Akklimatisation an die Höhe einher zu gehen scheint. Inwieweit diese Effekte klinisch und leistungsphysiologisch relevant sind, bleibt abzuklären.

4 Auswirkung von Training unter artifizieller Hypoxie auf den anaeroben Stoffwechsel

Unter Hypoxie ist HIF-1a der Schlüsselfaktor, der eine Vielzahl von Wirkungen im Muskel und anderen Geweben ausübt, wie die Regulation unterschiedlichster Gene der Erythropoiese, der Angiogenese, pH-Regulation und Glykolyse. Dies zeigt sich deutlich nach Trainingsphasen unter Hypoxie, nach denen die mRNA Konzentrationen von HIF-1a erhöht ist, nicht aber nach Belastungen in Normoxie (Vogt et al., 2001). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich unter den LL-TH Trainingsformen deutlicher ausgeprägte Veränderungen einer Vielzahl von Genexpressionen finden: Dennoch scheinen diese unter Hypoxie verstärkten Anpassungsmechanismen im Vergleich zu Training unter Normoxie zu keinen Verbesserungen der Ausdauerleistung und auch nur bedingt zu besseren anaeroben Leistungen zu führen. Die für RSH postulierten Mechanismen einer effektiveren Kreatinphosphatsynthese könnten jedoch möglicherweise positive Leistungseffekte dieser Trainingsform bewirken.

5 Artifizielle Hypoxie für „trainingsalte“ Aktive

Es lassen sich zu diesem Thema aus der Literatur nur wenige Daten extrahieren, die zudem widersprüchlich sind. Erfahrene Praktiker sprechen sich eindeutig gegen ein Hypoxietraining von jungen Athletinnen bzw. Athleten aus. Junge Menschen (bis 18-20 Jahre) sollten zunächst alle basalen Fähigkeiten ihrer Disziplin erwerben und den Schwerpunkt auf Technik, Regeneration und Ernährung legen. Erst danach wären die in Hypoxie erzielten hohen Trainingsintensitäten sinnvoll; vorherige Hypoxie-Maßnahmen sind ihnen zufolge Verschwendung von Zeit und Ressourcen.

6 Kompensation von Trainingsrückständen/Trainingsdefiziten infolge von Verletzungen oder Erkrankungen

Wenngleich die wissenschaftliche Literatur auch zu diesem Thema noch sehr dürftig ist, kommt das „Position Statement zum Einsatz von Hypoxietraining im Teamsport“ (Girard et al., 2013)) zu der klaren Aussage, dass Hypoxietraining genutzt werden sollte, wenn Teamsport-Athleten bzw. -athletinnen nach einer Verletzung in den Trainingsprozess zurückkehren. Begründet wird dies mit der Möglichkeit, die kardio-vaskulären und metabolischen Beanspruchungen auf einem hohen Niveau durchführen und damit auch die subjektive Empfindung während des Trainings entsprechend schwer gestalten zu können, ohne dass dadurch die mechanische Beanspruchung und die Belastung des Skelett- und Muskelsystems gleichermaßen ansteigen. In Australien wird diese Art der Kompensation von Trainingsrückständen schon regelmäßig in einigen Teamsport Disziplinen angewandt.

7 Kombination von artifizieller und klassischer Höhe

Auch bei dieser Fragestellung ist die wissenschaftliche Datenlage noch recht schwach. Aus den wenigen vorliegenden Studien kann geschlussfolgert werden, dass eine Kombination von Training unter Hypoxie und Normoxie während einer längeren Höhentrainingsmaßnahme die Leistung eher verbessert als alleiniges Training unter Normoxie oder Hypoxie.

Über die Kombination unterschiedlicher Höhentrainingsmaßnahmen im Verlauf einer

Wettkampfsaison und ihre Effekte auf die Leistungsfähigkeit und zugrunde liegende physiologische Größen liegen keine exakten wissenschaftlichen Daten vor. Dennoch empfehlen erfahrene Höhenphysiologen spezifische Kombinationen von Hypoxie-Trainingsmaßnahmen, die sowohl LH-TH, LH-TL und RSH beinhalten. Für eine Prä-Akklimatisation an ein Hypoxie-Trainingslager werden zudem CHT-Maßnahmen empfohlen.

8 Erweiterung der Interventionen unter dem Aspekt „Live high“ im Sinne von Aufenthalts-/Schlafmöglichkeiten unter artifizieller Hypoxie unter besonderer Berücksichtigung von „Train high – Live low“ und „Train low – Live high“.

Bei längeren Aufenthalten in Hypoxie müssen insbesondere praktische Aspekte berücksichtigt werden. Aufenthalts-/Schlafmöglichkeiten unter artifizieller Hypoxie werden in einer Vielzahl von Ländern (u. a. Japan, Australien, Frankreich, USA, Großbritannien, China, Qatar) zu Trainingszwecken im Hochleistungssport genutzt. So bestehen große Anlagen (mit z. T. über 30 Zimmern) in Tokyo, Peking, Doha und Canberra. Da die Aufenthaltszeit bei LH-TL Maßnahmen mindestens 12 h pro Tag betragen und ca. 3 Wochen, evtl. länger, dauern soll, um auch merkbare erythropoietische Effekte zu erzielen, muss der Standard der einzelnen Einheiten so hoch wie möglich sein. Nach Angaben von Experten haben die Athleten und Athletinnen keinerlei Probleme mit der Höheneinrichtung, wenn angenehme Gemeinschaftsräume mit guter Infrastruktur (u. a. gutem Internetzugang und großem Fernsehbildschirm) vorhanden sind. Ein mindestens 12-stündiger Aufenthalt kann dann problemlos mit 8-9 h Schlaf, 1-2 h Mahlzeiten und 2-3 h Fernsehen/Internetaktivität gefüllt werden, ohne dass Langeweile oder „Lagerkoller“ auftreten. Die nach Bonetti und Hopkins (2009) wahrscheinlich effektivste hypoxische Trainingsmaßnahme für Ausdauersportler könnte somit ohne große praktische Probleme genutzt werden.

Andererseits können die hypoxischen Einrichtungen nicht nur zum Aufenthalt/Schlafen, sondern auch für Trainingsmaßnahmen genutzt werden, so dass hier auch individuell LL-TH oder LH-TLTH Maßnahmen durchgeführt werden können. Es sollte auch erwähnt werden, dass diese Räume zusätzlich für Training unter Hyperoxie genutzt werden können, welches angewandt wird, um sehr hohe absolute Trainingsintensitäten zu erzielen.

9 Schlussfolgerungen

Im internationalen Spitzensport bestehen meist nur geringste Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Athleten bzw. Athletinnen, so dass alle Trainingsmaßnahmen, die auch nur eine kleine Verbesserung ermöglichen, in Betracht gezogen werden sollten. Die Reaktionen auf Höhentrainingsmaßnahmen sind ausgesprochen individuell, was in Studien, in denen Mittelwerte wiedergegeben werden, oft nicht repräsentiert werden kann. Dennoch zeigen sich in der wissenschaftlichen Literatur sowie nach Einschätzung von Experten aus der Praxis individuell positive Effekte insbesondere nach LH-TH und LH-TL Protokollen für Ausdauersportler bzw. -sportlerinnen. Bei LL-TH scheinen dagegen die meisten Protokolle keine klare Leistungsverbesserung zu bringen. Lediglich von den erst seit wenigen Jahren untersuchten RSH Protokollen scheinen Teamsport Athleten und Athletinnen mit einer hohen Sprintfrequenz zu profitieren. Dieser Ansatz muss jedoch noch validiert werden.

Insgesamt muss konstatiert werden, dass die wissenschaftlichen Kenntnisse zur Effektivität von Training unter Hypoxie noch sehr dürftig sind. Das Gutachten kommt somit zu der Auffassung, dass Aufenthalt/Schlafen und Training unter artifizieller Hypoxie sicherlich nicht generell empfohlen werden kann, aber für einzelne Athleten bzw. Athletinnen ernsthaft zur Leistungssteigerung in Betracht gezogen werden sollte. Wichtig ist, dass das Training unter Hypoxie möglichst disziplinspezifisch durchgeführt wird sowie wissenschaftlich geplant, kontrolliert und dokumentiert wird.

10 Literatur

(Ausführliche Literaturliste beim Verfasser.)

Bartsch, P., Dehnert, C., Friedmann-Bette, B. & Tadibi, V. (2008). Intermittent hypoxia at rest for improvement of athletic performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 18* (1), 50-56.

Bonetti, D.L. & Hopkins, W.G. (2009). Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports medicine, 39*, 107-127.

Faiss, R., Girard, O. & Millet, G.P. (2013). Advancing hypoxic training in team sports: from intermittent hypoxic training to repeated sprint training in hypoxia. *British journal of sports medicine, 47* (1), i45-i50.

Girard, O., Amann, M., Aughey, R., Billaut, F., Bishop, D.J., Bourdon, P., Buchheit, M., Chapman, R., D'Hooghe, M., Garvican-Lewis, L.A., Gore, C.J., Millet, G.P., Roach, G.D., Sargent, C., Saunders, P.U., Schmidt, W. & Schumacher, Y.O. (2013). Position statement – altitude training for improving team-sport players' performance: current knowledge and unresolved issues. *British journal of sports medicine, 47* (1), i8-i16.

McLean, B. D., Gore, C.J. & Kemp, J. (2014). Application of 'live low-train high' for enhancing normoxic exercise performance in team sport athletes. *Sports medicine, 44*, 1275-1287.

Millet, G. P., Faiss, R. & Pialoux, V. (2012). Point: Hypobaric hypoxia induces different physiological responses from normobaric hypoxia. *Journal of applied physiology (1985.), 112*, 1783-1784.

Vogt, M., Puntschart, A., Geiser, J., Zuleger, C., Billeter, R. & Hoppeler, H. (2001). Molecular adaptations in human skeletal muscle to endurance training under simulated hypoxic conditions. *Journal of applied physiology, 91*, 173-182.

Leistungsverbesserung durch sensomotorisches Training bei sehbehinderten nordischen Skisportlern

(AZ 070403/15)

Steffen Franke[1], Alexander Kurz[1], Benedikt Lauber[1,2] & Christian Leukel[1,3] (Projektleitung)

[1] Institut für Sport und Sportwissenschaft, Universität Freiburg
[2] Department für Medizin, Bewegungs- und Sportwissenschaften, Universität Fribourg
[3] Bernstein Center Freiburg, Universität Freiburg

1 Abstract

Sensomotorisches Training im klassischen Sinn besteht aus einer Vielzahl von Übungen zur Standstabilisation im Einbein- und Zweibeinstand auf instabilen Unterstützungsflächen. Diese Art des Trainings wird primär zur Prävention von Sprung- und Kniegelenksverletzungen und zur Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit genutzt und hat darüber hinaus auch das Potential zur Leistungssteigerung von konditionellen Fertigkeiten. Die bislang publizierten Studien, bei denen gesunde Athletinnen und Athleten untersucht wurden, zeigen geringere Körperschwankungen und bessere Kraftleistungen (insbesondere Schnellkraftleistungen) durch sensomotorisches Training.

Abseits von gesunden Personen, denen sich bislang eine Vielzahl von experimentellen Arbeiten widmeten, sind Effekte bei sehbehinderten Athletinnen und Athleten durch sensomotorisches Training bislang nicht erforscht. Das Ziel der vorliegenden Studie war es demzufolge zu erfassen, ob und in welchem Ausmaß sehbehinderte Langläuferinnen und Langläufer von einem sensomotorischen Training profitieren. Dieses Probandenkollektiv wurde aus zwei Gründen ausgewählt: Zum einen ist bei sehbehinderten Athletinnen und Athleten ein für die Gleichgewichtskontrolle wichtiges sensorisches System massiv beeinträchtigt oder nicht vorhanden, und zum anderen spielt beim Skilanglauf die Gleichgewichtsfähigkeit, vor allem in den Gleitphasen, eine wichtige Rolle.

An unserer randomisiert und kontrolliert durchgeführten Studie nahmen 14 Langläuferinnen und Langläufer teil. Die Interventionsgruppe (N = 7), die über vier Wochen und acht Einheiten (zwei Einheiten pro Woche) ein sensomotorisches Training absolvierte, konnte im Vergleich zu einer Warte-Kontrollgruppe gleichen Alters, Geschlechts und Leistungszustands die Körperschwankungen bei einem Gleichgewichtstest signifikant stärker reduzieren ($p < 0.001$). Zusätzlich verbesserte sich in der Interventionsgruppe auch die sportartspezifische Leistungsfähigkeit, erfasst in Form eines standardisierten Skiroller- bzw. Inliner-Ausdauerleistungstests ($p = 0.046$). Des Weiteren konnte eine signifikante Korrelation zwischen der Reduzierung der Körperschwankungen und der Leistungsverbesserung im sportartspezifischen Ausdauertest bei der Analyse aller Teilnehmer festgestellt werden (Pearson's $R^2 = -0.609$; $p = 0.046$).

Diese Ergebnisse zeigen die besondere Bedeutung der Gleichgewichtskontrolle für die sportartspezifische Leistung bei sehbehinderten Langläuferinnen und Langläufern und legen nahe, sensomotorische Übungseinheiten in den Trainingsalltag dieser Sportlergruppe zu integrieren.

2 Einleitung

Die Gleichgewichtskontrolle des menschlichen aufrechten Stands spielt eine wesentliche Rolle bei der Leistungsfähigkeit in vielen Sportdisziplinen. Nicht nur bei Sportarten mit hohen koordinativen Anforderungen wie der rhythmischen Sportgymnastik, sondern auch bei Sportarten mit starkem Kraft- und Ausdauercharakter hat die Gleichgewichtsfähigkeit einen hohen Stellenwert. Viele Studien zeigen, dass ein gezieltes Gleichgewichtstraining neben einer Reduzierung von Körperschwankungen zu Verbesserungen von konditionellen Fertigkeiten

wie der Explosivkraft führen kann (Gruber and Gollhofer, 2004; Taube et al., 2007a). Darüber hinaus zeigen Studien, dass durch ein Gleichgewichtstraining auch die Verletzungsgefahr vor allem von Sprung- und Kniegelenksverletzungen sinkt, also das Training einen hohen verletzungspräventiven Charakter besitzt (Verhagen et al., 2004; Sugimoto et al., 2015).

An der Kontrolle des Gleichgewichts sind mehrere körpereigene Sensorsysteme beteiligt. Informationen von diesen Sensorsystemen werden an das zentrale Nervensystem geleitet, um dort in bestehende Prozesse zur Bewegungskontrolle integriert zu werden. Für die Gleichgewichtskontrolle wichtige sensorische Informationen erhält das zentrale Nervensystem vom propriozeptiven System (Tiefensensibilität und taktile Sensoren) (z. B. Fitzpatrick et al., 1992), dem Gleichgewichtsorgan im Innenohr (Vestibularorgan) (z. B. Allum & Pfaltz, 1985), und dem visuellen System (z. B. Nashner et al., 1982; Taube et al., 2008a). Die Informationen, die diese Sensorsysteme bereitstellen, werden beim gesunden Menschen in optimaler Weise aufgrund ihres Gehalts gewichtet (Ernst & Banks, 2002) und ermöglichen so die präzise Identifikation der Lage des Körpers relativ zum umgebenden Raum (Buchanan & Horak, 1999). Verschlechterungen der Informationsqualität einzelner Sensorsysteme werden bis zu einem gewissen Grad durch andere Sensorsysteme kompensiert (Taube et al., 2008b). Bei einem Totalausfall eines dieser Systeme ergibt sich jedoch eine signifikante Verschlechterung der Gleichgewichtskontrolle (Duarte & Zatsiorsky, 2002).

Bei sehbehinderten Langläuferinnen und Langläufern fällt das für die Gleichgewichtsfähigkeit sehr wichtige visuelle System entweder teilweise oder komplett aus. Die hohe Anpassungsfähigkeit des Nervensystems, sich bei chronisch fehlenden visuellen Informationen verstärkt auf Informationen von verbleibenden intakten Sensorsystemen zu verlassen, ermöglicht Sehbehinderten einen vermeintlich normalen aufrechten Stand. Jedoch zeigen Studien, dass teilweise und ganz erblindete Personen in der Regel deutlich messbare Defizite in der Gleichgewichtskontrolle aufweisen (Stones & Kozma, 1987; Navarro et al., 2004; Ray et al., 2008).

Gerade die Eigenschaft des Nervensystems, hoch anpassungsfähig zu sein, hat die vorliegende Studie motiviert, mit sehbehinderten Langläuferinnen und Langläufern ein sensomotorisches Training durchzuführen und dessen Auswirkungen auf die Standstabilität wie auch auf die sportartspezifische Leistung zu erfassen. Anders als bei gesunden Athletinnen und Athleten, bei denen die Wirksamkeit eines sensomotorischen Trainings auf die körperliche Leistungsfähigkeit bereits dokumentiert ist (Taube et al., 2007b), existiert keine uns bekannte Studie zu Effekten bei sehbehinderten Athletinnen und Athleten.

3 Methodik

3.1 Studienaufbau

Insgesamt nahmen 14 sehbehinderte Langläuferinnen und Langläufer teil. Sechs der 14 Probanden waren nationale Kaderathleten (zwischen 11 und 25 Jahre alt), die acht weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmer waren zwischen 10 und 15 Jahre alt und wurden über eine Schule für Sehbehinderte rekrutiert.

Die Hälfte der Testpersonen, welche in randomisierter Form ausgewählt wurde, absolvierte ein sensomotorisches Training über 4 Wochen mit 2 Trainingseinheiten pro Woche. Bei der von uns angewandten Form des von einem die Studie betreuenden Wissenschaftler überwachten Trainings standen die teilnehmenden Personen auf verschiedenen instabilen Unterstützungsflächen, wie beispielsweise Airexâ-Matten, Wackelbrettern und Therapiekreiseln. Die Intervention beinhaltete eine progressive Steigerung des Schwierigkeitsgrades, um einen möglichst großen Trainingseffekt zu erzielen. Der optimale Schwierigkeitsgrad wurde so definiert, dass während der Übungen das Gleichgewicht von den Testpersonen gerade noch gehalten werden konnte. Sie bekamen die Instruktion, die Körperschwankungen bei den Übungen so stark wie möglich zu reduzieren. Eine Trainingseinheit begann mit einem 5-minütigen Aufwärmprogramm (beidbeiniges Hüpfen, Lockerungsübungen), danach wurden 12 Übungen mit einer jeweiligen Dauer von 30 Sekunden und einer darauffolgenden Pause von 2 Minuten durchgeführt.

Die zweite Hälfte diente als Warte-Kontrollgruppe, die zunächst kein sensomotorisches Training durchführte.

3.2 Gleichgewichtsfähigkeit

Ähnlich wie in vorangegangen Studien zu sensomotorischem Training wurde die Standstabilität vor und nach dem Training auf dem Gerät Posturomedâ erfasst. Dabei wurde die Gesamt-Schwankung im Einbeinstand in medio-lateraler und anterior-posteriorer Richtung aufgezeichnet. Es wurden zwei Bedingungen untersucht, deren Abfolge randomisiert war. DYNAMIC bezeichnet die Bedingung, in der die Testpersonen durch eine mechanische Perturbation der Unterstützungsfläche ausgelenkt wurden (3 cm von lateral nach medial), STATIC bezeichnet die Bedingung ohne mechanische Perturbation. Bei der erstgenannten Bedingung wurde die Gesamt-Schwankung in einem Zeitraum von 12 Sekunden nach der Perturbation erfasst. In der DYNAMIC Bedingung wurde demzufolge erfasst, wie gut beziehungsweise schnell es den teilnehmenden Personen gelang, das Gleichgewicht nach einer externen Perturbation wieder zu stabilisieren. Bei der STATIC-Bedingung wurden die Personen instruiert, die Körperschwankungen so stark wie möglich zu reduzieren. Hierbei wurde die Gesamt-Schwankung in einem Zeitraum von 20 Sekunden aufgezeichnet.

3.3 Sportartspezifische Leistung

Zusätzlich zu den allgemeinen Effekten eines sensomotorischen Trainings auf die Gleichgewichtskontrolle wurden in unserer Studie sportartspezifische Veränderungen der Leistungsfähigkeit erfasst. Dazu wurde in einer Eingangs- und Ausgangsmessung ein Cooper-Test auf Skirollern, bei den Athletinnen und Athleten aus der Schule auf Inlineskates, durchgeführt. Die Örtlichkeit der Strecke war in der Eingangs- und Ausgangsmessung für alle identisch. Das Ziel für die Testpersonen war, in 12 Minuten eine möglichst große Strecke zurückzulegen.

3.4 Datenanalyse und Statistik

Gleichgewicht: Leistungsverbesserung in den Bedingungen STATIC und DYNAMIC wurden auf Basis der absoluten Werte der beiden Bewegungsrichtungen in cm (medio-lateral, anterior-posterior) und der Gesamt-Schwankung (Summation der beiden Bewegungsrichtungen) ausgedrückt.

Sportartspezifischer Test: Die erreichten Streckenlängen bei den Cooper-Tests wurden mithilfe von GPS-Uhren (Polarâ) erfasst.

Shapiro-Wilks-Tests zeigten eine Normalverteilung der gemessenen Daten. Demzufolge wurden parametrische statistische Verfahren verwendet. Veränderungen der Werte nach der Intervention wurde mit Varianzanalysen mit Messwiederholung mit den Faktoren TIME (Pre, Post) und GROUP (Warte-Kontrollgruppe = CON, Interventionsgruppe = INV) berechnet. Bei signifikanten Effekten auf Basis der ANOVA wurden Bonferroni korrigierte t-Tests verwendet, um Unterschiede innerhalb der Gruppen (Pre, Post) zu identifizieren. Die Effektstärke Cohen's d wurde für die Leistungsverbesserung im Cooper-Test und der Reduzierung der Körperschwankungen berechnet, wobei ein Wert $d \geq 0.80$ einen großen Effekt bedeutet. Die gesamte Datenanalyse erfolgte mithilfe selbstgeschriebener Matlab-Skripte (Mathworks Inc.â, Chatswool, MA).

4 Ergebnisse

4.1 Gleichgewichtsfähigkeit

Das sensomotorische Training wirkte sich nicht signifikant auf die Reduzierung der Körperschwankungen in der statischen Bedingung (STATIC) aus (TIME: $F = 4.409$, $p = 0.058$, $\eta^2 = 0.269$; Time*Group: $F = 1.370$, $p = 0.265$, $\eta^2 = 0.102$), jedoch in der dynamischen Bedingung (DYNAMIC). Hier ist ein signifikanter Effekt bezüglich der Gesamt-Schwankung (Time: $F = 12.000$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.595$; Time*Group: $F = 12.000$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.591$), der Schwankung in medio-lateraler Richtung (Time: $F = 6.854$, $p = 0.022$, $\eta^2 = 0.364$; Time*Group: $F = 6.153$, $p = 0.029$, $\eta^2 = 0.339$) und anterior-posterioren Richtung (Time: $F = 8.704$, $p = 0.012$, $\eta^2 = 0.420$;

Time*Group: F = 9.057, p = 0.011, η^2 = 0.430) zu verzeichnen.

Post-hoc t-Tests in der dynamischen Bedingung zeigen, dass sich die Kontrollgruppe bezüglich der Gesamt-Schwankung nicht verbesserte (-0.013 ± 21.09 %; p = 0.98; d = 0.004). Dies ist gegensätzlich zur Interventionsgruppe, denn hier ist eine höchst signifikante Verringerung der Schwankung um 58.89±15.52 % zu beobachten. Dieser höchst signifikante Effekt (p < 0.01) spiegelt sich in einer großen Effektstärke (d = 2.08) wider. Ähnliche Effekte sind auch bezüglich den beiden Richtungen zu beobachten. Bei der Kontrollgruppe nahm die Schwankung in anterior-posteriorer Richtung geringfügig zu (+0.59 ± 45.88 %), wodurch kein signifikanter Effekt (p = 0.95; d = 0.01) zu erkennen ist. Hingegen verbesserte sich die Interventionsgruppe signifikant in dieser Richtung (p < 0.01; d = 1.49; -53.08 ± 28.56). Bezüglich der Schwankung in medio-lateraler Richtung war eine geringfügige Leistungssteigerung in der Kontrollgruppe zu erkennen, die jedoch nicht signifikant war (p = 0.94; d = 0.02; -0.72 ± 36.74 %). Ein höchst signifikanter Effekt war jedoch in der Interventionsgruppe in dieser Richtung zu verzeichnen (p < 0.01; d = 2.00). Diese Gruppe verringerte die Schwankung in medio-lateraler Richtung um 64.63 ± 9.87 %.

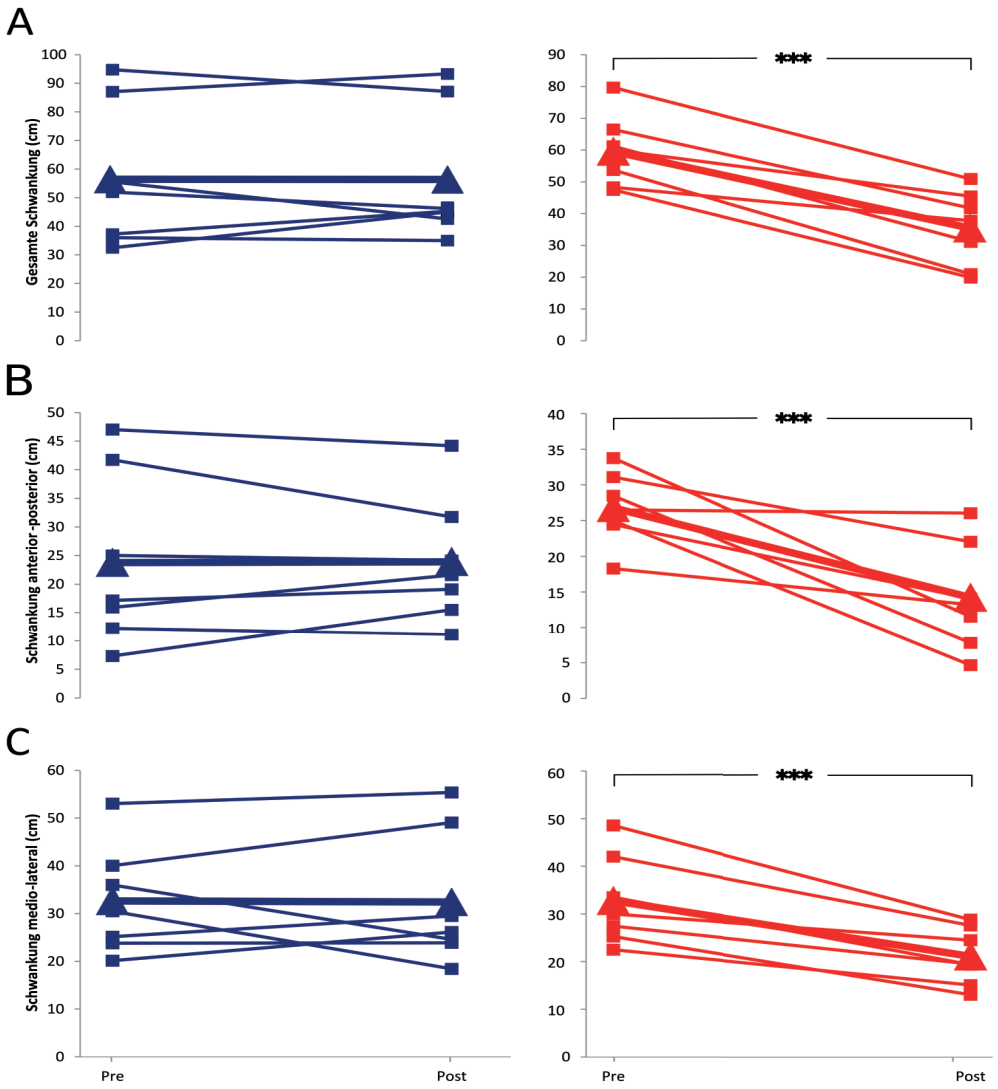


Abb. 1: Körperschwankungen der einzelnen Testpersonen vor und nach der Intervention in der dynamischen Bedingung. A: Gesamt-Schwankung in der Kontrollgruppe (blau) und der Interventionsgruppe (rot). B: Schwankung in anterior-posteriorer Richtung und C: medio-lateraler Richtung in den beiden Gruppen. η kennzeichnet den Mittelwert der Eingangs- und Ausgangsmessung der jeweiligen Gruppe.

4.2 Sportartspezifische Leistung

Beim Cooper-Test auf Skirollern ergab sich kein signifikanter TIME-Effekt ($F = 2.953$, $p = 0.111$, $\eta^2 = 0.197$), hingegen war die TIME*Group-Interaktion signifikant ($F = 5.672$, $p = 0.035$, $\eta^2 = 0.321$). Post-hoc t-Tests zeigten eine signifikante Zunahme der gelaufenen Meter in der Interventionsgruppe ($p = 0.046$; $d = 0.13$) um +19.54 ± 25.20 %. Die Kontrollgruppe verhielt sich hierbei gegensätzlich mit einem Leistungsabfall von -4.39 ± 11.44 %. Beim Vergleich der Werte von Eingangs- und Ausgangsmessung war in der Kontrollgruppe jedoch kein signifikanter Unterschied festzustellen ($p = 0.58$). Dies wurde durch die geringe Effektstärke ($d = 0.02$) nochmals verdeutlicht.

5 Diskussion

Diese Studie zeigt, dass ein systematisches Gleichgewichtstraining bei sehbehinderten Langläuferinnen und Langläufern zu einer Reduzierung der Körperschwankungen und zu einer Verbesserung der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit führte. Außerdem konnte eine Korrelation zwischen der Reduzierung der Körperschwankungen und der Zunahme der sportartspezifischen Leistung demonstriert werden. Interessanterweise zeigte die Studie einen signifikanten Unterschied der Gleichgewichtskontrolle zwischen den beiden Gruppen in der dynamischen (DYNAMIC), jedoch nicht in der statischen (STATIC) Bedingung. Beide

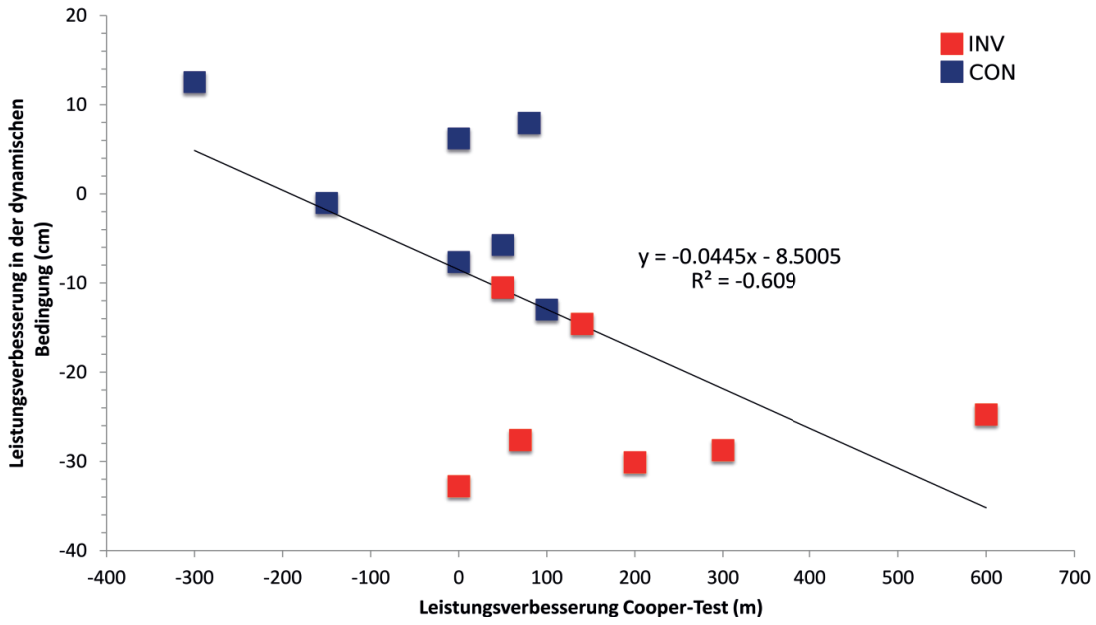


Abb. 2: Korrelation zwischen der Leistungsverbesserung in der dynamischen Bedingung und der Leistungsverbesserung im Cooper-Test. Die Gerade beschreibt die lineare Regression der Messpunkte.

4.3 Korrelation

Vergleicht man die Werte nach der Intervention mit den Eingangswerten, ist keine signifikante Korrelation zwischen der Leistung im Cooper-Test und der Gesamt-Schwankung in der statischen Bedingung zu beobachten (Pearson-Korrelation: 0.205; $p = 0.483$), jedoch in der dynamischen Bedingung (Pearson-Korrelation: -0.609; $p = 0.021$).

Gruppen verbesserten sich knapp nicht signifikant in der STATIC-Bedingung in der Ausgangsmessung gegenüber der Eingangsmessung. Die Verbesserung in der Warte-Kontrollgruppe bei der STATIC-Bedingung basiert vermutlich auf Lerneffekten allein durch die Konfrontation mit der Aufgabe während der Testdurchführung in der Eingangsmessung. Bei der DYNAMIC-Bedingung ist die Standstabilität gegenüber der STATIC-Bedingung deutlich erschwert und

hier setzt sich sehr wahrscheinlich der Effekt des sensomotorischen Trainings durch. Diese Bedingung spiegelt die Anforderungen an die Gleichgewichtskontrolle beim Skilanglauf besser wider als die STATIC-Bedingung. Beim Skilanglauf wird das Gleichgewicht fortlaufend durch die Bewegung der Skier gestört und die Athletin bzw. der Athlet ist ständig gefordert, auf die Perturbationen zu reagieren, um den Körper zu stabilisieren.

Festzuhalten bleibt, dass aufgrund unserer Ergebnisse und der einfachen, zeitlich überschaubaren und wenig körperlich belastenden Anforderungen von sensomotorischen Übungen dieses Training in den Alltag von sehbehinderten Skilangläuferinnen und Skilangläufern integriert werden sollte. Der genaue Mechanismus, warum sensomotorisches Training neben der Verbesserung der Standstabilität auch zu einer verbesserten sportartspezifischen Leistung bei den sehbehinderten Athletinnen und Athleten führt, sollte Gegenstand von zukünftigen wissenschaftlichen Untersuchungen sein.

6 Literatur

Allum, J.H. & Pfaltz, C.R. (1985). Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits. *Experimental brain research, 58*, 82-94.

Buchanan, J.J. & Horak, F.B. (1999). Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *Journal of neurophysiology, 81*, 2325-2339.

Duarte, M. & Zatsiorsky, V.M. (2002). Effects of body lean and visual information on the equilibrum maintenance during stance. *Experimental brain research, 146*, 60-69.

Ernst, M.O. & Banks, M.S. (2002). Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature, 415*, 429-433.

Fitzpatrick, R.C., Gorman, R.B., Burke, D. & Gandvia, S.C. (1992). Postural proprioceptive reflexes in standing human subjects: bandwidth of response and transmission characteristics. *Journal of physiology, 458*, 69-83.

Gruber, M. & Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European journal of applied physiology, 92*, 98-105.

Nashner, L.M., Black, F.O. & Wall, C. 3rd (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits, *Journal of neuroscience, 2*, 536-544.

Navarro, A.S., Fukujima, M.M., Fontes, S.V., Matas, S.L. & Prado, G.F. (2004). Balance and motor coordination are not fully developed in 7-year-old blind children. *Arquivos de neuro-psiquiatria, 62*, 654-657.

Ray, C.T., Horvat, M., Croce, R., Mason, R.C. & Wolf, S.L. (2008). The impact of vision loss on postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss. *Gait posture, 28*, 58-61.

Stones, M.J. & Kozma, A. (1987). Balance and age in the sighted and blind. *Archives of physical medicine and rehabilitation, 68*, 85-89.

Sugimoto, D., Myer, G.D., Foss, K.D. & Hewett, T.E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior crucial ligament injury risk reduction in young females: meta-analysis and subgroup analysis. *British journal of sports medicine, 49*, 282-289.

Taube, W., Gruber, M., Beck, S., Faist, M., Gollhofer, A. & Schubert, M. (2007a). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta physiologica, 189*, 347-358.

Taube, W., Gruber, M. & Gollhofer, A. (2008a). Spinal and supraspinal adaptations associated with balance training and their functional relevance. *Acta physiologica 193*, 101-116.

Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F. & Gollhofer, A. (2007b). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *International journal of sports medicine, 28*, 999-1005.

Taube, W., Leukel, C. & Gollhofer, A. (2008b), Influence of enhanced visual feedback on postural control and spinal reflex modulation during stance. *Experimental brain research, 188*, 353-361.

Verhagen, E., van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R. & Van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *American journal of sports medicine, 32*, 1385-1393.

Evaluation und Optimierung von Antriebsbewegungen im Schwimmen

(AZ 070607/14)

Hans-Peter Köhler[1], Christine Polenz[1], Julia Schmid[2], Hans-Jürgen Dobner[2] & Maren Witt[1] (Projektleitung)

[1]Universität Leipzig, Institut Allgemeine Bewegungs- und Trainingswissenschaft
[2]HTWK Leipzig, Fakultät Informatik, Mathematik und Naturwissenschaft

1 Problem

Im Schwimmen gewinnt der Rumpf, durch seine Rolle als Bindeglied zwischen den antreibenden Gliedmaßen an Bedeutung. Dabei ist vor allem die Übertragung der Antriebsbewegungen von der Art und Weise des Rumpfeinsatzes abhängig. Dieser kann dabei selbst als Antriebselement fungieren oder aber auch als Widerlager eingesetzt werden.

Für das Kraulschwimmen wurde ein enger Zusammenhang der Rumpfbewegung mit der Antriebsbewegung der Hand gezeigt. So wird ein Großteil der Querbewegungen der Hand durch die Rollbewegung des Rumpfes erzeugt und gleichzeitig der Antriebsweg verlängert (Payton, Baltzopoulos & Bartlett, 2002; Hay, Lui & Andrews, 1993; Weldon & Richardson, 2001). Weiterhin wurde durch Psycharakis und Sanders (2010) herausgearbeitet, dass es durch die Koordination mit der Rumpfbewegung zu einer widerstandsärmeren Rückholphase des Armes kommt. Dies geschieht durch das Rotieren des Oberkörpers in eine Seitenlage, wodurch der rückführende Arm über dem Wasserspiegel zurückgeführt werden kann. Damit verbunden ist ein Vordringen des antreibenden Armes in tiefere Wasserschichten, in denen günstigere Druckbedingungen herrschen (Wick, 2005).

Für die Rumpfbewegungen, die im Schwimmen eingesetzt werden, können zwei unterschiedliche Technikvarianten beobachtet werden: die Rolltechnik (body-roll) oder die Verwringungstechnik. Die Rolltechnik zeichnet sich durch eine Drehung des gesamten Körpers um seine Längsachse aus. Dadurch kommt es zusätzlich zu einem Richtungswechsel der Schlagbewegung der Beine in seitlicher Richtung. Dieser Richtungswechsel wird für den Ausgleich der seitlich wirkenden Kraftanteile der Armbewegung verantwortlich gemacht (Psycharakis & Sanders, 2010). Dem gegenüber steht die Verwringungtechnik, bei der es, ähnlich wie z. B. in den leichtathletischen Wurfdisziplinen, zu einer Verdrehung des Oberkörpers entgegen der Hüftachse kommt. Das Becken dient dabei als Widerlager für die Bewegungen des Oberkörpers. So konnten bereits Psycharakis und Sanders (2010) sowie Psycharakis et al., (2007) größere Rotationswinkel der Schulterachse gegenüber der Hüftachse beobachten.

Die Datenerhebung erfolgte in Technikanalysen im Schwimmen fast ausschließlich mit Hilfe kinematischer Methoden. Diese sind nur in kleinen Stichproben anwendbar und Bewegungen des Oberkörpers sind nicht mit ausreichender Präzision zu erfassen. Mit der vorliegenden Untersuchung sollte deshalb eine neue sensorbasierte Messmethode entwickelt und evaluiert werden, die Bewegungen von Hüft- und Schulterachse in Amplitude, Dynamik und zeitlicher Koordination detailliert erfassen kann.

2 Methode

Gemeinsam mit der Firma 2D (Debus & Diebold Messsysteme GmbH) erfolgte die Entwicklung eines wasserfesten Messsystems mit vier inertialen Messeinheiten und jeweils 6 Freiheitsgraden (Gyroskope ± 2000 /s, Accelerometer ± 8 g). Die Sensoren sind kabelgebunden mit der Mastereinheit (einer der Sensoren) verknüpft. Auf dieser erfolgt die Speicherung der Messdaten sowie die Stromversorgung aller Sensoren. Die Messfrequenz ist variabel einstellbar und beträgt maximal 500 Hz. Entsprechend der Gutachter-

hinweise wurde in einem ersten Arbeitspaket die Messgüte hinsichtlich zeitlicher Stabilität und des Parametervergleichs mit einem markerbasierten Bewegungsanalysesystem geprüft.

2.1 Prüfung der Messgüte

Anhand einer idealisierten Drehbewegung (Drehung nur um eine Achse) wurde durch zyklisches Schwenken einer Vorrichtung die Stabilität der Daten geprüft. Damit sollte die Datendrift erfasst werden, die für viele Inertialsensoren beobachtet wurde. Die Konstruktion wurde um einen Winkel von 100° im Takt eines Metronoms (45 Zyklen/Minute) über einen Zeitraum von 4:30 Minuten geschwenkt. Anschließend erfolgte ein Vergleich der Maxima und Minima von Beginn und Ende der Bewegung.

Die Ergebnisse zeigten weder zwischen der ersten und zweiten Hälfte der Bewegung noch im Vergleich der ersten zehn und letzten zehn Zyklen einen signifikanten Unterschied der maximalen Winkelgeschwindigkeiten (R/L). Dies gilt gleichermaßen für die Drehwinkel (vgl. Tab. 1). Es kann daher davon ausgegangen werden, dass das Messsystem über einen längeren Zeitraum stabile Daten liefert.

Anschließend wurden in einem Systemvergleich mit einem infrarotbasierten System (Qualisys AB, Göteborg Schweden) und den Inertialmesseinheiten bei simulierten Schwimmbewegungen die zu erfassenden Parameter auf Unterschiede geprüft. Dabei führten die Testpersonen Kraulschwimmbewegungen auf einem Seilzugergometer aus, die inertialen Messeinheiten wurden achsengerecht mit Markern palpiert. Die Schwimmer absolvierten Bewegungsfrequenzen von 40 respektive 50 Zyklen pro Minute (Vorgabe durch Metronom).

Die Ergebnisse zeigten eine hohe Übereinstimmung zwischen beiden Erfassungssystemen (ICC 0,98 – 0,99). Der *Standard error of Measurment* (SEM) liegt unterhalb von 5°/s bzw. der *Coefficeint of Variance* unterhalb von 6 %. Einen genauen Überblick über die Ergebnisse liefert Tab. 2.

Tab. 1: Überblick über Mittelwerte (MW) und Standartabweichungen (SD) der Winkel und Winkelgeschwindigkeiten sowie der Ergebnisse des t-Test zum Vergleich der Mittelwerte zwischen erster und zweiter Hälfte der Bewegung als auch von zehn Zyklen zu Beginn mit den zehn letzten Zyklen.

	Winkel [°]			Winkelgeschwindigkeit [°/s]					
	MW	SD	p-Wert	MW	SD	p-Wert	MW	SD	p-Wert
gesamt	99,61	0,26	-	127,49	8,65	-	-121,85	8,19	-
1. Hälfte	99,62	0,29	0,898	128,15	8,87	0,720	-121,56	8,30	0,443
2. Hälfte	99,61	0,22		126,83	8,46		-122,14	8,16	
Anfang	99,56	0,15	0,337	131,20	8,21	0,391	-128,27	10,71	0,513
Ende	99,54	0,30		127,89	8,60		-125,59	6,86	

Tab. 2: Mittelwert und Standartabweichung der maximalen Winkelgeschwindigkeiten (R/L) der gegenübergestellten Messsysteme. über 100 Zyklen von insgesamt 10 Testpersonen der beiden verschiedenen Geschwindigkeitsstufen. Weiterhin sind die statistischen Parameter ICC, SEM, CV und Limits of Agreement (LOA) zum Vergleich der beiden Messsysteme aufgeführt. Die LOA sind hierbei als Bias ± zufälliger Fehler angegeben.

Frequenz	40min^{-1}				50min^{-1}			
	$^{IMU}\omega_R$	$^{Qual}\omega_R$	$^{IMU}\omega_L$	$^{Qual}\omega_L$	$^{IMU}\omega_R$	$^{Qual}\omega_R$	$^{IMU}\omega_L$	$^{Qual}\omega_L$
MW [°/s]	110,71	107,59	113,31	112,10	125,71	121,67	126,87	123,74
SD [°/s]	28,57	30,30	31,91	30,92	26,91	25,93	32,43	31,30
ICC	0,99		0,99		0,98		0,98	
SEM [°/s]	3,58		3,92		4,45		4,84	
CV [%]	4,6		4,9		5,1		5,5	
LOA [°/s]	-3,1 ± 9,9		-1,2 ± 10,9		-4 ± 12,3		-3,1 ± 13,4	

2.2 Einsatz des Inertialsystems im Schwimmen

An den Hauptuntersuchungen nahmen insgesamt 28 Kadersportler und -sportlerinnen (C/B-Kader) teil. Alle Testpersonen absolvierten insgesamt fünf Geschwindigkeitsstufen (Grundlagen Ausdauer I & II, Schnelligkeitsausdauer, Wettkampfgeschwindigkeit und Sprint), wobei alle, bis auf die Sprintgeschwindigkeit (15 m), über 50 Meter absolviert wurden.

Die Befestigung der Inertialsensoren erfolgte, unter der Zuhilfenahme von Kinesiotape, auf dem Rücken der Testpersonen. Die Befestigungspunkte waren dabei *Pars thoracica 2, Pars thoracica 5, Pars thoracica 12* und *Os sacrum*. Die Anbringung der Messeinheiten an den jeweiligen Punkten erfolgte in Übereinstimmung von Sensorachsen und Körperlängsachse.

In Zusammenarbeit mit der HTWK Leipzig wurde eine automatisierte Auswertroutine auf der Basis von R-Statistics und R-Studio entwickelt. Die Rohsignale wurden initial mit einem zero-lag Butterworth Filter vierter Ordnung und Grenzfrequenzen von 8 Hz und 1,25 Hz gefiltert und dann weiter verarbeitet. Die automatisierte Nullstellenerkennung erfolgte in einem stärker gefilterten Signal. Die so getrennten Zyklen wurden differenziert und integriert und einer Zeitnormalisierung und Betragsbildung unterzogen. Im Anschluss erfolgte die Parameterbestimmung. Es wurden folgende Parameter berechnet: Maximale und durchschnittliche Winkelgeschwindigkeiten, maximal zurückgelegter Winkel und die Phasenverschiebung zwischen Hüft- und Schultereinsatz.

3 Ergebnisse und Diskussion

In den Ergebnissen können Anstiege der maximalen und mittleren Winkelgeschwindigkeiten beobachtet werden. Dabei steigen diese für die beiden unterschiedlichen Körpersegmente unterschiedlich stark an. Während das Becken sich von 185°/s nur geringfügig auf 215°/s steigert (m: 190°/s–225°/s ;w: 175°/s–205°/s), ist für die Schulter eine Steigerung von anfänglich 230°/s auf 380°/s zu beobachten (m: 250°/s–390°/s; w: 215°/s–360°/s).

Für die Bewegungsamplituden lässt sich eine leichte Verringerung im Bereich der Schulterachse beobachten (von 60° auf 45°). Die Hüftachse verzeichnet eine deutlich stärkere Abnahme mit zunehmender Schwimmgeschwindigkeit (von 40° auf 25°).

Dabei liegen die Ergebnisse in den Bereichen, die bereits Yanai (2003) im Bezug zur Wasserober-

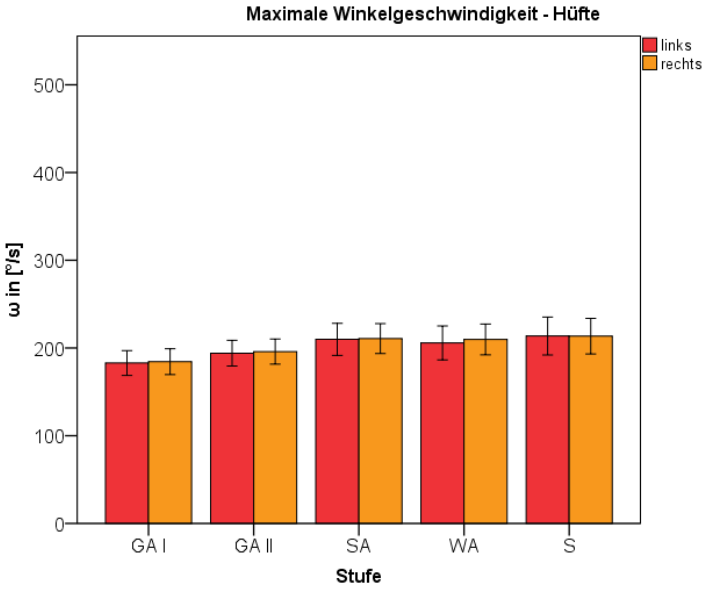


Abb. 1: Darstellung der Veränderungen der maximalen Winkelgeschwindigkeiten der Hüfte getrennt nach linker und rechter Seite. Die Balkendiagramme zeigen die Mittelwerte mit 95 % CI Fehlerbalken.

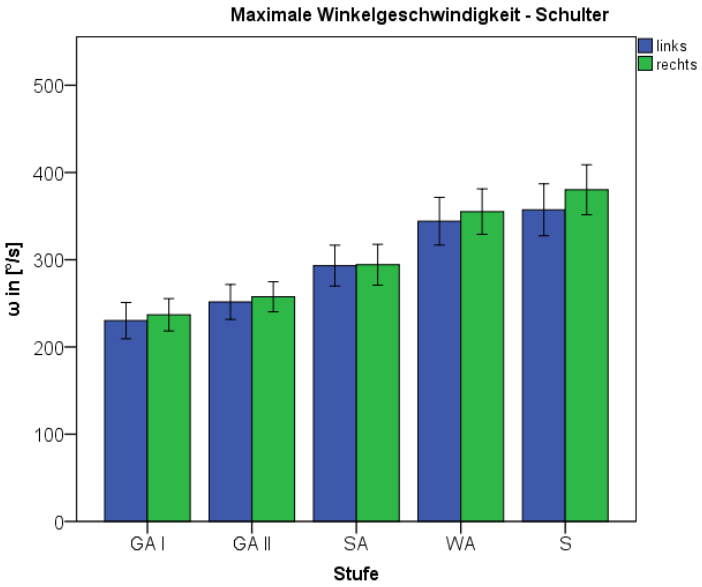


Abb. 2: Darstellung der Veränderungen der maximalen Winkelgeschwindigkeiten der Schulter getrennt nach linker und rechter Seite. Die Balkendiagramme zeigen die Mittelwerte mit 95 % CI Fehlerbalken.

fläche ermittelte. Hier wurden Rotationswinkel von 58° (Schulter) und 36° (Becken) festgestellt.

Eine weitere Feststellung die gemacht werden konnte, ist die Vergrößerung der Phasenverschiebung mit zunehmender Schwimmgeschwindigkeit. Während bei den geringen Schwimmgeschwindigkeiten die Phasenverschiebung zwischen der Hüft- und Schulterachse 30 ms beträgt, ist für die höchste Schwimmgeschwindigkeit mehr als eine Verdoppelung zu beobachten (80 ms). Frauen (35 ms–88 ms) verzeichnen dabei eine größere Variationsbreite als Männer (40–71 ms).

Somit zeigt sich, dass das System sehr gut in der Lage ist, die Unterschiede in den Ausmaßen der Drehbewegungen zu detektieren und somit wesentliche Anhaltspunkte in der Beurteilung der Rumpfbewegungen zu liefern.

Die inhaltliche Diskussion ist in diesem Zusammenhang noch nicht abgeschlossen und muss für die Schaffung von Kriterien zur Bewertung der Rumpfbewegung und das Ableiten entsprechender Trainingsempfehlungen fortgeführt werden.

4 Literatur

Hay, J.G., Lui, Q. & Andrews, J.G. (1993). Body Roll and Handpath in Freestyle Swimming: A Computer Simulation Study. *Journal of applied biomechanics, 9* (3), 227-237.

Payton, C.J., Baltzopoulos, V. & Bartlett, R.M. (2002). Contributions of rotations of the trunk and upper extremity to hand velocity during front crawl swimming. *Journal of applied biomechanics, 18* (3), 243-256.

Psycharakis, S., Coleman, S., Connaboy, C., Kelly, J., McCabe, C., Naemi, R. & Sanders, R. (2007). *Rolling action of shoulders and hips in freestyle swimming*. In: XXV ISBS Symposium 2007. pp. 83-86.

Psycharakis, S.G. & Sanders, R.H. (2010). Body roll in swimming: A review. *Journal of sports science, 28* (3), 229-236.

Wick, D. (2005). *Biomechanische Grundlagen sportlicher Bewegungen*. Lehrbuch der Biomechanik. 173-175. Balingen: Spitta Verlag.

Weldon, E.J. & Richardson, A.B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming: A discussion of swimmer´s shoulder. *Clinics in sports medecine, 20*, 423-438.

Yanai, T. (2003). Stroke frequency in front crawl: Its mechanical link to the fluid forces required in non-propulsive directions. *Journal of biomechanics 38* (1), 53-62.

Techniktraining zur Entwicklung der Spielfähigkeit in den Spielsportarten

(AZ 070504/15-16)

Andreas Hohmann (Projektleitung), Micha Pietzonka, Joachim Pressler & Stefan Wach
Universität Bayreuth, Lehrstuhl der Trainings- und Bewegungswissenschaft

1 Problemaufriss

In der Trainingswissenschaft wird der sportlichen Technik aufgrund ihrer vielfältigen austauschbaren Funktionen regelmäßig eine hohe bis höchste Relevanz zugeschrieben. Die Beherrschung sportlicher Grundtechniken der jeweiligen Zielsportart gilt im Sinne einer Eintrittskartenfunktion als unmittelbare Voraussetzung für eine grundsätzliche und regelkonforme Teilnahme am sportartspezifischen Training und Wettkampf (vgl. Martin et al., 1999; Hohmann, Lames & Letzelter, 2007). Das Erlernen der sportlichen Technik wird aus Sicht der Trainerschaft dabei zumeist als „Handwerk" beschrieben, in dem die fehlende Beherrschung des „Werkzeugs" (im Sportspiel bspw. Schläger, Ball, Puck etc.) entweder a priori zum Ausschluss aus der Sportart führt, oder aber die langfristige Ausbildung weiterer relevanter Komponenten der Wettkampfleistung verhindert.

Ein frühzeitig hochwertiges Technikniveau ist aus Sicht der Trainerschaft unabdingbare Voraussetzung für Spitzenleistungen im Höchstleistungsalter. Im Sinne einer Optimierungsfunktion ist die spielsportliche Technik als der zentrale Fähigkeitskomplex innerhalb der verschiedenen Wettkampfstrukturen anzusehen, der unmittelbar relevant auch für die Qualität aller weiteren spezifischen Leistungsvoraussetzungen (Kondition, Taktik, Stressstabilität) ist. Konträr zu dieser Optimierungsfunktion begrenzt eine mangelhafte Technik im Sinne einer Limitierungsfunktion unmittelbar die Wirksamkeit konditioneller, taktischer und psychischer Fähigkeitsbereiche. (Voigt, Hohmann & Singh, 2013).

Zusammengefasst wird das maximal erreichbare technische Ausführungsniveau damit zu einem limitierenden Faktor bei der Ausschöpfung des Entwicklungspotenzials von Sportlerkarrieren. Da Defizite nur im Einzelfall und unter enorm hohen Aufwand wieder aufzuholen sind, stellen sowohl die Geschwindigkeit, als auch die Qualität, mit der bestimmte Basistechniken im Nachwuchsbereich erlernt werden, für die Trainerschaft ein bedeutsames und permanentes Sichtungs- und Selektionskriterium dar. Verschärft wird diese Situation aus der Erfahrung der befragten Trainerinnen und Trainer durch die einsetzende Pubeszenz, die innerhalb des Kinder- und Jugendtrainings übereinstimmend nicht nur im Hinblick auf biologische, psychologische und soziale, sondern ganz speziell auch sporttechnische Aspekte als „kritische" Entwicklungsphase berichtet wird. Die sportliche Technik wird dadurch von den Trainern und Trainerinnen als in höchstem Maße zeitkritische Leistungsvoraussetzung betrachtet: Kindern und Jugendlichen, welche zu einem festgelegten Entwicklungszeitpunkt nicht über ein definiertes Maß an sporttechnischer „Kompetenz" verfügen, wird das angestrebte hohe Wettkampfniveau voraussichtlich verwehrt bleiben (Hohmann, 2012).

Innerhalb der leistungssportlichen Entwicklung im Nachwuchsbereich wird der technischen Ausbildung daher Vorrang eingeräumt und ein „Primat der Technik" gegenüber weiteren Leistungskomponenten wie Taktik und Kondition begründet. Der zentrale Stellenwert des Techniktrainings im Kindes- und Jugendalter hat in der trainingstheoretischen Konstruktion der Trainer bzw. Trainerinnen unmittelbare Auswirkungen auf „didaktische Aspekte". So wird das Techniktraining einstimmig als intensiver Prozess beschrieben, mit dem die Aspekte Kontinuität, Konsequenz und Detail einhergehen.

2 Methode

Der Aufbau der Expertise „Techniktraining zur Entwicklung der Spielfähigkeit im Fußball, Basketball und Handball“ orientiert sich an den drei Arbeitspaketen (I) Internationale Literaturanalyse, (II) Nationale Expertenbefragung (IIa: Situationsanalyse: Trainerbefragung; IIb: Retrospektive Analyse: Spielerbefragung) und (III) Trainerbefragung (Internetbasierter Online-Fragebogen). Als konzeptionelle Plattform wurde ein Rahmenmodell der Technikentwicklung gewählt, das die Technikschulungsprogramme als wichtigsten „Umweltfaktor“ betrachtet und mit den motorischen und nicht-motorischen Talentmerkmalen sowie den zukünftigen Spielanforderungen im Hochleistungsfußball verbindet. Innerhalb dieses Rahmens bauen die Ziele des Techniktrainings und die Entwicklung von Spielfähigkeit und Spielschnelligkeit aufeinander auf.

2.1 Internationale Literaturanalyse

Bis heute wird das traditionelle Review herangezogen, um die Befundlage in einem Forschungsbereich zusammenfassend darzustellen (Rustenbach, 2003). Die Methodik ist jedoch begrenzt und gerät zunehmend in der Wissenschaftstheorie in Kritik (Cooper & Hedges, 1994; Rosenthal & DiMatteo, 2001; Rustenbach, 2003). Aufgrund der anhaltenden Kritikpunkte wurde sich im Rahmen dieser Arbeit an den methodischen Grundsätzen einer Metaanalyse orientiert (Beelmann & Bliesener, 1994; Bliesener, 1999):

(1) Formulierung einer präzisen, empirisch bereits geprüften Fragestellung

(2) Systematische Erfassung und Erhebung der empirischen Primärbefunde

(3) Kodierung und Bewertung inhaltlicher und methodischer Merkmale der Studien

(4) Aggregation der Primärbefunde

(5) Interpretation der Ergebnisse

(6) Dokumentation der Ergebnisse.

Die ersten beiden Punkte wurden exakt wie angegeben durchgeführt. In Punkt (3) wurde die Kodierung der Studien vernachlässigt und durch eine systematische Erfassung der Studien ersetzt. Da aufgrund der defizitären Studienlage keine Metaanalyse durchführbar war, konnte auf die explizite Kodierung verzichtet werden. Die methodische Bewertung erfolgte jedoch in Anlehnung an Fröhlich, Links & Pieter (2012) anhand der in Kapitel 3.4 dargelegten PEDro-Skala. Im vierten Schritt werden gemäß einer Metaanalyse die Effektstärken der Studien aggregiert und zusammengefasst. Da bei einem klassischen Review, dies nicht vorgesehen ist, wurden keine Effektstärken berechnet. Die Schritte (5) und (6) erfolgten wie vorgesehen.

2.2 Nationale Expertenbefragung

Im Mittelpunkt der Studie stand die Rekonstruktion subjektiver Sichtweisen und Deutungsmuster erfolgreicher Nachwuchstrainer und Nachwuchsspieler auf das Feld Techniktraining. Als Erhebungsmethode wurde das *qualitative semi-strukturierte Experteninterview* ausgewählt um Handlungsmotive, Alltagstheorien und Deutungsmuster in einer offenen oder teilstandardisierten Form zu erfragen. Für die Durchführung der Expertenbefragung im Rahmen der Studie wurde ein drei-phasiges Studiendesign ausgearbeitet. Aufbauend auf einer breiten Literaturanalyse nationaler und internationaler Konzepte zum Techniktraining in den drei Spielsportarten Fußball, Handball und Basketball wurden in einem ersten Schritt die Leitfäden für die Expertenbefragungen konzipiert (Kruse, 2014). Nach einer Pretest-Phase zur Überprüfung der Tauglichkeit und Anwendbarkeit der Leitfäden in der Praxis wurden in der Erhebungsphase (1) 20 Experteninterviews mit Spitzentrainern der jeweiligen Sportarten von August 2014 bis Mai 2015 von dem Forscherteam, bestehen aus 5 Forschern, deutschlandweit durchgeführt und anhand einer ersten separaten Einzelfallbetrachtung analysiert und relevante Fallstrukturen aufgedeckt. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie und der Intention der Gewährleistung größter Offenheit für neue, nicht vorab zu erwartende Erkenntnisse wurde ein rekonstruktives Verfahren für die Analyse der Daten ausgewählt. Dafür wurde ein in Anlehnung an das Kodierparadigma der „Grounded Theory“ (vgl. Glaser & Strauss, 1967; Strauss & Corbin, 1996) und von Côté, Salmela, Baria und Russel (1993) sowie Côté, Salmela und Russel (1995) vorgeschlagenes methodisches Auswertungsverfahren gewählt.

Ein Hauptgrund dafür war, dass sich dieses Verfahren in der qualitativen Analyse von Trainerbefragungen bewährt hat (O'Donoghue, 2010, S. 222). Anschließend wurde in einem zweiten Schritt der Auswertung durch Fallvergleiche nach Gemeinsamkeiten, Unterschieden und Widersprüchen gesucht, so dass zum einen eine Annäherung an übergreifenden Strukturen des sportartspezifischen Techniktrainings aus Sicht der Trainerschaft möglich war und zum anderen kritische Diskussionspunkte offengelegt wurden. Der zweite Teilbereich des Studiendesigns (Erhebungsphase (2)) integriert die retrospektive Sicht von 11 Spitzenspielern aus den verschiedenen Sportarten auf das erfahrene Techniktraining und fungiert somit komplementär zu dem Gesamtbild des langfristigen Leistungsaufbaus junger Nachwuchssportler. Die Spitzenspieler wurden parallel zum Auswertungsprozess im Zeitraum Januar 2015-Mai 2015 befragt und konnten dabei gezielt über die offenen Problemfelder Auskunft geben. Um die Validität und den Grad der wissenschaftlichen Haltbarkeit der Ergebnisse zu erhören, wurde abschließend aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen eine Online-Befragung ausgewählter nationaler Bundes- und Landestrainer für das Feld Fußball konzipiert.

Phase 1: Erstellung der Leitfäden
Diskussion: Was muss der Leitfaden beinhalten?
Problemstellungen erkennen:
- *methodisch*: Wie oft dürfen Fragen gestellt werden? Wie geschlossen müssen die Fragen sein?
- *inhaltlich*: Wie lassen sich die Schwerpunkte „implizieren"?

Phase 2: Pretest
Pilotstudie: Prüfung der Leitfäden für alle drei Sportartengruppen
Ziel: Fragen prüfen, validieren →was muss geändert werden? Welche Fragen sind kritisch?

Phase 3 a): Interviewphase → Erhebungsphase (1) Trainerinterviews
Anwendung der überprüften Leitfäden → Überarbeitung ständiger Prozess
Phase 3 b): Auswertungs- und Interviewphase → Erhebungsphase (2) Spielerinterviews
Regelmäßige Zwischenberichte über den Stand der Auswertung, Datenproduktion in der Analyse. Die beiden Phasen verlaufen parallel und nicht getrennt → fortlaufende Evaluation

Abb. 1: Qualitativer Untersuchungsplan

3 Ergebnisse

Unter ausbildungsmethodischem Gesichtspunkt wird die Frage nach dem „Spielen oder Üben" mit der Kompromissformel „Spielen und Üben!" beantwortet. Im Fußball gilt in der Regel: „Spielen und Üben im Wechsel". Über das Verhältnis von Spiel- und Übungsformen hinaus wurden die technikbezogenen Auswirkungen von Ergänzungssportarten und altersspezifisch gestalteten Wettspielen behandelt.

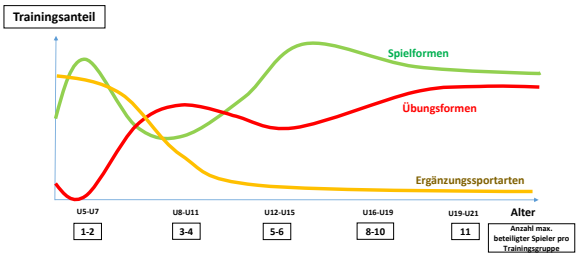


Abb. 2: Titel: Die Anteile von Spiel- und Übungsformen sowie von Ergänzungssportarten im Verlauf des Nachwuchstrainings (Quelle: Philippka Verlag)

3.1 Techniktraining mit der Altersgruppe U5–U7

Neben einem umfangreichen „Straßenfußball" eignen sich aus Sicht der Trainerexperten parallel oder innerhalb des Fußballtrainings auf dieser Einstiegsstufe die Ergänzungssportarten Turnen, Leichtathletik, (Tisch-) Tennis oder auch Kampfsportarten, wie z. B. Judo, Ringen oder Boxen, Karate oder Taekwondo etc. Für eine erste Heranführung an die Fußballtechnik sollte ferner eine Fußballfibel entworfen werden, die einfache, aber nichtsdestoweniger wirksame Übungen für das selbstständige Beschäftigen mit dem Fußball zuhause enthält. Unter allen fußballspezifischen Leistungsvoraussetzungen im Nachwuchsalter hat sich die Spielfähigkeit im Sinne der situativen Problemlösekapazität als das wichtigste Ausbildungsziel herauskristallisiert. Dabei besteht Konsens, dass es auf der frühen Stufe der Trainingseinsteiger im Altersbereich U5 bis U7 bei der Spielfähigkeit um Spielfreude, Spielkreativität und Spielehrgeiz geht und das freie Spiel im Mittelpunkt steht.

3.2 Techniktraining mit der Altersgruppe U8-U11

In das Zentrum des Techniktrainings rückt die Maximierung der individuellen Wiederholungszahl aller Technikelemente. Dies betrifft die Übungs- und Drillformen ebenso wie die Basis- und Minispielformen. Dabei sichern

Wettbewerbsformen nicht nur eine hohe Trainingsintensität, sondern auch Spaß und Motivation. Die Verbindung der Technikelemente kann über Staffelwettbewerbe, Punktsysteme und vor allem über die Kombination mit einem Torabschluss gesichert werden. Die Spielerzahl sollte im Techniktraining das 4:4-Format nicht übersteigen und vorrangig in noch kleineren Gruppen stattfinden. Zudem kann sich der Einsatz kleinerer Bälle positiv auf die Technikentwicklung auswirken, während unterschiedliches Ballmaterial keinen weiteren Nutzen bringt. Der jeweilige Technikschwerpunkt bestimmt die Gestaltung der Spielform hinsichtlich Spielerverhältnis (Überzahl/Gleichzahl/Unterzahl), Spielfeldgröße, Spielfeldaufbau (Tabuzonen, Trichterform etc.) und der Einführung von Technik provozierenden Regeln. Überzahlspiele fördern hierbei den Spielehrgeiz, das Durchhaltevermögen und das Zusammenspiel (Passen), während Unterzahlspiele die individuelle Technik des Dribblings (inkl. Ballan- und -mitnahme) betonen. In Anbetracht der offensiven 1:1-Qualitäten sollten zu stark einschränkende Regeln wie z. B. Kontaktbegrenzungen vermieden und das Feldgröße-Spielerzahl-Verhältnis je nach Thema (Dribbling: größeres Verhältnis Spielfläche – Spielerzahl; Torschuss: kleineres Verhältnis) gewählt werden. Mit zunehmendem Ausbildungsstand und steigendem Leistungsniveau kann der Druck in den Übungs- und Spielformen gesteigert werden, wobei zwischen Technik(neu) erlernen (geringer Druck) und Technikverfestigung (höherer Druck) unterschieden werden sollte. Spielformen mit erhöhtem Druck wirken dem Technik-(neu)erlernen entgegen.

3.3 Techniktraining mit der Altersgruppe U12-U15

Im Techniktraining des Aufbaubereichs (U12 bis U15) soll die optimale technische Ausführungsgüte der Grundfertigkeiten durch Provokationsregeln (task constraints) erzwungen werden. Die Provokationsregeln schränken die verschiedenen Möglichkeiten bei der Bewältigung der Bewegungsaufgaben ein und zielen damit auf die Optimierung der Art und Weise der technischen Lösung ab. Bei den meisten Spielformen gelingt es bereits durch geringfügige Regeländerungen, Veränderungen im technischen Anforderungsniveau zu bewirken. Neben den technischen Provokationsregeln sollen für das Techniktraining im Aufbaubereich des Nachwuchstrainings (U12 bis U15) verstärkt apparative Hilfsmittel (sog. environment constraints) eingesetzt werden, die eine technisch optimale Bewegungsausführung erzwingen und zu Teilen den Spielenden automatisch sofortige Rückmeldung geben. Besonders geeignet sind z. B. verschiedene Ballmaterialien, Dummies (Steck- oder Aufblaspuppen), Prellwände oder auch Lichtsignalanlagen zur Schulung kognitiver Fähigkeiten. Für die Trainerexperten ist die richtige Feedbackgestaltungvor allem in diesem Abschnitt ein wichtiger Eckpfeiler. Die Detailarbeit an den Schwächen im Individualtraining und/oder hinsichtlich des Abschlusses und der beginnenden Perfektionierung der Basistechniken benötigt von Seiten der Trainer bzw. Trainerinnen neben dem analytischen Blick für den technischen Fehler und seiner Quelle im Detail auch die Kompetenz der methodischen Feedbackgestaltung. Trainerinnen und Trainer sollten hierbei auf Hilfsmittel wie Video und Ergebnisse aus technischen Leistungstests zurückgreifen. Ein individuelles Videofeed back ermöglicht den Spielenden, eigene Fehler zu erkennen bzw. dem Trainer oder der Trainerin, auf eine bestimmte Verbesserung in der Bewegungsausführung hinzuweisen. Zudem sehen ca. 97 % der Trainerinnen und Trainer der Online-Befragung in diagnostischen Tests und deren Ergebnissen einen Mehrgewinn für die technische Ausbildung der Spielenden und eine mögliche Basis für die Festlegung/Dokumentation gemeinsamer individuelle Ziele der Spielerinnen und Spieler.

3.4 Techniktraining mit der Altersgruppe U16-U19

Die Online-Befragung der Verbandssportlehrer und der Stützpunktkoordinatoren aus Deutschland empfiehlt mehrheitlich, den Beginn der Positionsspezifizierung im Bereich der U15 bis U16 zu verankern. Somit kann man den Umkehrschluss ziehen, dass in den zu vorherigen Altersabschnitten positionsunabhängig oder zumindest positionsübergreifend (z. B. Innen- und Außenspieler) gearbeitet werden sollte. Im ganzheitlichen Ansatz des Leistungsbereichs (U16 bis U19) wird der Positions- und

Wettspielbezug betont und Technik und Taktik werden durch ein positionsspezifisches Szenariotraining sowohl in den Übungs- als auch in den Spielformen eng verknüpft. Auch das Individualtraining, welches zum einen athletische Komponenten erfasst und zum anderen zur Generierung der nötigen hohen Wiederholungszahlen zur Automatisierung der Technik dient, findet mit Bezug zur positionsspezifischen Ausbildung statt. Bei Instruktion und Feedback wird wie im Aufbaubereich sehr viel Wert auf die Arbeit am technischen und taktischen Detailgelegt und mit Video gearbeitet. Im aktiven Coaching wird die Start-Stopp-Methode („Einfrieren") vor allem für taktische Anweisungen empfohlen. Als Folge der stärkeren Einbettung taktischer Inhalte verändert sich die thematische Schwerpunktsetzung des Individualtrainings. Aspekte des Athletiktrainings werden zunehmend auch im Rahmen des Individualtrainings abgedeckt und können ebenfalls positionsspezifisch definiert werden. Ein abschließendes Merkmal der Trainingsmethoden im Leistungsbereich ist die sukzessive Steigerung des Anforderungsniveaus über das Wettkampfniveau hinaus („High Intensity Skills Training", HIST). Das HIST stellt die letzte Zielkategorie der methodischen Leiter im Techniktraining dar. Die kontinuierliche Steigerung der Druckbedingungen in den Übungs- und Spielformen mündet in eine Trainingssituation, die generell leicht oberhalb des aktuellen Wettkampfniveaus liegen sollte, um die Spielerinnen und Spieler für den Wettkampf „überqualifiziert" auszubilden und auf ihren Spielpositionen bestmöglich vorzubereiten. Abgerundet wird die methodische Seite der inhaltlichen Umsetzung durch die Erhöhung des Wettkampfniveaus selbst, was in der Regel durch Spiele gegen höherklassige Mannschaften geschieht.

4 Diskussion und Schlussbemerkung

Die Trainerexperten würden gerne den hohen taktischen Anteil in den Trainerlizenzstufen und die demgegenüber schwächer ausgeprägten Lerninhalte zur technischen Vermittlung stärker angleichen. Auf der einen Seite sollte das Techniktraining im Kinder- und Jugendtraining explizit verankert sein, auf der anderen Seite werden die Ausbildungsinhalte dieser Forderung kaum gerecht. Diese Sicht entspricht den Ergebnissen der Online-Befragung, denn auch dort wünschen sich die Trainerinnen und Trainer in ihrer Ausbildung einen vergleichbaren Anteil der technischen und taktischen Inhalte. Die technikspezifische Ausbildung stellt an der Basis eine Kernkompetenz dar, zumal die dort eingesetzten Trainer bzw. Trainerinnen oftmals nur ein eher geringes technisches Niveau des fußballerischen Eigenkönnens aufweisen. Ein fundiertes Methodenwissen zur Gestaltung von Instruktion und Feedback und zum Techniktraining im Ganzen ist der beste Garant für die optimale Ausbildung der jungen Spielerinnen und

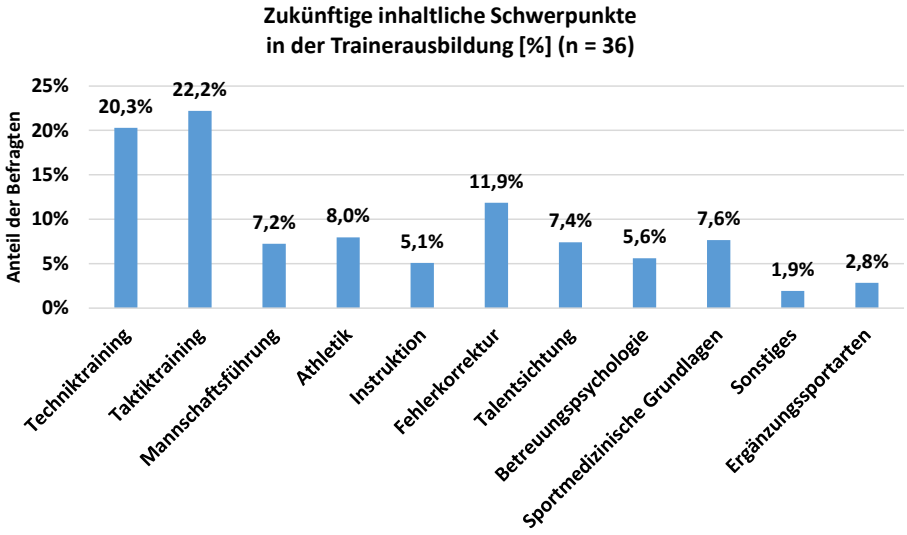


Abb. 3: zukünftige inhaltliche Schwerpunkte in der Trainerausbildung (N = 36) (Quelle: Philippka Verlag)

Spieler. Zusammenfassend plädieren die Experten für eine Fort- und Ausbildung mit dem Profil des Techniktrainers, die schwerpunktmäßig die altersspezifisch adäquate Gestaltung von Instruktion und Feedback zum Inhalt hat und die aufgrund der zunehmenden Spieldynamik veränderten Ansprüche an die zukünftige Qualität der Fußballtechnikberücksichtigt.

5 Literatur

Beelmann, A. & Bliesener, T. (1994). Aktuelle Probleme und Strategien der Metaanalyse. *Psychologische Rundschau, 45* (1), 211–233.

Bliesener, T. (1999). Methoden der systematischen Befundintegration – Eine Übersicht über Möglichkeiten und Grenzen der Meta-Analyse. In J. Wiemeyer (Hrsg.), *Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport*. 3. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 17.-19.9.1998 in Darmstadt (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, 105, S. 55–71). Hamburg: Czwalina.

Cooper, H. & Hedges, L.V. (Hrsg.) (1994). *The handbook of research synthesis*. New York, NY: Russell Sage Foundation.

Fröhlich, M., Links, L. & Pieter, A. (2012). *Effekte des Krafttrainings – eine metaanalytische Betrachtung*. Zugriff am 23. Juli 2014 unter http://www.sgsm.ch/fileadmin/user_upload/Zeitschrift/60-2012-1/Effekte_Krafttraining_1_2012_Froehlich.pdf

Côté, J., Salmela, J.H., Baria, A. & Russell, S.J. (1993). Organizing and interpreting un-structured qualitative data. *The sport psychologist, 7* (2), 127–137.

Côté, J., Salmela, J.H. & Russell, S.J. (1995). The Knowledge of High-Performance Gymnastic Coaches: Methodological Framework. *The Sport Psychologist, 9* (1), 65–75.

Glaser, B.G. & Strauss, A.L. (1967). *The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.

Hohmann, A., Lames, M. & Letzelter, M. (2007). *Einführung in die Trainingswissenschaft*. Wiebelsheim: Limpert.

Hohmann, A. (2012). Schulen und Leistungssport – Möglichkeiten und Grenzen der Talentförderung. In J. Wiemeyer (Hrsg.), *Talente finden, fordern und fördern – Konzepte und Erfahrungen* (26. Darmstädter Sport-Forum) (S. 57-73). Aachen: Shaker.

Kruse, J. & Schmieder, C. (2014). *Qualitative Interviewforschung. Ein integrativer Ansatz* (Grundlagentexte Methoden) (2., überarb. und erg. Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.

Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K. (1999). *Handbuch Nachwuchstraining*. Schorndorf: Hofmann.

O›Donoghue, P. (2010). *Research methods for sports performance analysis*. Milton Park, Abingdon, Oxon, New York: Routledge.

Rosenthal, R. & DiMatteo, M.R. (2001). Meta-analysis: recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual review of psychology, 52*, 59–82.

Rustenbach, S.J. (2003). Metaanalyse. Eine anwendungsorientierte Einführung (Methoden der Psychologie, Bd. 16) (1. Aufl). Bern, Seattle: Hans Huber.Cooper, H.M. & Hedges, L.V. (1994). Potentials and Limitations of Research Synthesis. In H.M. Cooper & L.V. Hedges (Hrsg.), *The Handbook of research synthesis* (S. 521–529). New York: Russell Sage Foundation.

Strauss, A.L. & Corbin, J.M. (1996). *Grounded theory. Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union

Voigt, L., Hohmann, A. & Singh, A. (2013). Konzepte erfolgreichen Nachwuchstrainings – Zentrale Merkmale subjektiver Trainertheorien zum leistungssportlichen Ausbildungsprozess. *Leistungssport, 43* (6), 4-15.

Einfluss unterschiedlicher Kurbellängen auf die Wettkampfleistung in den Kurzzeitdisziplinen des Bahnradsports unter trainingswissenschaftlichen Gesichtspunkten

(AZ 070802/14-15)

Claas H. Kuhlmann[1,2], Sandra Tilly[1] & Thomas Jaitner[1](Projektleitung)

[1] TU Dortmund, Institut für Sport und Sportwissenschaft

[2]Institut für Angewandte Trainingswissenschaft, Leipzig

1 Problem

Die Kurzzeitdisziplinen des Bahnradsports zählen zu den Paradedisziplinen des Bunds Deutscher Radfahrer (BDR). So konnten die Deutschen bei der Bahnrad-WM 2013 in Minsk acht Medaillen erringen und zählten damit zu den erfolgreichsten Mannschaften der Welt. Wie auch in anderen Disziplinen lässt sich in den letzten Jahren eine Zunahme der Leistungsdichte im Bahnradsport beobachten. So wurde beispielsweise das Finale im Teamsprint der Damen bei den Olympischen Spielen 2012 mit einer Zeitdifferenz von nur 0,179 Sekunden entschieden. Bei der WM 2013 in Minsk betrug die Zeitdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Platz lediglich 0,001 Sekunden. Damit die deutschen Bahnradfahrer bzw. -fahrerinnen weiterhin erfolgreich sein können, wird es daher nötig sein, Potenziale für weitere Leistungssteigerungen zu erkennen und zu nutzen.

Eine Vielzahl von Einflussgrößen auf die Fahrleistungen wie die Sitzposition, der Rollwiderstand oder die Aerodynamik ist bereits gut erforscht. Einen Überblick darüber geben z. B. Faria, Parker & Faria (2005a,b) oder speziell für die Sprintdisziplinen Martin, Davidson & Pardyjak (2007). Neben den genannten Einflussgrößen und den konditionellen und technomotorischen Fähigkeiten der Sportler bzw. Sportlerinnen ist auch die Kurbellänge von entscheidender Bedeutung, da dies die Schnittstelle der Kraftübertragung auf das Sportgerät ist. Bislang beschäftigen sich jedoch nur wenige Arbeiten differenziert mit dieser Leistungskomponente (u. a. Inbar et al.,1983; Martin & Spirduso, 2001; Morris & Londeree, 1997; Macdermid & Edwards, 2010).

Zusammenfassend zeigt die Analyse des Forschungsstands, dass die Kurbellänge v. a. einen Einfluss auf die maximale Kraftentwicklung erwachsener Sportler und Sportlerinnen hat. Mehrere zumeist ältere Studien berichten, dass die optimale Kurbellänge für die maximale Kraftleistung zwischen 145 mm und 180 mm liegt. Jedoch war in den meisten Fällen der Längenunterschied der verwendeten Kurbeln zu groß, um für die Praxis im Bahnradsport relevante Daten zu liefern (vgl. Inbar et al.,1983; Too & Landwer, 2000; Martin & Spirduso, 2001). Ziel des vorliegenden Projekts ist es daher, den Einfluss der Kurbellänge auf die Wettkampfleistung in den Kurzzeitdisziplinen des Bahnradsports zu untersuchen. Das Gesamtprojekt setzt sich aus zwei Teilprojekten, einer Labor- und einer Feldstudie, zusammen. Der vorliegende Kurzbericht bezieht sich auf erste Ergebnisse der Feldstudie.

2 Methode

Im Rahmen der Teilstudie wurden Messungen mit unterschiedlichen Kurbellängen an Nationalkaderathleten des BDR auf der Radrennbahn in Frankfurt (Oder) durchgeführt. Alle Athleten absolvierten mit unterschiedlichen Kurbellängen an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je drei maximale 200 m-fliegend-Belastungen mit einer Pause von 45 Minuten. Für die Tests wurden die Bahnräder der beteiligten Sportler genutzt und lediglich die Kurbeln in zwei unterschiedlichen Längen gewechselt. Alle anderen Bedingungen

(Übersetzung, Sattelhöhe etc.) wurden konstant gehalten. Bei allen Läufen wurden die Kräfte an der Kurbel mittels einer FES-Messkurbeln der Variante „MKA“ für jedes Bein getrennt gemessen. Gleichzeitig wurden die Zwischenzeiten bei 50 m, 100 m, 150 m sowie die Endzeit mit Hilfe einer Streifenmessanlage und zusätzlich per Hand gestoppt und elektronisch gespeichert. Die Beschleunigungsphase sowie die Fahrlinie wurden maximal möglich standardisiert.

Folgende Parameter wurden ausgewertet: Mittlere Geschwindigkeit (V_{mit}), maximale Geschwindigkeit (V_{max}), mittlere Leistung (P_{mit}), maximale Leistung (P_{max}), mittlere Trittfrequenz (TF_{mit}), mittleres Drehmoment (Nm_{mit}), maximales Drehmoment (Nm_{max}), mittlere tangentialen Kräfte (F_{mit}) und die maximalen tangentialen Kräfte (F_{max}). Die Effizienz (EF) wurde in Relation zur Trittfrequenz (TF) bestimmt, um die optimale Trittfrequenz und Kurbellänge zu ermitteln. Zudem wurde die mittlere Fahrzeit der drei 200-m-Sprintläufe für jede Kurbellänge berechnet.

3 Ergebnisse

Nachfolgend werden exemplarisch erste Ergebnisse von einem Sportler dargestellt (Tab. 1). Dabei werden die Kurbellängen 170 mm und 175 mm verglichen.

Tab. 1: Biomechanische Messwerte eines ausgewählten Sportlers

	170 mm	**175 mm**
V_{mit} (km/h)	71,17 ± 0,02	70,94 ± 0,08
V_{max} (km/h)	71,51 ± 0,0	71,24 ± 0,06
P_{mit} (W)	559,15 ± 5,90	557,91 ± 16,02
P_{max}	1842,22 ± 48,69	1852,82 ± 39,22
Tf_{mit} (U/min)	138,54 ± 0,07	138,15 ± 0,11
F_{mit} (N)	226,53 ± 2,24	220,30 ± 6,13
F_{max} (N)	745,67 ± 19,50	730,81 ± 14,78
Nm_{mit}	38,51 ± 0,38	38,55 ± 1,07
Nm_{max}	126,76 ± 3,31	127,89 ± 2,58
t_{mit} (sec)	10,23 ± 0,09	10,27 ± 0,04
EF(%)	92,44 ± 0,57	91,81 ± 0,35

4 Diskussion

Der Sportler erreicht mit der 170 mm-Kurbel über alle Messfahrten hinweg höhere Werte bei TF_{mit}, V_{max}, V_{mit} und EF als mit der 175 mm-Kurbel. Die übrigen Parameter weisen unterschiedliche Tendenzen bzgl. der Mittelwerte, aber auch große Streuung auf. Die Unterschiede in der mittleren Sprintzeit in Höhe von 0,04 s stellen zwar eine geringe, jedoch aufgrund der Dichte der Weltspitze aber zu beachtende Differenz dar. Insgesamt zeigt sich für diesen Sportler bei den hier diskutierten Parametern ein Vorteil der 170 mm-Kurbel im Vergleich zur 175 mm-Variante. Die Unterschiede in der Effizienz deuten zudem darauf hin, dass sich die Kurbellänge von 175 mm sich negativ auf die Bewegungskoordination bei hohen Trittfrequenzen auswirkt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Auswertungen der ersten Feldtests zeigen, dass unterschiedliche Kurbellängen Veränderungen in relevanten Leistungsparametern bewirken. Die Unterschiede sind zwar relativ gering, können jedoch aufgrund der Leistungsdichte im Hochleistungsbereich durchaus eine bedeutsame Relevanz besitzen. Die hier dargestellte Einzelfallanalyse belegt für den untersuchten Sportler Vorteile für die 5 mm kürzere Kurbel. Um dies weiter abzusichern, werden weitere Messungen u. a. mit anderen Kurbellängen durchgeführt. Insgesamt scheint der gewählte Untersuchungsansatz geeignet zu sein, um die individuell optimale Kurbellänge für die Bahnradsportler bzw. -sportlerinnen im Kurzzeitbereich bestimmen zu können.

Die bisherigen Untersuchungen auch an anderen Sportlergruppen deuten zudem darauf hin, dass auf diesem hohen Leistungsniveau individuelle Lösungen erforderlich sind. Es zeigt sich, dass unterschiedliche Personen mit verschiedenen Kurbellängen bessere Leistungen erzielen. Generalisierbare Aussagen zu den Auswirkungen unterschiedlicher Kurbellängen auf die Leistung im Bahnradsprint erscheinen bislang eher unwahrscheinlich. Eine Vereinheitlichung der Kurbellänge sollte daher zumindest vorerst nicht erfolgen. Stattdessen ist eine individu-

elle Anpassung der Kurbellänge für die Kadersportler bzw. -sportlerinnenzu empfehlen. Es erscheint sinnvoll, diese Untersuchung zukünftig auch mit weiteren Kadersportlern bzw. -sportlerinnen durchzuführen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die Datenerfassung und -auswertung der Feldstudie noch nicht abgeschlossen. Die Aussagen in diesem Kurzbericht stützen sich auf eine sehr eingeschränkte Datenbasis. Um die obigen Ergebnisse zu verifizieren bzw. zu modifizieren, werden weitere Analysen durchgeführt. Eine umfassende Diskussion kann erst nach Abschluss der Feldstudie erfolgen.

6 Literatur

Faria, E.W., Parker, D.L. & Faria, I.E. (2005a). The science of cycling. Physiology and Training – Part 1. *Sports medicine, 35* (4), 285-312.

Faria, E.W., Parker, D.L. & Faria, I.E. (2005b). The science of cycling. Factors affecting Performance – Part 2. *Sports medicine, 35* (4), 313-337.

Inbar, O., Dotan, R., Trosul, T. & Dvir, Z. (1993). The effect of bicycle crank-length variation upon power performance. *Ergonomics, 26* (12), 1139-1146.

Macdermit, P.W. & Edwards, A.M. (2010). Influence of crank length on cycle ergometry performance of well-trained female cross-country mountain bike athletes. *European journal of applied physiology, 108*, 177-182.

Martin, J.C., Davidson , J. & Pardyjak, E.R. (2007). Understanding Sprint-Cycling Performance: The Integration of Muscle, Power, Resistance, and Modeling. *International journal of sports physiology and performance, 2*, 5-21.

Martin, J.C. & Spirduso, W.W. (2001). Determinants of maximal cycling power: crank length, pedaling rate and pedal speed. *European journal of applied physiology, 84*, 413-418.

Morris, D.M. & Londeree, B.R. (1997). The effects of bicycle crank arm length on oxygen consumption. *Canadian journal of applied physiology, 22* (5), 429-438.

Too, D. & Landwer, G.E. (2000). The effect of pedal crank arm length on joint angle and power production in upright cycle ergometry. *Journal of sports science, 18* (3), 153-161.

Biomechanische Explikation zur Diagonalschritttechnik im Skilanglaufen

(AZ 071620/14-15)

Martina Clauß & Ulrich Hartmann (Projektleitung)
Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät,
Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten II

Entsprechend der Zielstellung des Projektes sollten 3D-kinematische Untersuchungsergebnisse zu den drei klassischen Bewegungstechniken derart aufbereitet werden, dass auf ihrer Grundlage für alle Übungs- bzw. Trainingsbereiche des Skilanglaufs sowohl wissenschaftlich begründete, als auch zeitgemäß multimedial erstellte Bewegungsanimationen für das Lauftechniktraining bereitgestellt werden konnten. Neben computergestützten interaktiven 3D-Visualisierungen repräsentativer Skilanglaufbewegungen waren des Weiteren mehrperspektivische Darstellungen identifizierter typischer „Sporttechnik-Fehlerbilder" von Interesse.

Neben der Vorinformation zur sportlichen Bewegungstechnik wird zunehmend die externe Rückinformation (bzw. die extrinsische Information) zu einem tragenden Element im Sporttechniktraining. Das Ausführen erlernter sportlicher Bewegungen erfolgt durch Spitzensportler bzw. -sportlerinnenin der Regel nicht bewusstseinspflichtig. Folglich ist davon auszugehen, dass das, was beim Realisieren der klassischen Skilanglauf-Bewegungstechniken über die Bewegungsprozesse noch bewusstseinspflichtig aufgenommen wird bzw. was über die sensorische Wahrnehmung zu den Sporttechnikknotenpunkten noch bewusst erfasst werden kann, in der Regel nicht ausreicht, um kontinuierlich notwendige Bewegungskorrekturen im Training und Wettkampf vornehmen zu können. Das heißt auch, dass

- traditionelles Bewegungsbeobachten und Beurteilen des Ausführens sportlicher Bewegungstechniken nur noch begrenzt zielführend ist.
- der für das Skilanglaufen aus biomechanischer Sicht nutzbar zu machende Erkenntnisfortschritt in engen Zusammenhängen mit den vorhandenen Theorien zum systemimmanenten komplexen leistungsphysiologisch-biomechanischen Bewegungsmechanismus und dem Fortschritt der eingesetzten bewegungswissenschaftlichen Untersuchungsverfahren steht.

Sofort erteilte, zusätzlich von außen (durch Trainer bzw. Trainerin oder mittels technischer Systeme) gegebene extrinsische Informationen an den Sportler oder die Sportlerin haben vordergründig auch dessen überfordertes Wahrnehmungsvermögen zu unterstützen, seine Wahrnehmungstäuschungen zu kompensieren und seine Aufmerksamkeit auf erkannte, aktuell bedeutsame Aspekte und Sporttechnikknotenpunkte des Bewegungsausführens zu richten. Ob die bewusste Gestaltung kognitiver Vorgänge und folglich das Lernziel auch tatsächlich erreicht werden kann, hängt von folgenden Einflussfaktoren ab:

- Dem Ziel des Visualisierens sportlicher Bewegungen (was, warum und unter welchen Rahmenbedingungen Bewegungsparameterdaten zu visualisieren sind).
- Der Kenntnis über die Eigenschaften der darzustellenden Daten.
- Der Fachkompetenz von Trainern und Trainerinnen sowie Sportlern und Sportlerinnen zu kausalen Wechselbeziehungen

dynamischer und kinematischer Bewegungsparameter, biomechanischen Eigenschaften der Skelettmuskulatur und Zweckmäßigkeitskriterien sportlicher Bewegungstechniken.

- Den Manipulationsmöglichkeiten von visualisierten Bewegungspräsentationen.
- Dem Wissen über rekonstruktive Modellierung und 3D-Animation.
- Den zur Verfügung stehenden Hardware-, Software- sowie Personalressourcen.

Des Weiteren können parametergesteuerte Bewegungsanimationen zum bewegungsprozessualen Veranschaulichen erkannter typischer Fehlerbilder beim Bewegungsausführen im Rahmen des Sporttechnikerwerbstrainings genutzt werden.

1 Untersuchungsmethodik /-ergebnisse

Die 3D-kalibrierten Bewegungskonserven wurden im Rahmen verschiedener FIS-Skiweltcups erstellt. Die Videoaufzeichnungen wurden mit zwei neig-, schwenk- und zoombaren sowie in Frequenz und Phase des Bildwechsels synchronisierten Kameras durchgeführt. Fünf ausgewählte internationale Sportlerinnen und Sportler wurden am Bewegungsanalysesystem mess3D einer kinematischen Analyse auf der Grundlage eines 28-Punktemodells unterzogen. Die automatische Fixpunkterfassung erfolgte mit Alias Autodesk Movimento. Aufgrund einer witterungsbedingten Veränderung/Verkürzung der Laufstrecke durch die Wettkampfleitung konnten keine Aufzeichnungen der Doppelstockschubtechnik mit Zwischenschritt durchgeführt werden.

2 Digitale Modellierung virtueller Charaktere und Sportgeräte

Digitale, in der Regel modular aufgebaute 3D-Modelle, sind Oberflächenrepräsentationen von Objekten, die auf orientierten polygonalen Netzen basieren. Diese können mit geometrischen Deformationstechniken, wie der Subdivisions-, Box-/Volumen- und Patchmodellierung sowie der rekonstruktiven Modellierung erstellt werden. Die genutzten 3D-Basismodelle (Subdivisions-Modellierung) der Firma Digital Art Zone Productions zeichnen sich einerseits durch hinreichend hohe topographische und realistische Details der menschlichen Oberflächenkonturen bei noch vertretbaren (hinsichtlich der vorhandenen Computerhardware) polygonalen Auflösungen (ca. 75.000 Polygone) für interaktive Echtzeitanimationen aus. Andererseits sind die polygonalen Grundstrukturen dieser 3D-Basismodelle so aufgebaut, dass anthropometrische Modifikationen zwischen dem 3D-Basismodell und dem Zielmodell (dem virtuellen Sportler) durch Warpingverfahren möglich sind. Individuelle anthropometrische Zielmodellparameter waren neben der Körpergröße auch definierte Segmentlängen und -breiten, die aus den Systempunkttrajektorien der vorliegenden 3D-Analysen berechnet wurden. Texture Mapping und deren Erweiterungen (Environment Mapping, Bump Mapping, etc.) sind weitere effiziente Verfahren, um polygonalen Oberflächenmodellen höhere Detailtreue und mehr Realismus hinzuzufügen. Neben der Box-/Volumenmodellierung kam für das Erstellen der 3D-Sportgerätemodelle die rekonstruktive Modellierung aus digitalen sowie kalibrierten Objektbildreihen zum Einsatz.

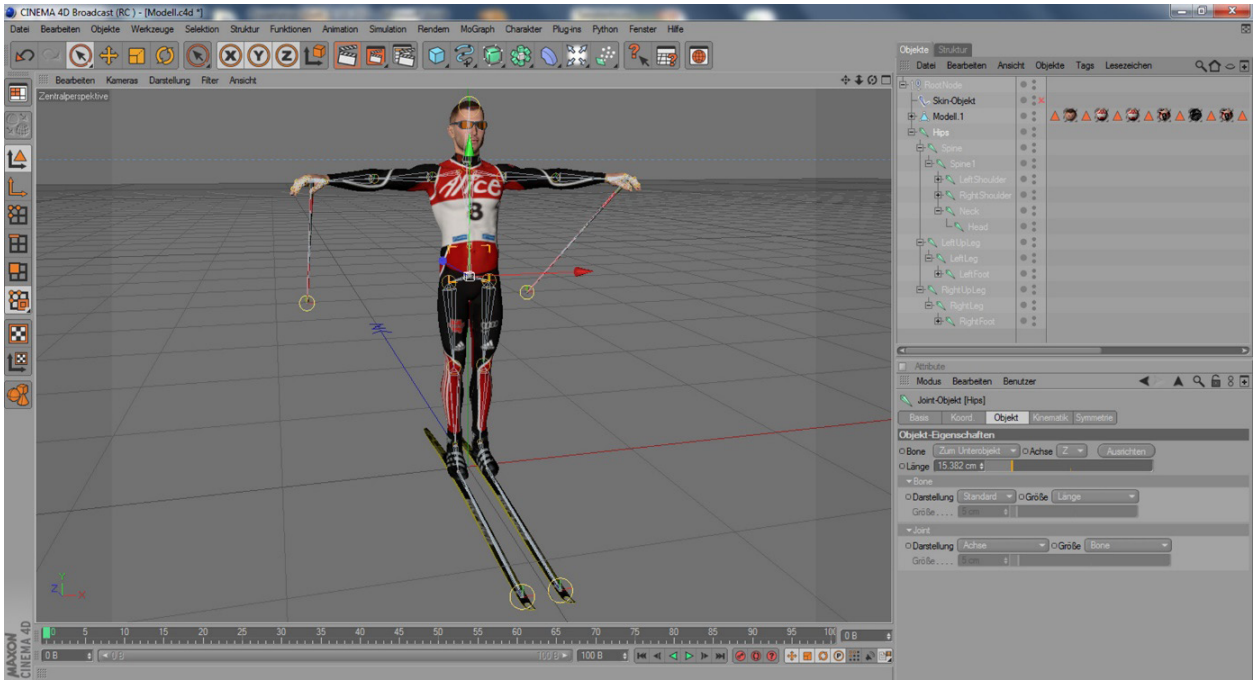


Abb. 1: Texturiertes Polygonmesh einschließlich Sportgeräte mit definierter Bonehierarchie

3 Charakter Rig und Mesh-Deformation

Erste Voraussetzung für Animationskontrollen von 3D-Modellen sind hierarchisch aufgebaute Modellrepräsentationen (Rig), bestehend aus Gelenken mit entsprechenden Freiheitsgraden und den sie verbindenden Knochen, sowie den Nachbildungen von Sportgerätestrukturen mit zu vereinbarenden kinematischen Constraints. Zusätzlich sind die jeweiligen Effektoren der kinematischen Teilketten (einschließlich Sportgeräte) zu definieren (siehe Abb. 1).

Im Rahmen der durchgeführten Wettkampfuntersuchungen, bei denen ein Anbringen von Markern sowie deren semiautomatische Digitalisierung auszuschließen waren, konnten nur die zeitlich äquidistanten Translationsparameter definierter Systempunkte erfasst werden. Es fehlten die Parameter der Rotationsmatrix um die jeweiligen Segmentachsen. Computeranimationen virtueller Charaktere unter Verwendung der direkten Kinematik erfordern jedoch die vollständige Beschreibung der Transformationsmatrix. Im Sport eingesetzte Softwarelösungen beschränken sich häufig auf Volumenmodelle mit polygonalen Grundobjekten. Darüber hinaus reicht in der Regel die Anzahl der manuell zu digitalisierenden Systempunkte nicht aus, um alle Gelenke des Modells im Rahmen von 3D-Animationen direkt steuern zu können. Aus diesen genannten Gründen machte sich ein Einbeziehen der inversen Kinematik erforderlich. Hier geht man im Gegensatz zur direkten Kinematik von Positionsänderungen und Orientierungen der Effektoren (Endglieder der kinematischen Ketten) aus und bestimmt die hierzu notwendigen Veränderungen der Gelenkwinkelpseudovektoren. Durch Expressionconstraints konnten außerdem parametergesteuerte kinematische Teilketten für die Hände/Finger/Skistöcke sowie Skilanglaufschuhe/Skibindung/Ski erstellt werden. Die Verbindung zwischen 3D-Modell und Charakter-Rig (zweischichtiges Modell) erfolgte durch Skinmodifikatoren. Diese sind in der Lage, das Mesh zu deformieren. Das eingesetzte Verfahren der Skeleton Subspace Deformation (SSD) basiert darauf, dass jedes Vertex des 3D-Modells mit Gewichtungsfaktoren an zu definierende Knochenkomplexe des Charakter-Rig gebunden wird (siehe Abb. 1).

Die translatorischen Systempunktdaten bzw. kinematischen Modellpunktdaten wurden anschließend im Motion-Application-Prozess über die Zwischenstufe „Actor“ auf den animierbaren Charakter übertragen.

Damit war ohne Einschränkungen sowohl ein individuelles visuelles Charakterdarstellen in frei wählbaren Wahrnehmungsperspektiven, als auch ein online vorzunehmendes Ändern der Bewegungsausführung am Computer gegeben.

4 Motion-Application-Prozess

Die digitalisierten Gelenkpunkttrajektorien bzw. kinematischen Modellpunktdaten sind im Motion-Application-Prozess auf den animierbaren Charakter zu übertragen (C3D-Datenformat). Diese Daten enthalten im ersten Bild die berechneten Koordinatenwerte für die sportlerspezifische Normalpose. Mit Hilfe dieser Normalpose erfolgte die Anbindung der individuellen Datenstruktur an einen Actor. Der Actor bildete die Grundlage für ein Anbinden der individuellen Daten an den animierbaren Charakter (siehe Abb. 2).

Über das automatisch generierte Kontrollrigg hinaus wurden in Motionbuilder zusätzlich die bereits voranstehend erwähnten Endeffektoren der Sportgeräte mittels Constrains eingebunden. Außerdem waren für die mittels Expressions-Constrains in Motionbuilder programmierten kinematischen Teilketten (Hände bzw. Finger) unter Zuhilfenahme von Pose Controls in Motionbuilder benutzerdefinierte Eingabemöglichkeiten zu schaffen, die parametergesteuertes Bewegen der Hände und Finger des Charakters gestatteten.

Mit diesem speziellen Arbeitsschritt wurde insbesondere das Ziel verfolgt, aktuell analysierte und aus biomechanischer Sicht als zweckmäßig eingestufte Details der Stockabdruckphase auch realistisch anhand von 3D-Bewegungsanimationen darstellen zu können (siehe Abb. 3).

Sowohl die gerenderten Computeranimationen als Videosequenz aus verschiedenen Perspektiven für alle gängigen Ausgabemedien als auch im FBX-Format abgespeicherten Animationssequenzen für das Abspielen und freie Manipulieren der Endeffektoren im frei verfügbaren FBX-Format wurden den Trainern übergeben.

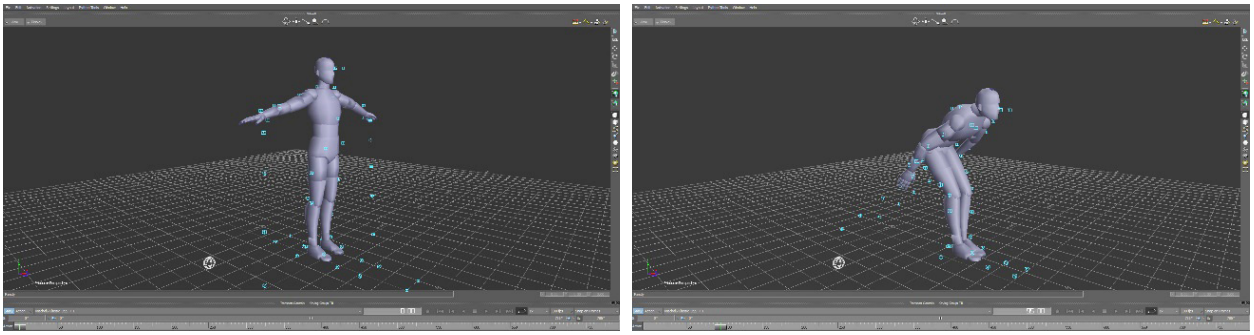


Abb. 2: Anpassung des Actors an die Systempunktkoordinaten. Links: Normalpose. Rechts: Bewegungspose beim Ausführen der Doppelstock-Bewegungstechnik

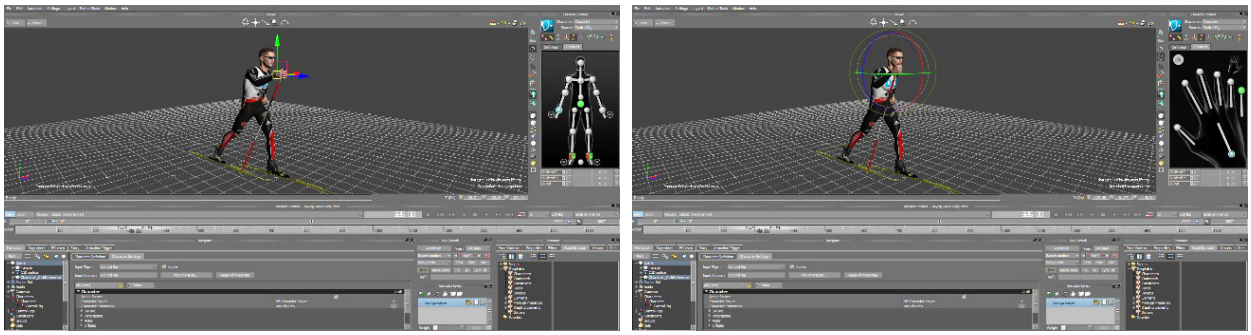


Abb. 3: Veränderung von Bewegungsparameterdaten der kinematischen Teilkette Arm/Skistock anhand des Endeffektors Skistockgriff

5 Zusammenfassung, Ausblick

Das Ziel des Projektes bestand im Entwickeln und technologischen Realisieren Keyframe basierender 3D-Computeranimationen für die klassischen Bewegungstechniken des Skilanglaufs. Sein Verfolgen stützte sich auf die Erkenntnis, dass sich eine „leitbildgerechte“ sportliche Bewegungstechnik durch Trainer/Trainerinnen bzw. Übungsleiter/Übungsleiterinnen nur begrenzt demonstrieren lässt. Dies wurde als eine Hauptursache für falsches bewusstes Gestalten kognitiver Vorgänge beim Lernenden im Sporttechnikerwerbs- und Sporttechnikvervollkommnungstraining der Ausdauersportarten eingestuft. Im Rahmen dieses Projektes entwickelte 3D-Charakteranimationen können sowohl die Funktion der Vorinformation im Sporttechnikerwerbstraining des DSV unter Zuhilfenahme moderner Medien als auch die Funktion einer Führungs- bzw. Sollgröße beim geregelten Konditions- und Sporttechniktraining mit Feedbackprozedur umfassend erfüllen.

Einsatz einer handballspezifischen Sprungdiagnostik im Rahmen der Talentsichtung des DHB

(AZ 071602/15)

Jörg M. Jäger[1], Dirk Büsch[2] & Hermann Müller[1] (Projektleitung)

[1]Universität Gießen, Institut für Sportwissenschaft

[2]Institut für Angewandte Trainingswissenschaft Leipzig

1 Problemstellung

Der Sprungwurf ist eine der am häufigsten verwendeten Wurftechniken im Handball. Wagner, Buchecker et al. (2010) berichten, dass über 70 % der Würfe, die in einem wettkampforientierten Handballspiel auftreten, in Form von Sprungwürfen absolviert werden.

Das Talentsichtungs- und -förderkonzept des DHB berücksichtigt in seiner diagnostischen Testbatterie eine Vielzahl von Aspekten, die einen Zusammenhang mit der Leistung beim Sprungwurf haben. Diese betreffen Merkmale des Wurfs (max. Wurfgeschwindigkeit, Schlagwurfpräzision unter Zeitdruck) sowie Merkmale des Sprungs (Sprunghöhe beim Standhochsprung/Jump-and-Reach Test, Sprungweite beim Standweitsprung) (Nowak, et al., 2013). Mit den verwendeten Sprungtests ist jedoch das Problem verbunden, dass diese relativ unspezifisch sind und dass sie eine geringe kinematisch-dynamische Übereinstimmung mit einem Sprungwurf im Spiel, d. h. eine fehlende ökologische Validität, aufweisen. Das kann sich u. a. darin äußern, dass die Höhe beim Sprungwurf nicht mit den Ergebnissen unspezifischer Sprungtests auf Kraftmessplatten korreliert (Hübner et al., 2005). Somit scheint die bisherige Diagnostik der Sprungwurfleistung durch eine spezifischere Analyse der zugrundeliegenden Leistungskomponenten noch Potenzial für weitere Verbesserungen zu besitzen.

Es gibt bereits einige Überlegungen und messmethodische Ansätze, die Sprungdiagnostik spezifisch auf die Situation im Handball anzupassen. Dazu gehört auch, dass Anlaufschritte und ein einbeiniger Absprung in die Diagnostik der Sprunghöhen einfließen (Pielbusch et al., 2011). Die von Piehlbusch et al. (2011) vorgeschlagene Messmethode erhöht einerseits zwar die Spezifität, sie zeigt andererseits jedoch dahingehend noch Einschränkungen, dass die tatsächliche Abwurfhöhe bislang unberücksichtigt bleibt. Insbesondere die Abwurfhöhe ist aber ein wichtiges Kriterium des Sprungwurfs, weil angreifende Spieler bzw. Spielerinnen mit einer hohen Abwurfhöhe mehr Handlungsspielraum erhalten. Sie können so beispielsweise eher über den gegnerischen Block werfen bzw. haben mehr Zeit im Sprung, um beispielsweise eine Wurftäuschung auszuführen (Cardinale, 2014).

Die handballspezifische Sprungdiagnostik, wie sie im Rahmen eines Vorgängerprojekts (IIA1-070512/13) entwickelt und evaluiert wurde, berücksichtigt die zuvor genannten Probleme und stellt ihnen einen konstruktiven diagnostischen Messansatz entgegen. Durch sie werden unterschiedliche Leistungsanteile des Sprungwurfs valide und ökonomisch erfasst (Gail & Maiwurm, 2013), wobei u. a. auch die tatsächliche Abwurfhöhe ausreichend genau und rückwirkungsfrei mithilfe des *Training Testers*™ bestimmt werden kann. Die ökonomische Erfassung der Messdaten stellt dabei einen besonderen Vorteil dieser Diagnostik dar, weil sie im Vergleich zu komplexen Bewegungsanalysesystemen (z. B. *Vicon*™) sowohl zeitlich schneller zu realisieren als auch in der Anschaffung kostengünstiger ist. Dadurch erscheint ihr Einsatz insbesondere im Rahmen von Talentsichtungen möglich und lohnenswert.

Das hier dargestellte wissenschaftliche Betreuungsprojekt *„Einsatz einer handballspezifischen Sprungdiagnostik im Rahmen der Talentsichtung des DHB (ZMVI1-071602/15)“* stellt nun den Transfer der entwickelten Sprungdiagnostik in die Praxis dar. Ziel dabei ist es, die Leistungsdaten der Kaderathletinnen und -athleten spezi-

fisch im Hinblick auf den Sprungwurf zu erfassen und dadurch einen Lösungsansatz für die eingangs erwähnten Probleme (vgl. Müller, Jäger & Gail, 2015) bereitzustellen. Daneben soll aber vor allem das Ziel im Mittelpunkt stehen, diese alternative und komplexere Sprungdiagnostik organisatorisch in den Ablauf der Leistungssportsichtung des DHB zu integrieren.

2 Methode

2.1 Datenerhebung – Primäre Messgrößen[1]

Im Rahmen der Sprungdiagnostik wurden vier primäre Messgrößen erhoben, die verschiedene Anteile der Sprungleistung bei einem maximal hoch ausgeführten Sprungwurf erfassen. Dafür durchliefen alle Probanden und Probandinnen einen standardisierten Testablauf, bei dem die Höhe der Hand bzw. des Balles in vier verschiedenen Aufgabenstellungen gemessen wurden (siehe Abb. 1).

Von jeder Testperson wurden die maximale Reichhöhe im Stand (RHST), die maximale Reichhöhe beim beidbeinigen Sprung (RHBS), die maximale Ballhöhe beim einbeinigen Sprung (BHES) sowie die maximale Abwurfhöhe (ABWH) jeweils zweimal erfasst (Bei RHBS und BHES wurde jeweils ein Probesprung durchgeführt, der je nach Qualität in den Berechnungen berücksichtigt werden konnte. Insgesamt wurden somit jeweils *mindestens* zwei korrekte Messungen erhoben). Jede der bis zu dreimal gemessenen primären Messgrößen (RHST, RHBS, BHES, ABWH) wurde mithilfe des *Training Testers*™ erhoben, entsprechend protokolliert und digital erfasst.

2.2 Datenverarbeitung – Indirekte Messgrößen und automatisierte Auswertung

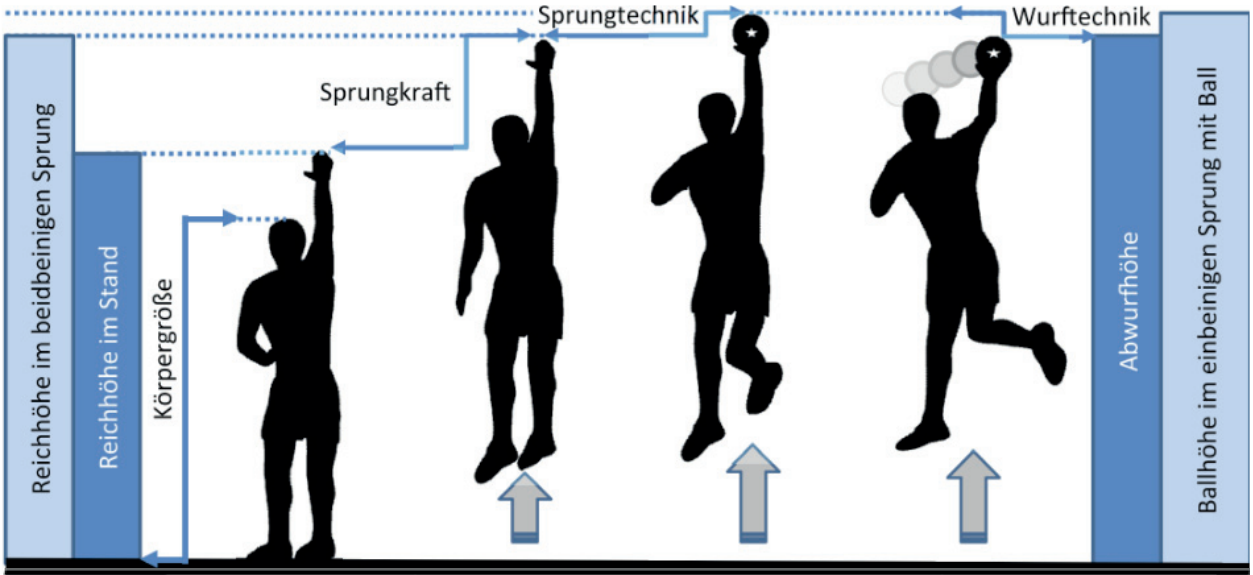
Im Rahmen einer automatisierten Datenverarbeitung konnten aus den personenspezifischen Mittelwerten der primären Messgrößen durch Differenzbildung drei abgeleitete Größen berechnet werden, die die gewünschten separaten Leistungsanteile des Sprungwurfs repräsentieren:

Sprungkraft (SK = RHBS – RHST): *Die Differenz in Form der relativen Sprunghöhe [in cm] (Zuwachs von Reichhöhe im Stand zur Reichhöhe beim beidbeinigen Sprung) wird auch beim Jump-and-Reach-Test als Maß für die Schnellkraft der unteren Extremitäten oder allgemein für die „Sprungkraft" verwendet. Die Koordination des Ablaufs ist im Hinblick auf den Sprungwurf eher unspezifisch und beschreibt eine aufgabenübergreifende Sprungleistung.*

Sprungtechnik (ST = BHES – RHBS): *Die Differenz [in cm] zwischen der Sprungleistung bei einem unspezifischen Sprung (RHBS) und der Leistung bei dem spezifischen Sprung (BHES) ist ein Indikator dafür, wie gut die für den handballspezifischen Sprung erforderlichen koordinativen Voraussetzungen ausgeprägt sind. Sie kann als ein Maß für die „Sprungtechnik" des Handballers bzw. der Handballerin angesehen werden.*

Wurftechnik (WT = ABWH – BHES): *Die Differenz [in cm] zwischen der Ballhöhe beim einbeinigen spezifischen Sprung (BHES) und der tatsächlichen Abwurfwurfhöhe (ABWH) kann als Indikator für die Qualität der Wurftechnik dienen. Die Ballhöhe beim einbeinigen spezifischen Sprung könnte man dabei als die „theoretisch maximal mögliche" Abwurfhöhe interpretieren. Beim Sprungwurf wird diese Höhe normalerweise nicht erreicht, da der Ball auf einer anderen Trajektorie geführt werden muss, um die Abwurfgeschwindigkeit und die Wurfpräzision optimal aufeinander abzustimmen. Wenn die „Wurftechnik" eines Spielers bzw. einer Spielerin diesen Verlust an Höhe gering hält, kann dies als günstig angesehen werden.*

1 Vgl. Abschlussbericht des Forschungsprojekts IIA1-070512/13.



Primäre Messgröße	Reichhöhe im Stand RHST	Reichhöhe nach beidbeinigem Sprung RHBS	Ballhöhe nach einbeinigem Sprung BHES	Abwurfhöhe nach einbeinigem Sprung ABWH
Ausgangs-position	aufrechter schulter-breiter Stand an der Linie[1], Fersen auf dem Boden	aufrechter schulter-breiter Stand an der Linie	Start von einer selbst gewählten Position mit Ball[2]	Start von einer selbst gewählten Position mit Ball[2]
Instruktion	Strecke die Wurf-hand und führe sie am höchstmöglichen Punkt durch den Messbereich. Die Fersen bleiben am Boden.	Springe nach einer einmaligen Aushol-bewegung beidbeinig so hoch wie möglich. Strecke die Wurfhand und führe sie am höchstmöglichen Punkt durch den Messbereich.	Springe nach zwei Auftaktschritten mit einem Bein[3] so hoch wie möglich. Strecke die Wurfhand mit dem Ball und führe sie am höchstmöglichen Punkt durch den Messbereich.	Springe nach zwei Auftaktschritten mit einem Bein[3] so hoch wie möglich. Wirf am höchsten Punkt so *kräftig* wie möglich ab und versuche möglichst präzise das Zielfeld[4] zu treffen.
Messpunkt	Spitze Mittelfinger	Spitze Mittelfinger	Höchster Punkt des Balles	Höchster Punkt des Balles

[1] Diese Linie befindet sich 10 cm vor der senkrechten Projektion des Messbereichs auf den Boden.
[2] Die Startposition sollte so gewählt werden, dass der höchstmögliche Punkt im Sprung in dem Messbereich erreicht wird. Die beste Lage des Startpunktes kann in Probeversuchen ausprobiert werden.
[3] Das dem Wurfarm entgegengesetzte Bein.
[4] Oberes linkes (Linkshänder) oder rechtes (Rechtshänder) Loch (ø ca. 40 cm) im Torwandnetz (Fa. Sport Thieme, Grasleben).

Abb. 1: Die Diagnostik erfasst vier verschiedene primäre Messgrößen (senkrechte Balken) aus denen vier abgeleitete Einflussgrößen berechnet werden (durch eckige Pfeile symbolisierte Differenzwerte). Die genauen Durchführungsbedingungen und die Instruktionen an die Probanden sind aufgelistet (vgl. Müller, Jäger & Gail, 2015).

Die Leistungsdaten der Kaderathletinnen und -athleten (Mittelwerte der primären Messgrößen: RHST, RHBS, BHES, ABWH) wurden anschließend mithilfe von individuellen Auswertungsbögen als Ergebnis an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zurückgemeldet. Diese Auswertungsbögen enthielten auch die abgeleiteten, indirekten Größen (Differenzwerte: SK, ST, WT) sowie deren Einordnung in Bezug auf die gewählte Referenzgruppe (männlich/weiblich). Die Einordnung bestand sowohl aus einer sprachlichen Bewertung (*unterdurchschnittlich, durchschnittlich, überdurchschnittlich*) als auch in Form eines Stripcharts, in dem

die Leistungen des jeweiligen Athleten bzw. der jeweiligen Athletin im Kontext der Leistungen der Anderen zu sehen ist (vgl. Abb. 4). Als „durchschnittlich" wurde dabei eine Leistung bewertet, die eine Standardabweichung um den Mittelwert lag; über- bzw. unterdurchschnittlich entsprechend Leistungen, die darüber bzw. darunter lagen.

2.3 Messaufbau und -durchführung

Die Messungen fanden innerhalb der DHB-Sichtung in Kienbaum (Termin 1: 29.01.-01.02.15; Termin 2: 05.02.-08.02.15) statt. Weil das Zeitfenster für die Datenerfassung pro Kader mit max. 15 min zeitlich sehr eingeschränkt war, wurden zwei gleichwertige Messstationen aufgebaut. Der Messaufbau an den Stationen sowie die Position des Messteams sind Abb. 2 zu entnehmen. Für jede Messstation wurden ein *Airbody*, ein *Training Tester*™ sowie ein *Torwandnetz* (Zielbereiche oben links für Linkshänder bzw. oben rechts für Rechtshänder im Tor, Lochradius ca. 20 cm) benötigt.

An beiden Messterminen wurden zehn Landeskader mit jeweils (bis zu) 12 Handballerinnen (1. Termin) bzw. Handballern (2. Termin) untersucht, die für die Messungen in zwei Teilgruppen mit jeweils 6 Personen an die beiden Messstationen aufgeteilt wurden. Die Vorgehensweise zur Erfassung der Messgrößen wurde den Testpersonen anhand einer verbalen und visuellen Instruktion sowie der Demonstration durch eine Person aus dem Messteam vermittelt. Jeder Testperson wurde zudem dazu aufgefordert, ihre maximale Leistung zu erbringen.

3 Ergebnisse

An der Untersuchung nahmen insgesamt 119 männliche (*Alter: 15.0 ± 0.4 Jahre, Körpergröße: 184.1 ± 7 cm, Gewicht: 74.7 ± 9.1 kg*) und 120 weibliche Handballspieler (*Alter: 13.9 ± 0.5 Jahre, Körpergröße: 169.9 ± 5.5 cm, Gewicht: 62.2 ± 7.5 kg*) teil. Die Ergebnisse der einzelnen Messvariablen und der daraus abgeleiteten Größen *Sprungkraft, Sprungtechnik* und *Wurftechnik* sind in Tab. 1 dargestellt.

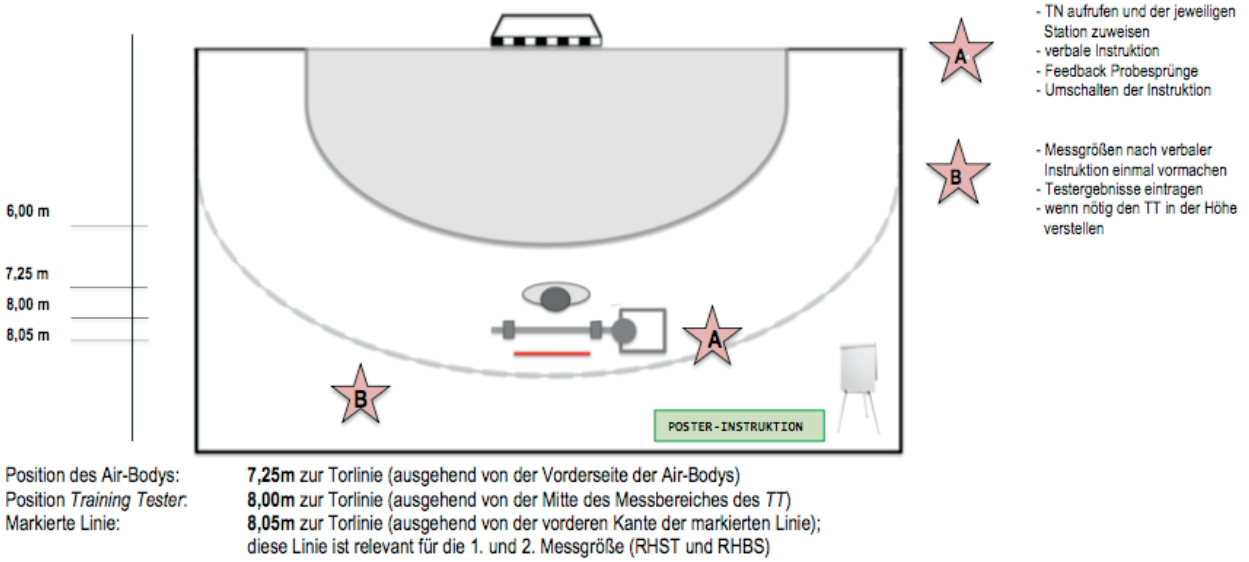


Abb. 2: Schematische Darstellung des Messaufbaus sowie der Position und Aufgabenverteilung innerhalb des Messteams (Abbildung erstellt von Paula Maiwurm)

Tab. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen (M ± SD cm) der vier Messgrößen und der daraus abgeleiteten Größen Sprungkraft (SK), Sprungtechnik (ST) sowie Wurftechnik (WT) von N = 119 männlichen und N = 120 weiblichen Kaderathleten in Kienbaum.

	RHST	SK	RHBS	ST	BHES	WT	ABWH
Männlich	233.5 ± 9.3	50.6 ± 8.8	284.1 ± 11.8	10.0 ± 8.9	294.2 ± 13.4	-24.4 ± 12.08	270.0 ± 14.3
Weiblich	215.6 ± 8.3	35.6 ± 7.9	251.2 ± 9.9	2.8 ± 8.1	254.0 ± 11.9	-19.4 ± 13.1	234.6 ± 11.4

Es liegen teilweise. nicht vollständige Datensätze von den Testpersonen vor, da bspw. einige Kaderathletinnen beim Sprungwurf (Messgröße ABWH) nicht die Mindesthöhe von 211 cm für die Messung erreichten und aus zeitlichen Gründen die Sprungwurfhöhe nicht bei allen Torwarten aufgrund ihrer besonderen Spielposition erfasst wurde.

Anhand der Daten ist zu erkennen, dass es von RHST über RHBS bis zu BHES zu einer Zunahme der Messwerte kommt. Im Unterschied dazu kommt es von BHES zu ABWH zu einer Verminderung der Messhöhen. Diese Systematik scheint ein genereller Trend zu sein und ist bei beiden Geschlechtern zu erkennen (siehe Abb. 3). Dennoch unterscheiden sich die Leistungsdaten zwischen den männlichen und weiblichen Athleten (MANOVA mit UV: Geschlecht und AVs: RHST, RHBS, BHES, ABWH) ($F(4, 221) = 168.97$, $p < 0.01$). Diese Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern bestehen nicht nur in den Absolutwerten sondern auch in den Zuwachsraten (Differenzwerte). Insbesondere bei der Sprungkraft ($t = 13.9$, $df = 237$, $p < 0.01$, $d = 1.80$) sowie der Sprungtechnik ($t = 6.6$, $df = 237$, $p < 0.01$, $d = 0.85$) ist die Zunahme bei den männlichen größer als bei den weiblichen Versuchspersonen. In dem Zusammenhang ist auch zu erkennen, dass die männlichen Probanden mit der handballspezifischen Sprungtechnik in der Lage sind, deutlich an Höhe zu gewinnen (10 cm)($t = 12.31$, $df = 118$, $p < 0.01$, $d = 1.13$). Bei den weiblichen Probanden ist die Zunahme von ca. 2.8 cm zwar signifikant ($t = 3.75$, $df = 119$, $p < 0.01$, $d = 0.34$), aber im Vergleich dazu geringer. Aufgrund theoretisch-inhaltlicher und sportpraktischer Überlegungen ist dieser geringe Unterschied als praktisch nicht bedeutsam einzustufen.

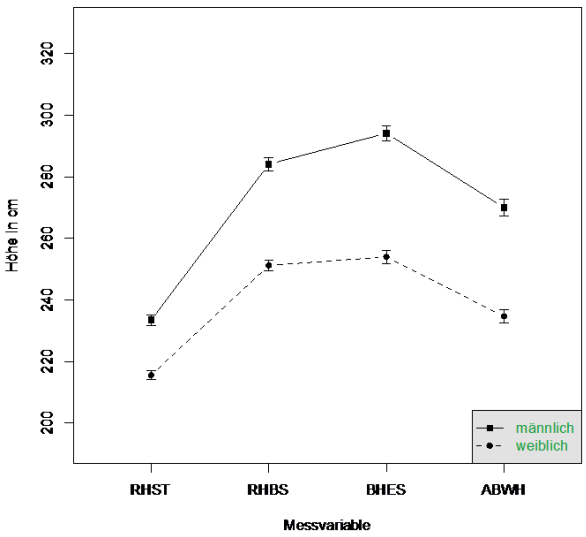
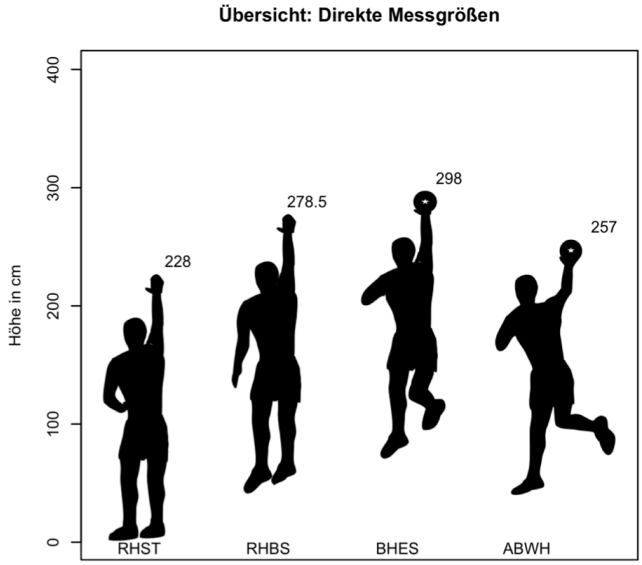


Abb. 3: Mittelwerte und Konfidenzintervalle der Messgrößen für die männlichen und weiblichen Kaderathleten.

Insgesamt wurden 239 individuelle Auswertungsbögen an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ausgehändigt. Exemplarisch ist ein solcher Bogen eines männlichen Athleten in Abb. 4 zu sehen. Die Einordnung der abgeleiteten Einflussgrößen (Sprungkraft, Sprungtechnik, Wurftechnik) im Vergleich zur Referenzgruppe (N = 119 männlichen Kaderathleten) erfolgte in drei Diagrammen im unteren Teil des Auswertungsbogens. In diesen sind sowohl die Leistung der Testperson zu sehen, die als roter Kreis kenntlich gemacht wurde, als auch die Leistungen aller Sichtungsteilnehmer als Verteilung dargestellt. Zur besseren Orientierung sind noch die mittlere Leistung anhand einer durchgezogenen Linie sowie die Standardabweichung anhand von gestrichelten Linien eingezeichnet). Daraus lassen sich dann unmittelbar die Konsequenzen für die Trainingsplanung ableiten. In dem konkreten Fall aus Abb. 4 könnte ein Training vor allem in dem Bereich Wurftechnik sinnvoll sein.

Sprungwurf-Diagnostik des Arbeitsbereichs Trainingswissenschaft
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Untersuchungsdatum: 2015-02-05
Name: ###, ###
Körpergröße: 182.8 cm.
Bemerkungen: NA



Direkte und indirekte Messgrößen	Ergebnis (cm)	Bewertung
Reichhöhe im Stand (RHST)	228	
Reichhöhe beim beidbeinigen Absprung (RHBS)	278.5	
Ballhöhe beim einbeinigen Absprung (BHES)	298	
Abwurfhöhe (ABWH)	257	
Sprungkraft	50.5	durchschnittlich
Sprungtechnik	19.5	überdurchschnittlich
Wurftechnik	-41	unterdurchschnittlich

Detailergebnisse indirekte Messgrößen

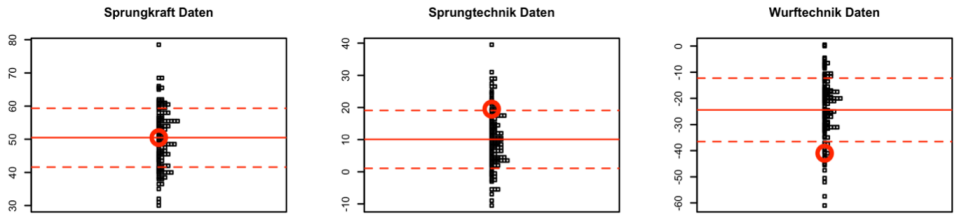


Abb. 4: Exemplarischer Rückmeldebogen mit individuellen Messwerten eines Teilnehmers und deren Einordnung in das Leistungsspektrum aller Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Sichtungslehrgangs.

4 Diskussion

Die avisierten Projektziele sowie die damit im Zusammenhang stehenden Kooperationsvereinbarungen wurden umgesetzt: Es wurden 239 Kaderathletinnen und -athleten im Rahmen der DHB-Leistungssportsichtung in Kienbaum getestet und die komplexe handballspezifische Diagnostik in der Praxis zum Einsatz gebracht. Jeder Testperson (bzw. die Verantwortlichen aus dem Trainerstab) erhielt einen individuellen Auswertungsbogen, der Rückmeldungen über die erbrachten Leistungen beinhaltete.

Die Ergebnisse zeigen zum einen die Leistungen der getesteten Personen in den verschiedenen Messgrößen und können als erste Anhaltspunkte für Vergleichswerte herangezogen werden. Sie ermöglichen darüber hinaus aber vor allem einen tieferen Einblick in das Leistungsgefüge des Sprungwurfs als ein Jump-and-Reach Test allein und bieten zudem Ansatzmöglichkeiten für ein differenziertes Training mit den Athletinnen und Athleten der einzelnen Landeskader. Dies kann in der Folge zu homogenen Untergruppen mit ähnlichem Trainingsbedarf führen (Jäger et al., im Druck). Je nach Ausprägung der drei sekundären, indirekten Messgrößen (Differenzwerte: SK, ST, WT) kommen zumindest folgende, prinzipiell verschiedene Konsequenzen für ein Training in Betracht:

- Ein Krafttraining der Beinextensoren (bei unterdurchschnittlichen Leistungen der Sprungkraft) und ggf. eine Kräftigung der Rumpfmuskulatur zur Verbesserung der Stabilität im Flug,
- ein handballspezifisches Sprungtraining mit Anlauf und einbeinigem Absprung (bei unterdurchschnittlichen Leistungen in der Sprungtechnik) oder
- ein Training der handballspezifischen Wurftechnik und Armführung beim Sprungwurf (bei unterdurchschnittlichen Leistungen in der Wurftechnik).

Insgesamt wurde somit die bisherige Diagnostik zur Erfassung der Sprungleistung um wesentliche Aspekte zeitneutral ergänzt und in den Ablauf der Gesamtdiagnostik der DHB-Leistungssportsichtung eingefügt. Neben den üblichen Daten zur Sprunghöhe beim Jump-and-Reach Test, die in diesem Projekt durch die indirekte Messgröße SK abgebildet wird, liegen nun auch weitere Informationen zur Sprungtechnik und Wurftechnik vor und konnten als differenzierte Diagnose den Beteiligten zur Verfügung gestellt werden.

Unabhängig davon sind einige Diskussionspunkte zu berücksichtigen, die zukünftig zu bedenken sein werden. Ein Aspekt bezieht sich darauf, dass die Höhe der verwendeten Air-Bodies Einfluss auf die sportmotorische Technik hat und die Werfer bzw. Werferinnen primär nur auf die Abwurfhöhe als Qualitätsmerkmal fokussiert waren. Andere ebenfalls bedeutsame Qualitätsbereiche (Präzision, Wurfgeschwindigkeit) des Sprungwurfs traten dadurch eher in den Hintergrund. Die Bedeutung der Diagnose wurde vereinzelt auch eher für den Angriff gesehen und weniger für die Abwehr, wodurch der Einsatzbereich der Diagnostik eingeschränkt ist.

Ein wesentlicher Aspekt betraf zudem die Frage, inwieweit die Sichtungsteilnehmerinnen und -teilnehmer tatsächlich in der Lage waren, die Instruktionen in die Bewegung umzusetzen und beispielsweise den höchsten Punkt beim Abwurf auch in der Messebene des *Trainig Testers™* zu realisieren. Hier spielt vor allem das geringe Zeitbudget für die Sprungwurfdiagnostik eine entscheidende Rolle, wodurch vorhergehende Probeläufe und eine Gewöhnung an die Testprozedur nur eingeschränkt gegeben waren. Zukünftig erscheint die vorgeschlagene handballspezifische Sprungwurfdiagnostik vor diesem Hintergrund eher zu einem späteren Zeitpunkt, z. B. zum ersten Sichtungslehrgang des erweiterten Nationalmannschaftskaders und mit einem umfangreicheren Zeitfenster oder dezentral in den Landesverbänden vielversprechend.

5 Literatur

Cardinale, M. (2014). Strength training in handball. *Aspetar Sports Medicine Journal , 3* (3), S. 130-134.

Gail, S., & Maiwurm, P. (2013). Validity of an electronic based system (Training Tester) to measure vertical jump performance. *International Journal of Sports Science , 3* (6), S. 241-244.

Hübner, K., Knoll, K., Bronst, A., & Marti, B. (2005). Höhe beim Sprungwurf korreliert nicht mit Testwerten der Kraftmessplatte. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie , 53* (3), S. 101-104.

Jäger, J. M., Büsch, D., & Müller, H. (im Druck). Decomposing performance factors in jump throws reveals subgroups of handball players with specific training recommendations. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.

Müller, H., Jäger, J. M., & Gail, S. (2015). Entwicklung und Evaluation einer handballspezifischen Sprungdiagnostik. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2013/14* (S. 73-77). Köln: Sportverlag Strauß.

Nowak, M., Pabst, J., Pfänder, J., & Büsch, D. (2013). Talentsichtung und -entwicklung im Deutschen Handballbund aus Trainersicht. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft , 20/21* (2-1), S. 224-240.

Pielbusch, S., Marschall, F., Dawo, O., & Büsch, D. (2011). Handballspezifische Sprungdiagnostik. *Leistungssport* (6), S. 35-38.

Wagner, H., Buchecker, M., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2010). Kinematic description of elite vs. low level players in team-handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine , 9*, S. 15-23.

Biomechanische Betreuung von Athleten des Nordic Ski Teams des DBS

(AZ 071603/15)

Veit Wank[1] (Projektleitung), Hendrik Heger[1], Walter Rapp[2] & Ralf Rombach[2]

[1]Universität Tübingen, Institut für Sportwissenschaft
[2]Olympiastützpunkt Freiburg

1 Problemstellung

Die Kader der Nordischen Skidisziplinen des Deutschen Behinderten-Sportverbandes (DBS) werden seit 2011 leistungsdiagnostisch vom Arbeitsbereich Biomechanik/Bewegungs- und Trainingswissenschaft des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Tübingen betreut. In dieser Zeit wurden durch vom BISp geförderte Projekte Sensorstöcke zur Registrierung der axialen Stockkräfte und der Stockneigung entwickelt und evaluiert (Rapp et al. 2012, Wank, Heger & Rapp, 2014; Wank, Rapp et al., 2014). Mittlerweile ist das Sensorstocksystem ausgereift und hat sich im Verlaufe vieler Lehrgänge und bei Studien bewährt, so dass es seit der letzten Saison für Routineuntersuchungen auch im Feld zur Verfügung steht. Der Schwerpunkt des Serviceprojektes für die Paralympics-Kader des Nordischen Skisports lag im Jahr 2015 neben der individuellen Bewegungsanalyse und Bewegungsoptimierung (vor allem im Doppelstockschub) auch auf der Registrierung von Streckenparametern (Höhen- und Neigungsprofile) wichtiger Wettkampfstrecken, die auch mit Rücksicht auf athletenspezifische Belastungskennwerte (axiale Stockkräfte, Laufgeschwindigkeit und Herzfrequenz) zur Programmierung von Skilanglauflaufbändern heran gezogen werden können. Hierbei stand die Modellierung der Wettkampfstrecken der Nordischen IPC-Weltmeisterschaften 2017 in Finsterau im Vordergrund.

Diese Profile sollen vor allem dazu dienen, die spezielle Wettkampfvorbereitung auf Schlüsselabschnitte der Wettkampfstrecken zu konzentrieren. Um das Streckenprofil auch mit adäquaten Belastungsprofilen koppeln zu können, wurden neben der reinen Streckenvermessung mit GPS-Systemen bzw. auf der Basis von Messtischblättern mit Streckendaten (sofern diese vom Veranstalter zur Verfügung gestellt wurden) zusätzlich mit Sensorstöcken die Schubkräfte sowie mit Polaruhren Puls- und Abschnittgeschwindigkeiten registriert. Die Daten werden genutzt, um Streckenprofilmodelle auf dem Rollskilaufband mit hoher Geschwindigkeitsähnlichkeit (bezüglich des Wettkampftempos) zu erstellen, so dass beim Laufbandtraining für die Wettkampfvorbereitung adäquate Belastungsschemen gefahren werden können, die auch hinsichtlich physiologischer Parameter mit realen Streckenfahrten vergleichbar sind. Neben diesem speziellen Schwerpunkt der Streckenprofilmodellierung wurde die wissenschaftliche Betreuung von Kaderlehrgängen im Rahmen des Serviceprojektes realisiert.

2 Modellierung von Streckenprofilen

Die Vorgabe von Streckenprofilen für Laufbänder ist im Skilanglauf aufgrund der Gleiteigenschaften der Ski und der Nutzung kinetischer Energie von Abfahrten für den Beginn von Anstiegen relativ aufwändig. Eine Geschwindigkeitssteuerung aufgrund der auf den Strecken erfassten Geschwindigkeitsprofile ist auf dem Band für die Läuferinnen und Läufer nicht realisierbar, weil die Anfahrt von Bergabschnitten ohne die Anfahrgeschwindigkeit von der vorhergehenden Bergabfahrt realisiert werden muss. Um die Streckenprofile mit den Geschwindigkeitsskalierungen für den individuellen Läufer bzw. die individuelle Läuferin realistisch zu gestalten, mussten zunächst die Profile und deren Zeitmuster erfasst werden. Dies wurde mit GPS-Messungen realisiert. Hiervon ließ sich der Geschwindigkeitsver-

lauf über die Strecke ableiten. Im Rahmen des Serviceprojektes 2015 wurden folgende Wettkampfstrecken vermessen: Notschrei Schwarzwald), Finsterau (Bayrischer Wald), Voukatti (Finnland), Surnedal (Norwegen) und Cable (USA). Vom Notschrei, Finsterau, Voukatti und Cable liegen zu den Strecken- und Geschwindigkeitsprofilen auch Stockkraftsensordaten und Herzfrequenzverläufe vor.

Die Zuordnung der Stockkraftsensordaten zu den entsprechenden Streckenabschnitten erfolgte über den mittels IMU-Logger aufgezeichneten Luftdruckverlauf. Dieser ist indirekt proportional zum Höhenprofil. Die Relation von Luftdruck und relativem Höhenverlauf ist bei konstanten Wetterbedingungen zuverlässig und robust (Abb.1).

Die Herzfrequenz, das Höhenprofil und die Laufgeschwindigkeit wurden von den Läuferinnen und Läufern mit Polaruhren aufgezeichnet und über die Polar-Software visualisiert. Eine entsprechende Vernetzung und Synchronisation dieser Daten mit den Stockkraft-Daten ist in Kooperation mit Polar in Arbeit und soll für die nächste Saison verfügbar sein. Abb. 2 zeigt einen mittels Google-Earth anhand von GPX-Daten visualisierten Streckenverlauf mit Höhenprofil und Laufgeschwindigkeit.

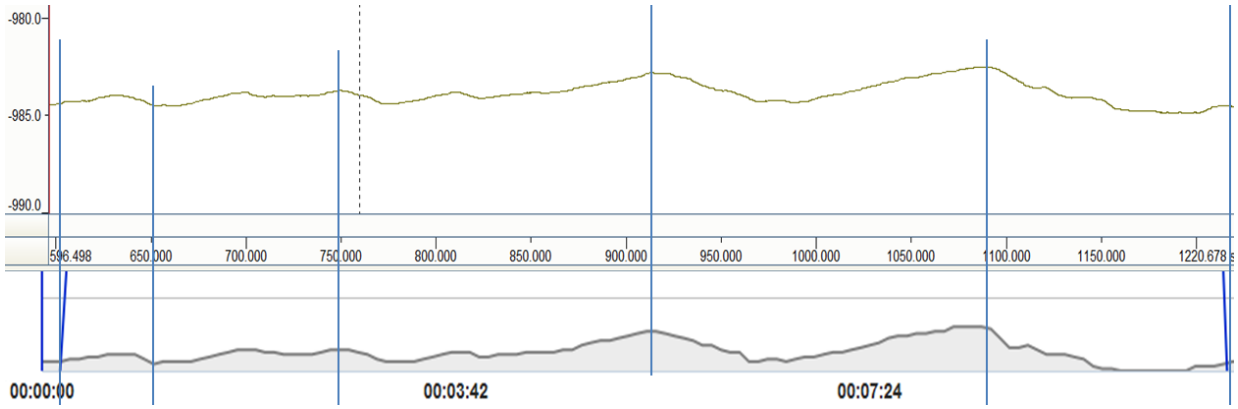


Abb.1: Vergleich zwischen der inversen Luftdruckmessung, die mit dem Xybermind-Datenlogger erfasst wurde (relatives Höhenprofil, unten) und dem auf der Basis von GPS-Daten aus den geografischen Profilen berechneten Höhenverlauf (oben).

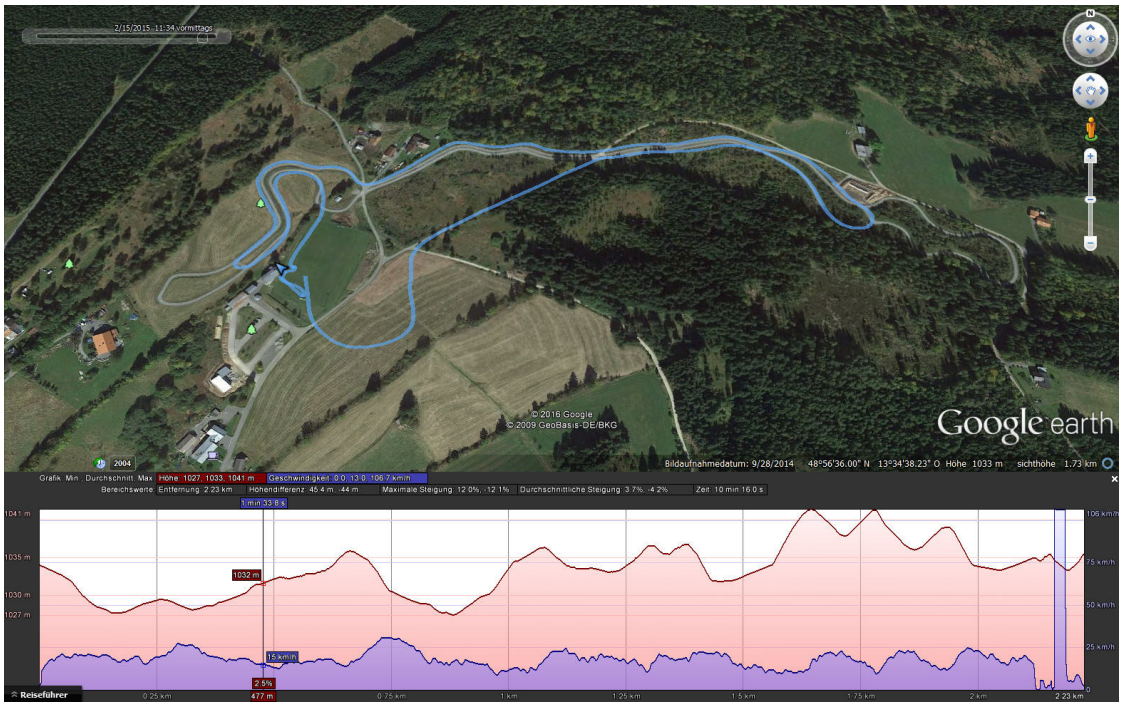


Abb.2: Streckenverlauf (Google-Earth), Höhenprofil und Geschwindigkeitsverlauf einer Trainings-/bzw. Wettkampfrunde in Finsterau, auf der 2017 die Weltmeisterschaften im paralympischen Nordischen Skisport ausgetragen werden.

Um beim Laufbandtraining eine gute Zuordnung von Streckenumgebung und Belastungsparametern (Bandneigung, Geschwindigkeit und Bandbeschleunigung) für die Athletinnen und Athleten zu ermöglichen, wurden in der zurückliegenden Saison auch Videodaten von Wettkampfrunden mit Helmkameras aufgezeichnet. Diese sollen beim Laufbandtraining geschwindigkeitsgesteuert und ortssynchronisiert, ähnlich wie das bei professionellen Radergometern bereits Standard ist, wie in einer virtuellen Umgebung vor den Läuferinnen und Läufern in entsprechender Bildlaufgeschwindigkeit abgespielt werden (Beamer-Leinwand). Die nötigen softwareseitigen Anbindungen werden im laufenden BISp-Projekt (ZMVI 4-072015/16-17) geschaffen. Die Programmierleistungen kommen dabei überwiegend vom Hersteller (Forcelink, Culemborg, NL) des Skiroller-Laufbandes am OSP Freiburg.

Abb. 3 zeigt die Gegenüberstellung von Stockkräften und relativen Höhenprofildaten (inverser Luftdruck) bei einer Wettkampfrunde im Areal Finsterau. Dabei ist gut zu erkennen, wo es abgesehen von wenigen Stockeinsätzen zur Kurvensteuerung oder zur Korrektur der Fahrspur in den Bergab-Passagen Erholungsphasen gibt. Ebenso ist ersichtlich, dass die mittleren axialen Stockkräfte unabhängig von Steigung und Geschwindigkeit in einem relativ engen Bereich von 80-100 % der maximalen Stockkrafteinsätze liegen. Das lässt darauf schließen, dass der Läufer bzw. die Läuferin die Strategie für die Krafteinsätze so wählt, dass in Abhängigkeit von der Gesamtstreckenlänge bzw. der zu erwartenden Belastungszeit eine mittlere Kraft „eingestellt" wird, mit der er bzw. sie über die gesamte Strecke durchkommt.

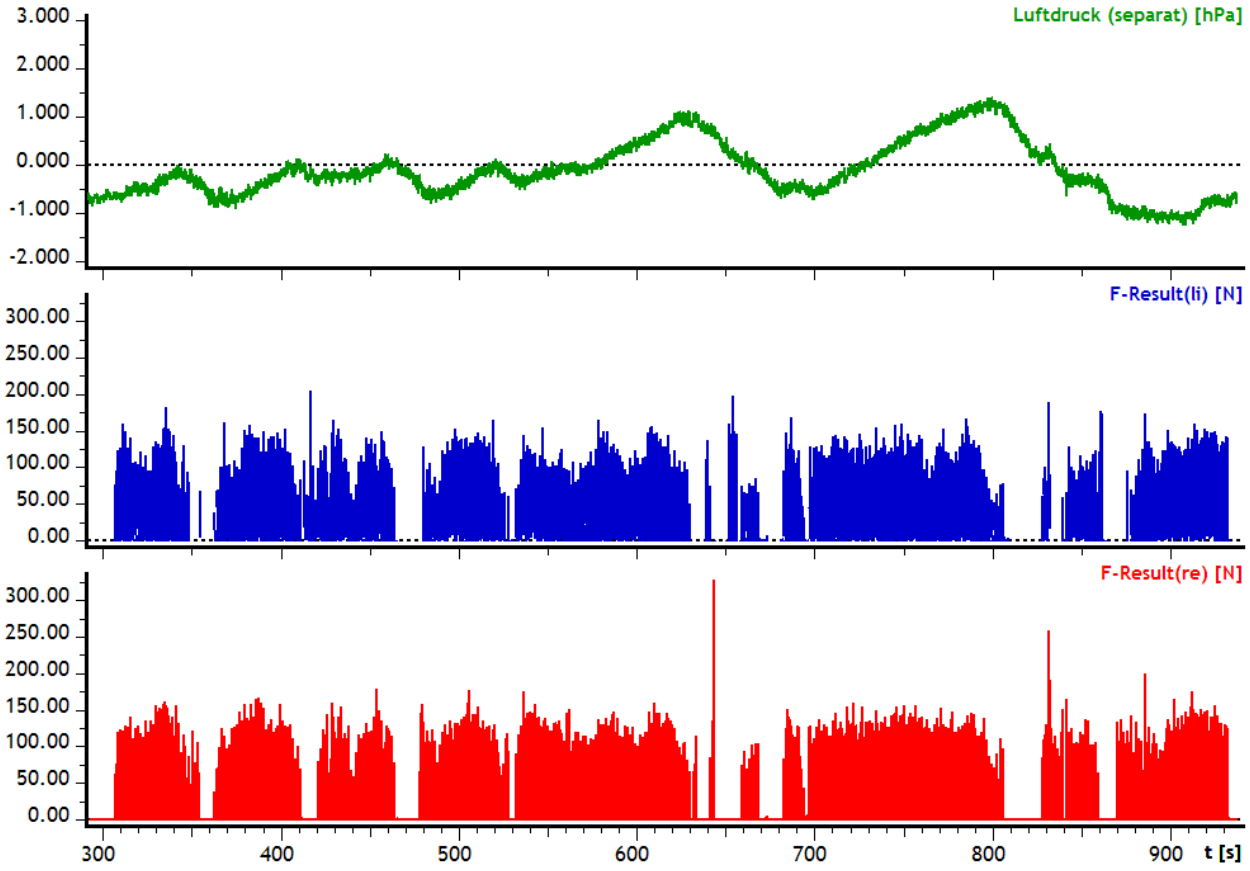


Abb.3: Streckenaufzeichnung der axialen Stockkräfte (rot = rechts, blau = links) und des relativen Höhenprofils (grün: inverse Abbildung des aufgezeichneten Luftdrucks) im Verlauf einer Testfahrt eines Sitzschlittenläufers im Wettkampftempo.

3 Leistungsdiagnostik und Technikoptimierung (Beispiele)

Im Rahmen der Kaderlehrgänge des DBS wurden die Schwerpunkte des Trainings vor allem auf kurze intensive Intervalle am individuellen Geschwindigkeitslimit der Läuferinnen und Läufer gelegt. Daneben sollten Stocklängen von Sitzschlittenläufern bzw. -läuferinnen anhand der Vortriebseffizienz (horizontaler Stockkraftstoß/Gesamtkraftstoß) optimiert werden. Beides wurde auf der Basis biomechanischer Analysen mit direktem Feedback an die Athletinnen und Athleten unterstützt.

Innerhalb des Schneetrainings wurden die Schubkräfte des Doppelstockschubes für alle Teilnehmenden bei High-Intensity-Intervallen am Berg der Schnellkraftrunde mit Stockkraftsensoren vermessen und zeitsynchron in zwei Ebenen mit DV-Video ausgezeichnet. Dabei sollten die Läuferinnen und Läufer bei guter technischer Ausführung im Verlaufe der Intervallserie (3-5 Durchläufe mit je einem ca. 40 s Laufabschnitt in niedriger Intensität) die maximale Leistung abgeben. In Abb. 4 sind die Stockkraftverläufe eines Sitzschlittenläufers bei einem intensiven Intervallabschnitt abgebildet. Dabei ist der Übergang vom Anfahren mit geringer bis mittlerer Schubintensität zu dem Bereich mit 8 intensiven Doppelstockschüben gut zu erkennen. Die größten Stockkräfte entstehen beim Beschleunigen und beim Übergang zu Abschnitten mit zunehmendem Anstieg am Berg. Der Beschleunigungsabschnitt ist hier gut zu erkennen. Die gegenüber der Beschleunigungsphase reduzierten Stockkräfte sind plausibel. Hier wäre anzustreben, die Stockkraft und deren Impuls auch in den letzten drei Schüben, bei leicht steigender Neigung noch einmal zu steigern.

Beim Training auf dem Laufband stand neben der Erfassung von leistungsphysiologischen Tests (Stufentest) die Bewegungsanalyse hinsichtlich der Effizienz des Stockeinsatzes im Bereich der Geschwindigkeitsbarriere im Mittelpunkt. Dank eines neuen Kamerasystems, dass nun mit variablen Bildfeldern bei Bildfrequenzen bis 200 Hz ohne Zwischenpuffer aufnehmen kann, erfolgt die Bewegungsanalyse seit September 2015 in zwei Ebenen mit synchronisierten Kameras. Somit ist neben der Betrachtung und der Vermessung des Bewegungsablaufes von der Seite auch eine Betrachtung der Schubachsen von hinten möglich. Ebenso wurde die

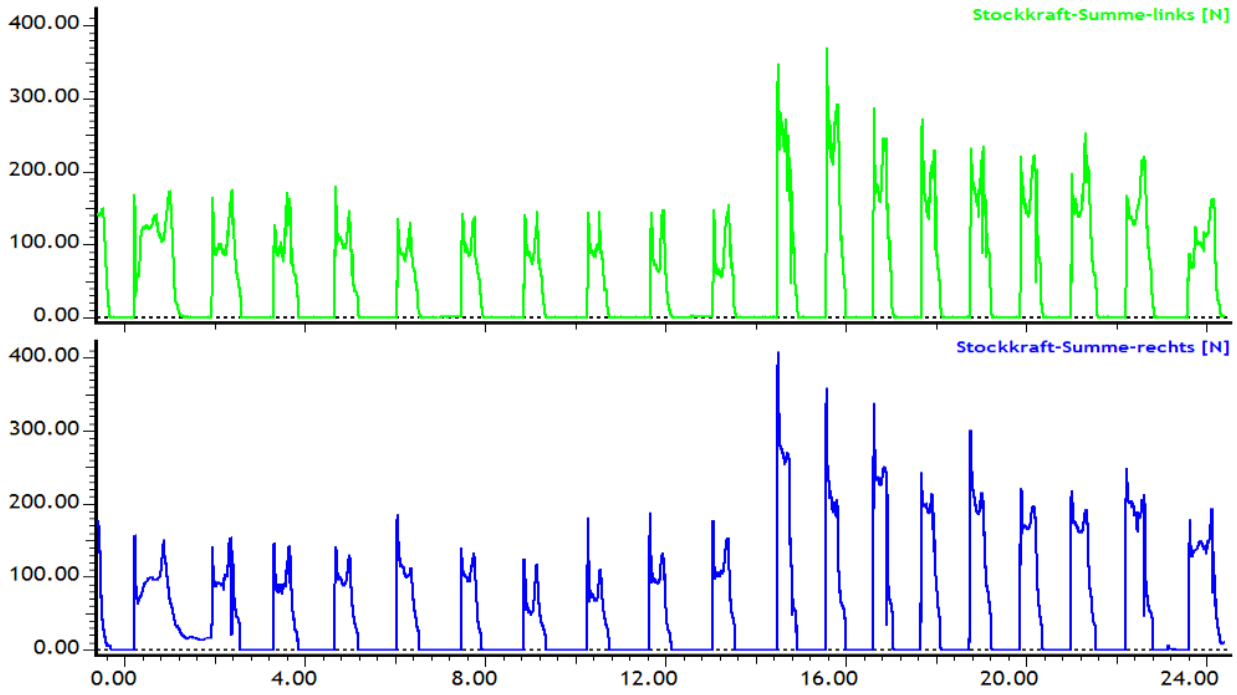


Abb.4: Rohdaten der axialen Stockkräfte des linken und rechten Stocks eines Sitzschlitten-Skiläufers bei der Anfahrt und im High-Intensity-Intervall am Berg.

Software zur Visualisierung der Videodaten mit den zeitsynchronen Stockkraftdaten verbessert, so dass nun für die Athletinnen bzw. Athleten auch die Messdatenverläufe in die Videos, die ihnen für eigene Analysen und vergleichende Betrachtungen zur Verfügung gestellt werden, integriert werden können.

Die 2-Ebenen-Videosequenzen werden bei der Technikanalyse als Basis für die Technikbeschreibung und Beurteilung herangezogen. Am Beispiel in Abb. 5 lassen sich einige Leistungsreserven bzw. Technikdefizite ausmachen, die sich allerdings wegen des Handicaps der Läuferin nur bedingt verbessern lassen: Aufgrund des steilen Stockeinsatzes wird aus den initialen Stockkräften kein Vortriebsnutzen gezogen. Zudem müssen die Stöcke weit gehoben werden. Hier lässt sich durch entsprechende Technik-modifikationen sicher Energieaufwand sparen. Die Vermutung, dass die Läuferin mit kürzeren Stöcken eine höhere Vortriebseffizienz erreichen könnte, hat sich anhand des Kriteriums Vortriebsimpuls/Gesamtimpuls bei den getesteten Stocklängen (1.08 m : 1.05 m) nicht bestätigt. Dieser fiel mit 0.71 ± 0.02 : 0.68 ± 0.01 zu Gunsten der längeren Stöcke aus. In der hinteren Perspektive ist gut zu erkennen, dass Hände und Arme während des Schubes nach außen ausweichen. Hier kann die Kraftübertragung von den Armen auf den Boden verbessert werden. In der Endphase des Stockschubes, wo infolge der kleinen Stockwinkel gute Antriebswerte erzielt werden schafft es die Läuferin, die Stockkräfte gegenüber dem Mittelschub zu erhöhen.

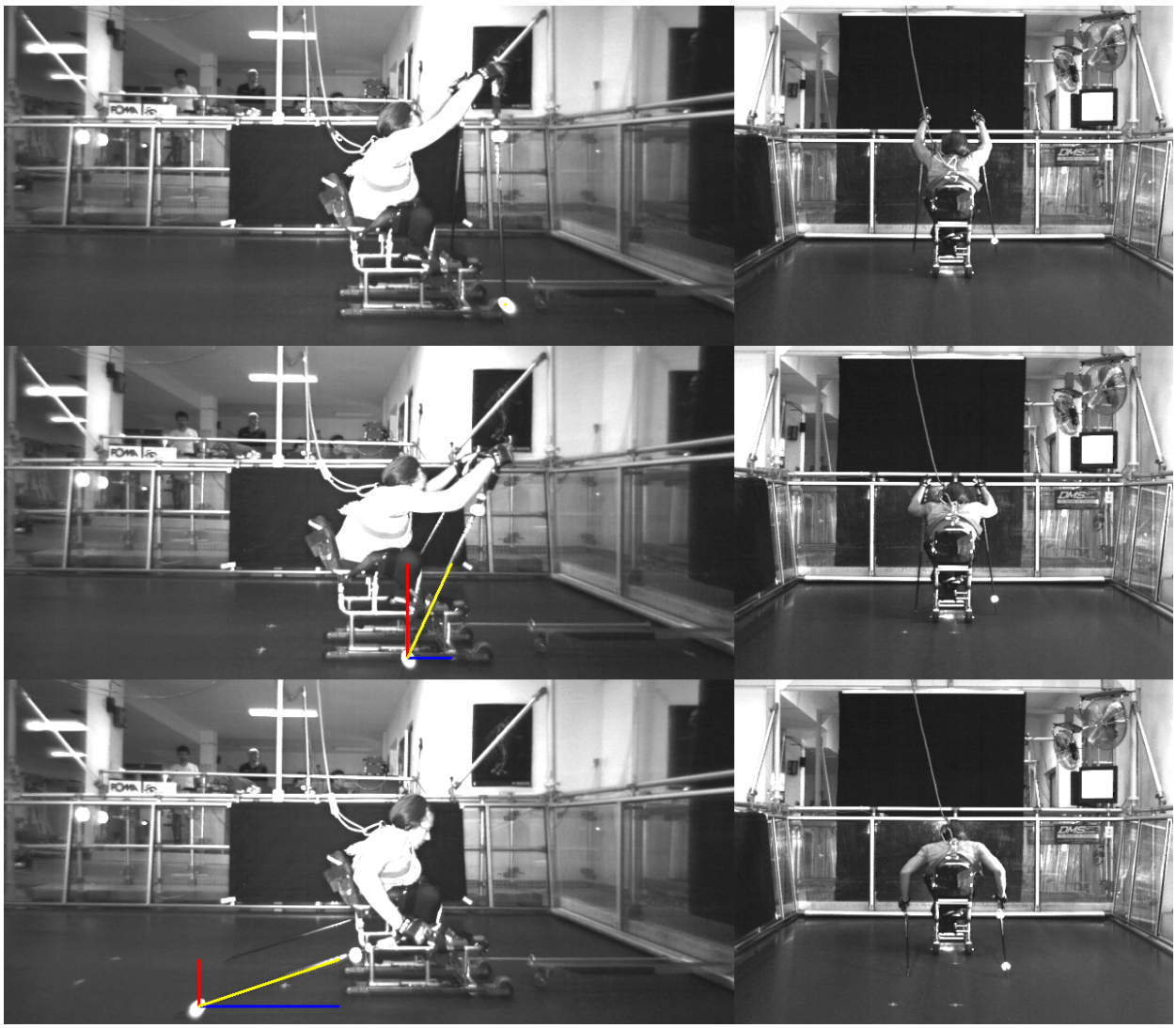


Abb.5: Bewegungsablaufes von der Seite (mit Stockkraftvektoren) und von hinten: Bildsequenz bei einem Lauf an der Geschwindigkeitsbarriere, bei dem über einen Zeitraum von 30 s die Vorgabegeschwindigkeit (Band) gehalten werden soll.

4 Literatur

Rapp, W., Wank, V., Lindinger, S., Göpfert, C., Ohtonen,O., Lemmettylä,T. & Linnamo,V. (2012). *Pole force measurement and inertial sensor technology in cross-country skiing. In: V. Linnamo & S. Lindinger Science and Nordic Skiing* – ICSNS 2012 (S. 243-251). Jyväskylä (Fin): University Press Jyväskylä.

Wank, V., Heger, H. & Rapp, W. (2014). Optimierung der Lauftechnik entsprechend den individuellen Voraussetzungen der Athleten im Sitzschlitten-Skilanglauf. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2012/13* (S. 141-146). Köln: Sportverlag Strauß.

Wank, V., Rapp, W., Blaab, F., Heger, H. & Schwarz, O. (2014). Die Optimierung der Lauftechnik im Sitzschlitten-Skilanglauf auf der Basis von Schubkraftmessungen. In: T. Milani & C. Maiwald (Hrsg.), *Neue Ansätze in der Bewegungsforschung. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft. Bd. 235* (S. 119-124). Hamburg: Czwalina.

Wettkampfbetreuung im Goalball 2015

(AZ 071604/15)

Daniel Link[1] (Projektleitung), Christoph Weber[1] & Thomas Prokein[2]

[1]Technische Universität München, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaften, Lehrstuhl für Trainingswissenschaft und Sportinformatik

[2] Goalball Bundestrainer,Deutscher Behindertensportverband e. V.

1 Einleitung

Goalball gehört zu den beliebtesten Sportarten für sehbehinderte und blinde Menschen. Institutionell ist die Sportart der Abteilung Goalball innerhalb des Deutschen Behindertensportverbandes (DBS) zugeordnet. Drei Spielerinnen bzw. Spieler pro Mannschaft versuchen auf einem Volleyballfeld den Spielball in ein 9 Meter breites Tor zu werfen bzw. zu rollen. Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung des Balles identifizieren die Spielenden über das Klingelgeräusch der Glöckchen, die sich in seinem Inneren befinden.

In der internationalen Goalballszene lässt sich eine zunehmende Professionalisierung beobachten. Diese geht einher mit einem Bedarf an spezifischen Trainingsmethoden und einer prozessbegleitenden Leistungsdiagnostik. In mehreren zwischen 2012 und 2014 vom BISp geförderten Projekten (IIA1-070405/12-13; IIA1-070406/14) wurde die Spielbeobachtung der deutschen Nationalmannschaften auf einen führenden Stand gehoben. Detaillierte Informationen finden sich den Abschlussberichten (Link, Weber & Prokein, 2014; Link, Weber & Prokein, 2015). Ziel dieses Betreuungsprojektes in 2015 war die Unterstützung der deutschen Nationalmannschaften bei den Qualifikationswettkämpfen für die Paralympics 2016 in Rio de Janeiro.

2 Methodik der Wettkampfbetreuung

Auf Basis der Erfahrungen im Beachvolleyball (vgl. Link & Ahmann, 2013) wurden drei für Goalball spezialisierte Spielanalysetools entwickelt. GoalScout erlaubt eine effiziente manuelle Datenerfassung unter Berücksichtigung des sportartspezifischen Spielrhythmus, während GoalView eine spezifische Datenanalyse ermöglicht. Mit Hilfe des Analysetools GoalTrack ist es möglich, den Spielball automatisiert aus den Videoaufnahmen des Wettkampfes zu identifizieren und die Trajektorie, Abwurf- und Zielsektoren, sowie die Geschwindigkeit des Balles abzuleiten. Diese Tools wurden verwendet um Wettkampfstrategien herzuleiten.

3 Entwicklung und Umsetzung der Wettkampfstrategie – Ein Beispiel der Praxis

In der Vorrundenbegegnung der 5.th IBSA World Games in Seoul, traf die deutsche Damennationalmannschaft auf das schwedische Team. Dem Konzept der „Systematischen Spielbeobachtung“ nach Lames (1994) folgend, konnte im Vorfeld der Partie eine umfangreiche Analyse bezüglich der individuellen Stärken und Schwächen der schwedischen Spielerinnen durchgeführt werden. Das Gegnerstudium zeigte Schwächen in der gegnerischen Verteidigung auf dem Sektor 7. Dieser Sektor weist auch bei der theoretischen Analyse der Torwahrscheinlichkeit bezüglich der einzelnen Sektoren eine statistische Signifikanz auf (vgl. Link, Weber & Prokein, 2015). Verantwortlich für die Verteidigung dieses Torsektors waren die schwedische Centerspielerin sowie die linke Abwehrspielerin. Beide Spielerinnen verteidigten diesen Torbereich jeweils mit den Füßen (gut sichtbar in Abb. 1C). Durch präzise Würfe auf diesen Sektor konnte die Deutsche Damenmannschaft das Spiel siegreich gestalten (Spielergebnis 5:1). Drei der fünf erzielten Treffer wurden auf diesem zuvor identifizierten Sektor erzielt. Die übrigen Tore fielen auf dem angrenzenden Sektor 6 und 5 (vgl. Abb.1D).

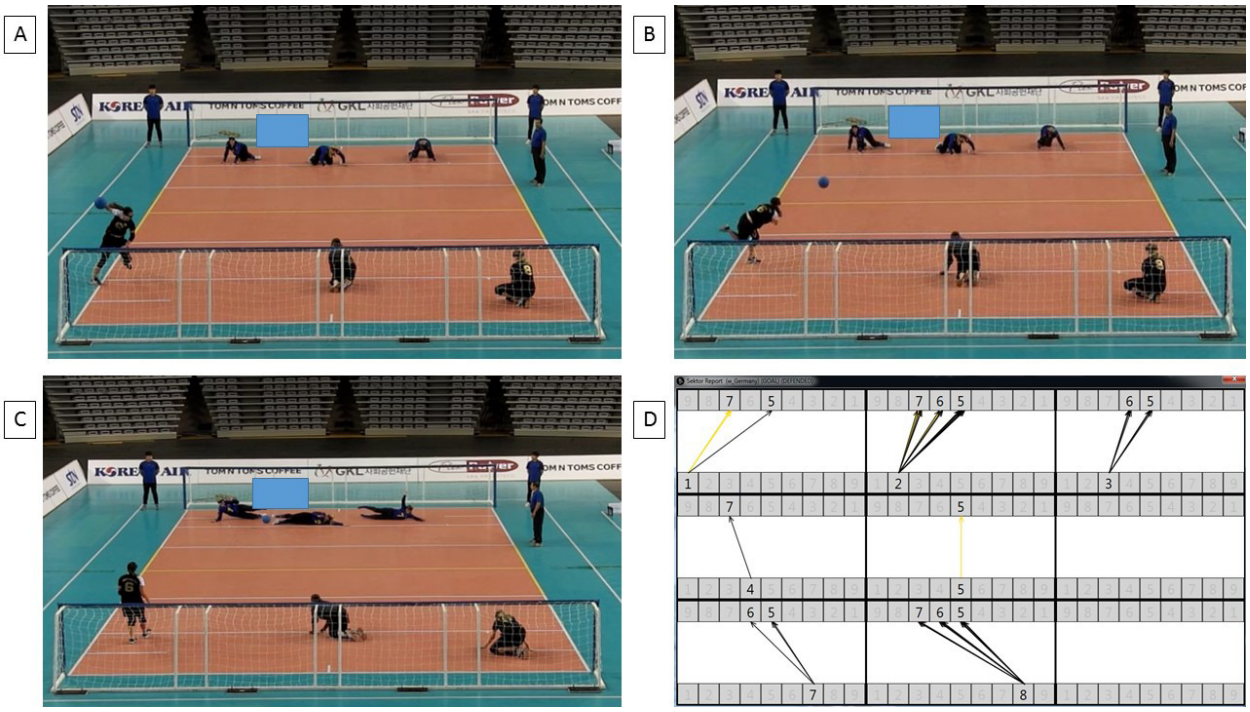


Abb. 1: Die Bildreihe A - C zeigt einen erfolgreichen Angriffsversuchs der deutschen Damennationalmannschaft. Jeweils „Blau" ist der identifizierte Zielbereich hervorgehoben. Bild D zeitgt das Wurfprofil der deutschen Mannschaft im selbigen Spiel Gut zu erkennen ist die Konzentrierung der Angriffsversuche auf den Zielbereich 7, sowie die angrenzenden Sektoren 5 und 6.

4 Road to Rio

Sowohl die Damen als auch die Herrennationalmannschaft konnten sich bei der Europameisterschaft 2013 erfolgreich für die Weltmeisterschaft 2014 in Finnland qualifizieren. Die drei bestplatzierten Herren- und Damenmannschaften dieses Wettbewerbs qualifizierten sich direkt für die Paralympics 2016. Dies gelang weder der Herren-, noch der Damenmannschaft, da beide die Vorrunde nicht überstanden. Dennoch war die Teilnahme an der Weltmeisterschaft 2014 von Bedeutung, da hier die nötigen Weltranglistenpunkte die zur Teilnahme an den IBSA World Games 2015 in Seoul berechtigten, gesammelt werden konnten. Dieser Wettkampf stellte das einzige internationale Qualifikationsturnier für Rio 2016 dar. Die zwei bestplatzierten, noch nicht für Rio qualifizierten Mannschaften bekamen jeweils einen Platz für die Paralympics zugesprochen.

Sowohl bei den IBSA World Games (08. – 18. Mai 2015), als auch bei der Europameisterschaft der A-Gruppe in Litauen (05. – 12. Juli 2015) wurden die Nationalmannschaften im Rahmen dieses Projektes vor Ort betreut. Ebenso wurden im Vorfeld der Turniere gegnerspezifische Analysen durchgeführt. Als Datenbasis standen den Teams eine ganze Reihe von bereits annotierten Spielen zur Verfügung (Paralympics 2012, EM 2012, EM 2013, WM 2014).

Im Ergebnis stand für die deutschen Herren ein 5. Platz bei den IBSA World Games 2015. Dieser war ausreichend, um einen Startplatz für ein paralympische Turnier zu sichern. Begünstigt wurde dies durch die Tatsache, dass Nationen auf den Plätzen 1.-4. jeweils das kontinentale Turnier gewinnen konnten. Insgesamt muss man die Qualifikation für Rio als einen beachtlichen Erfolg werten.

5 Fazit

Der Einsatz der Spielanalysesoftware wurde sowohl von konkurrierenden Nationen als auch vom Weltverband (IBSA) registriert. Da ein großes Interesse am Erwerb dieser Software besteht, ist davon auszugehen, dass GoalScout und GoalViewden führenden Standard im Bereich der Spielanalyse im Goalball darstellen. Der derzeit bestehende Wettbewerbsvorteil für die deutschen Nationalmannschaften in diesem Bereich, wird mittelfristig von konkurrierenden Nationen aufgeholt. Es ist davon auszugehen, dass bereits bei den Spielen in Japan 2020 mehrere Nationen über eigene, spezifische Softwarelösungen verfügen werden.

6 Literaturverzeichnis

Lames, M. (1994). *Systematische Spielbeobachtung*. Münster: Philippka (Trainerbibliothek/Deutscher Sportbund, Bundesausschuss Leistungssport, Bd. 31).

Link, D., Weber, C. & Prokein, T. (2014). *Spielanalyse Goalball*. Unveröffentlichter Endbericht zum Bisp-Projekt (IIA1-070405/12-13). Technische Universität München.

Link, D., Weber, C. & Prokein, T. (2015). *Leistungsdiagnostik Goalball*. Unveröffentlichter Endbericht zum Bisp-Projekt (IIA1-070406/14). Technische Universität München.

Link, D. & Ahmann, J. (2013). Spielanalyse im Beachvolleyball. *Leistungssport, 43* (1), 58-63.

Optimierung und systematische Anpassung der Dämpfereinstellungen im paralympischen Monoskisport

(AZ 071605/15-)

Maren Goll & Peter Spitzenpfeil (Projektleitung)
TU München, Fakultät für Sport und Gesundheitswissenschaft
Deutsches Para Skiteam Alpin (DPS)
Deutscher Behindertensportverband (DBS)

1 Einleitung

Im vorangegangenen Projekt wurden die grundlegenden Voraussetzungen zur Erfassung der Feder-/Dämpferfunktion geschaffen, jedoch zeigte sich, dass eine systematische Anpassung einen höheren zeitlichen Einsatz erforderlich macht, da das gesamte Dämpfersystem mit seinen Komponenten Feder und Stoßdämpfer komplexe Anforderungen an das Eingreifen und Verändern der jeweiligen Einstellungen stellt.

Vor allem im Hinblick auf die geplante Optimierung der individuellen Einstellung fehlt es noch an Erfahrung in unterschiedlichen Situationen, um tatsächlich durch gezielte Veränderungen der Stoßdämpfereinstellung eine Verbesserung der Gesamtdämpferleistung zu erreichen, deren Grundlage die tagesaktuellen Bedingungen sind (Disziplin, Schneebeschaffenheit, Gelände, etc.)

Nach Ende des vorangegangenen Projekts sind bereits genaue Analysen der Dämpfertätigkeit möglich und auch die Histogramme zur Ausnutzung des Dämpfungsspektrums sind interpretierbar.

Vor diesem Hintergrund besteht der nächste Schritt auf dem Weg zur Dämpfer-Optimierung in wiederholten Messungen, um zu gewährleisten, dass Veränderungen der Dämpfereinstellungen zielführend und auf eine individuelle Optimierung ausgelegt sind.

Das Ziel der Betreuung bestand in einer systematischen Begleitung aller Nationalmannschaftsmitglieder und der individuellen Analyse des Optimierungsprozesses der Dämpfereinstellungen auf Schnee für die Disziplinen Slalom, Riesenslalom und Super-G.

2 Methoden

Die Messungen am Dämpfungssystem wurden bei den sitzenden Nationalmannschaftsmitgliedern (N = 5) des deutschen paralympischen Skiteams alpin durchgeführt.

Aufzeichnungen erfolgten während des Trainings in allen alpinen Disziplinen mit Hilfe eines Linearpotentiometers (2D Datarecording), der die Wegänderung und Bewegungsgeschwindigkeit des Federsystems misst.

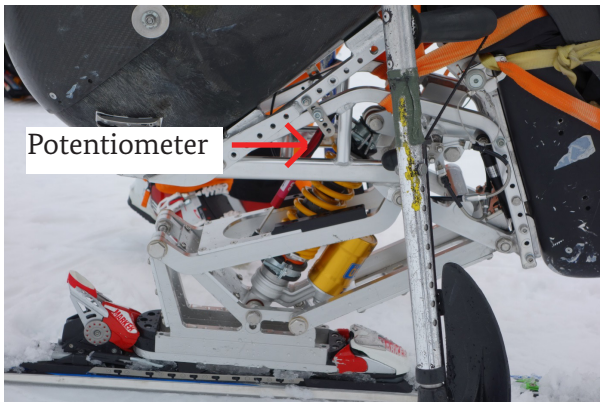


Abb. 1: Linearpotentiometer (siehe Pfeil) am Feder-/Dämpfersystems eines Monoskis.

Die Linearpotentiometer von 75 mm Länge wurden entsprechend des Arbeitswegs des Federsystems ausgewählt.

Die erhobenen Daten wurden mit der entsprechenden Software von 2D Datarecording ausgewertet. Die benötigten neuen Berechnungskanäle wurden in sog. Cal-files programmiert. Die Federrate [N/mm] (umgangssprachlich: Härte) sowie die Vorspannung [mm] wurden in das individuelle Verzeichnis der Athleten aufgenommen. Anhand von Federweg, Federrate und Vorspannung wurde die Dämpfungskraft der

Feder berechnet.

In einem weiteren Rechenschritt wurde die Funktion des hydraulischen Stoßdämpfers (Öl-Gas basiert) mit der Dämpfungskraft der Feder verknüpft, indem die Wegänderungsgeschwindigkeit mit den individuellen Kennlinien der aktuellen Dämpfereinstellung verrechnet wurden.

Für die Erfassung der Kennlinienverläufe wurden die Stoßdämpfer aller Athleten auf einem Dämpfer-Prüfstand (Roehrig Engineering, USA) vermessen.

Als gesamt wirkende Kraft wurde die Summe aus den Einzelkomponenten der Kraft der Feder und der Dämpfungseinstellung des Stoßdämpfers definiert.

Die Häufigkeitsverteilungen zur Nutzung des Stoßdämpferwegs (in mm) und die Stoßdämpfergeschwindigkeit (in ms) wurden durch Histogramme bzw. durch die dazugehörigen Tabellen dargestellt.

Durch Hinzunahme von Videoaufnahmen wurde nach Bild-Daten-Synchronisation eine optische Bewertung der Gesamtdämpfungsleistung in Extremsituationen (Aufschaukeln, Sprünge, Bodenkontaktverlust, Sturz, etc.) vorgenommen, um die Funktion bzw. Beteiligung des Dämpfers zu analysieren.

Messungen fanden in den Disziplinen Slalom, Riesenslalom, Super-G und Abfahrt statt, um das gesamte Spektrum der Dämpferaktivität abzubilden.

Die jeweilige Dämpfereinstellung bzw. die individuellen Veränderungen der Einstellungen wurden vor jeder Fahrt protokolliert, die entsprechenden Laufzeiten ergänzt und das subjektiven Fahr-Empfinden der Athleten abgefragt.

Nach jedem absolvierten Lauf wurden die Daten ausgelesen und die Gesamtdämpfungsleistung beurteilt. Als Ausgangspunkt der individuelle Anpassungen dienten die Histogramme des Dämpfungsspektrums von Stoßdämpfergeschwindigkeit und -weg.

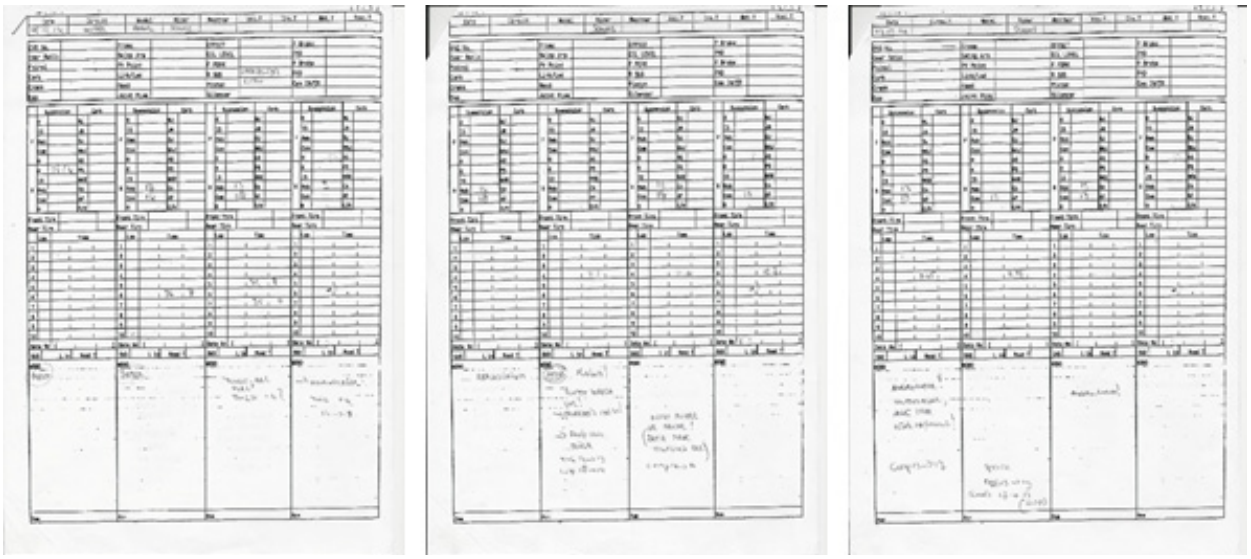


Abb. 2: Protokollverläufe eines Athleten über mehrere Testfahrten. Dokumentiert werden Federrate, Dämpfereinstellung in Zug- und Druckstufe sowie Laufzeit und persönliches Empfinden.

Abb. 3: USB-Schnittstelle der Messtechnik in der Sitzschale ermöglicht sofortiges Auswerten der jeweiligen Fahrt.

3 Ergebnisse

Grundsätzlich werden die Funktionen des Dämpfers in Druckstufe (Compression) und Zugstufe (Rebound) unterteilt. Die Druckstufe regelt die Geschwindigkeit des Einfederns, so dass eine starke Dämpfung eine harte Fahrcharakteristik zur Folge hat.

Im Gegensatz dazu regelt die Zugstufe die Ausfederbewegung, wobei hier hohe Dämpfung für ein langsames Ausfedern steht.

Exemplarisch erfolgt hier die Darstellung des Prozesses für die Einstellungsschritte hin zu einem optimierten Dämpferergebnis für einen Athleten in einer Disziplin an einem Trainingstag bezogen auf die Komponente der Stoßdämpfergeschwindigkeit:

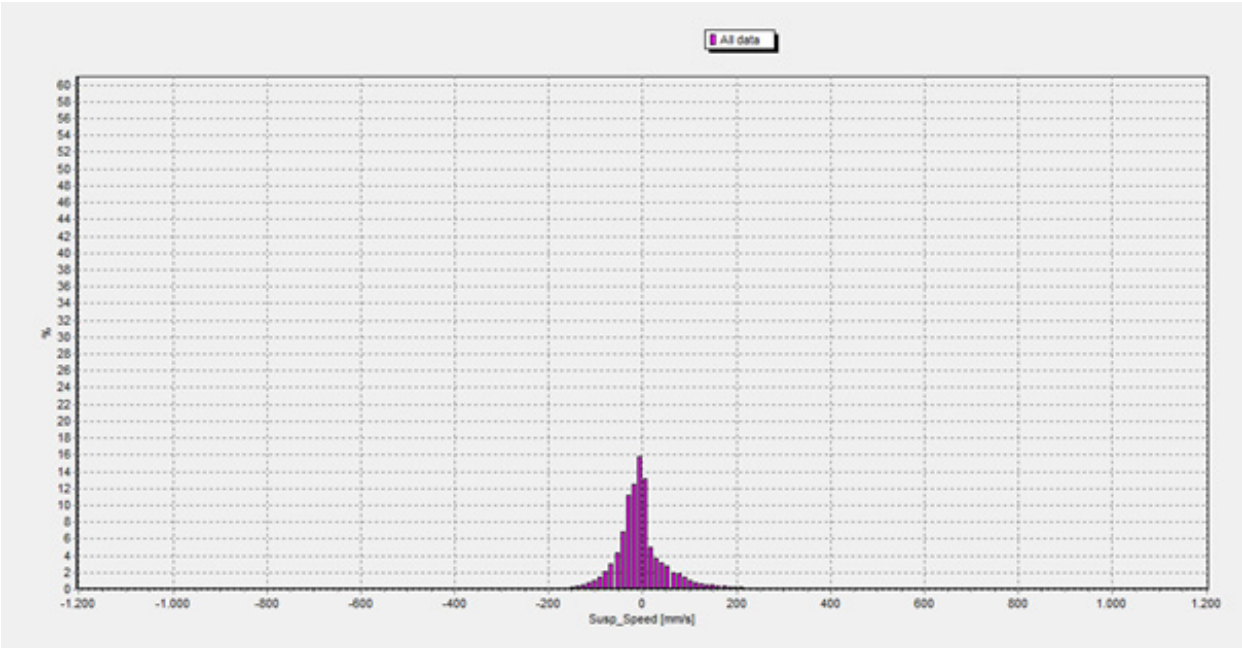
Athlet A

Disziplin : Riesenslalom

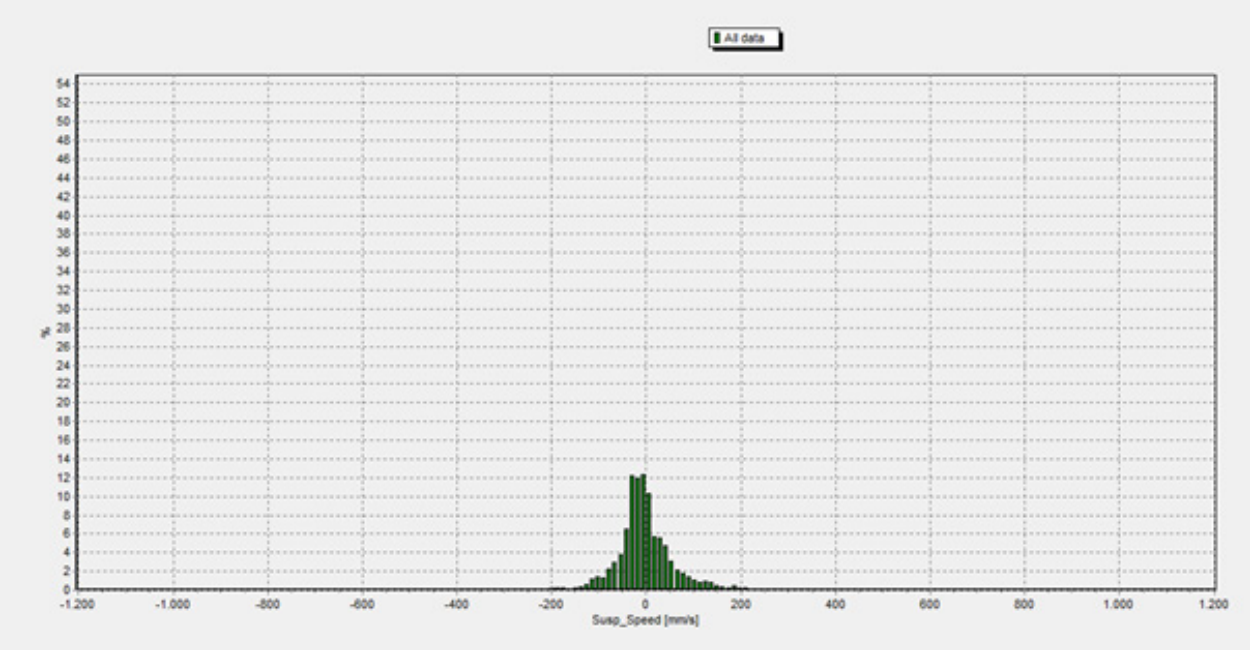
Gebiet: Sulden am Ortler (ITA)

Schneebedingungen : hart, griffig. Kein Eis. Temperatur: -7°C

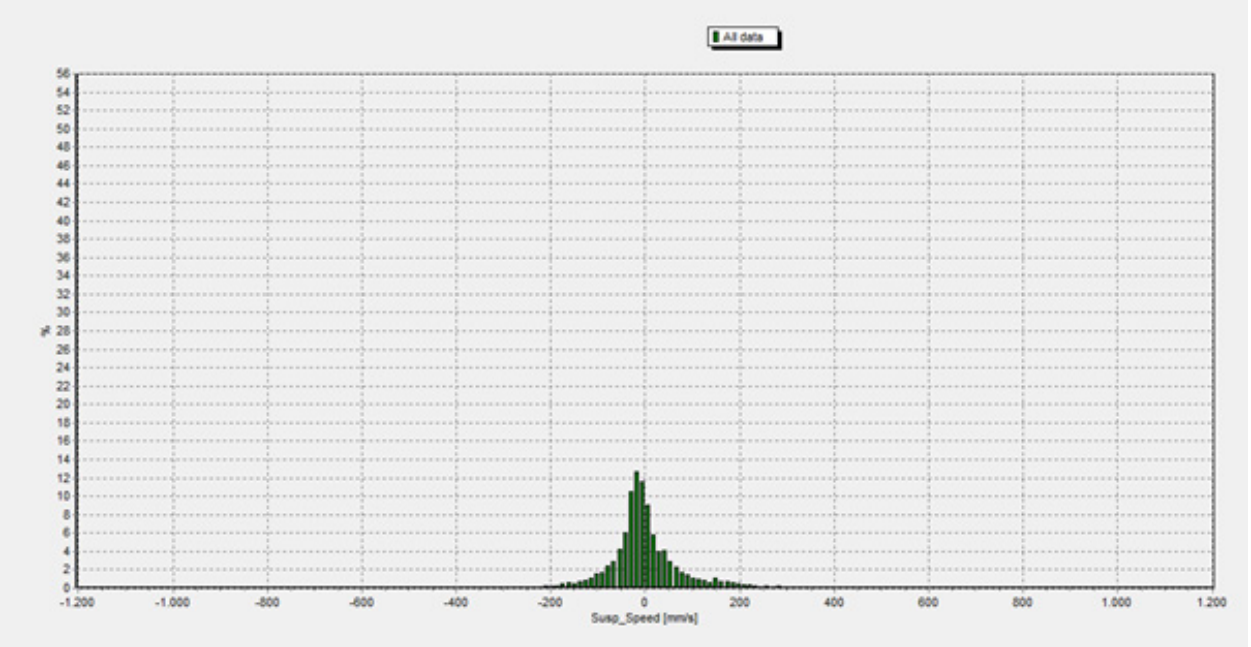
Grundeinstellungen: Druckstufenposition 9 /Zugstufenposition 20



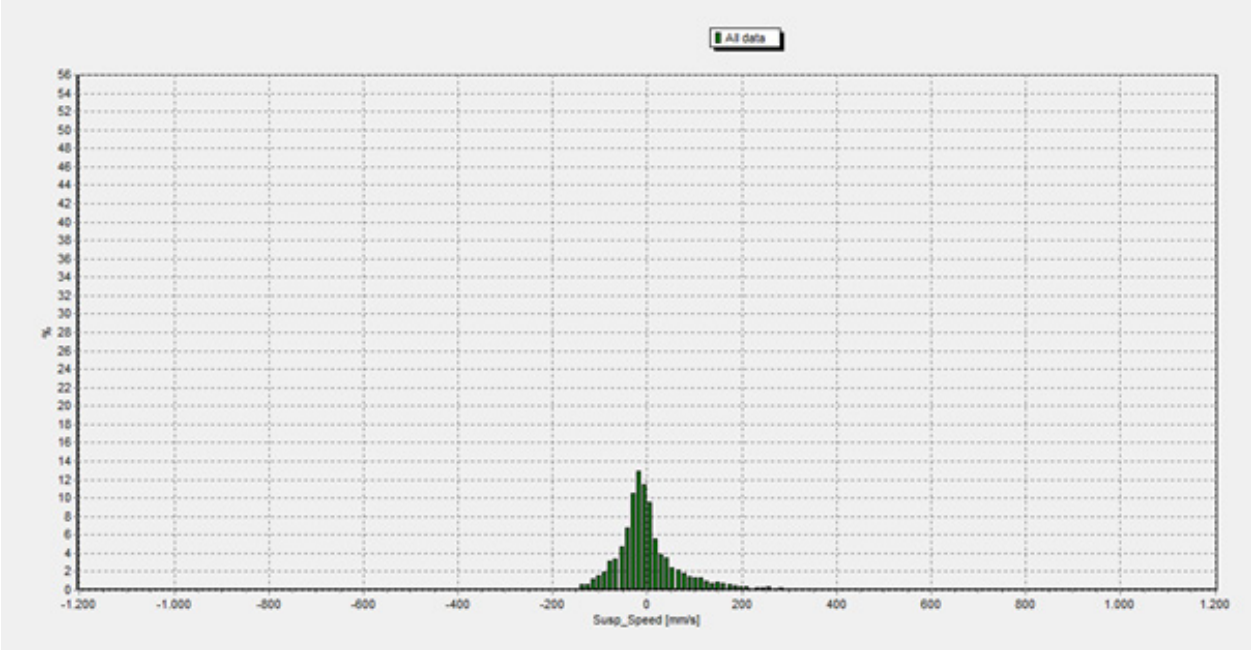
Viel Fläche in low speed (Zugstufe)
→Zugstufe weiter auf um 5 Positionen



Histogramm zwar nicht besser, aber eigenes Gefühl besser. Weniger Schläge gespürt, bessere Ausnutzung Federweg.
→ Druckstufe auf von 9 auf 14 um noch etwas mehr Federweg zu nutzen.



Schnellste Zeit, gutes Histogramm, Gefühl aber „zu weich", weniger „Rückmeldung".
→ Druckstufe wieder 4 Positionen zu auf 10



Gute Zeit, besseres Gefühl
→ Einstellungen. beibehalten für RS

In der dargestellten Art und Weise wurden für die Teammitglieder ihre jeweiligen optimalen Dämpfereinstellungen in den unterschiedlichen Disziplinen definiert, die sich über die Dokumentation der Einstellungen einfach und tagesaktuell auf die jeweiligen Bedingungen einstellen lassen.

Somit wurde die bisherige Situation, in der eine Einstellung auf alle Situationen angewandt wurde und bei der sich die Athleten und Athletinnen der Funktion ihrer Dämpfersysteme anpassen mussten, dahingehend verändert, dass die Funktion des Dämpfers nun auf Fahrweise und Disziplincharakteristik ausgerichtet ist und als Bewertungskriterium objektive Werte (Histogramme, Zeiten) herangezogen wurden.

4 Transfer/Diskussion

Trotz umfangreicher Messungen war es noch nicht möglich, die angestrebte Matrix, die Schneebedingungen und Disziplinen miteinbezieht, anzufertigen. Für dieses Vorhaben müssen die Messungen renn- und trainingsbegleitend weitergeführt werden, um die Anzahl der Messtermine in möglichst vielen unterschiedlichen Bedingungen zu erhöhen.

Da bei drei Monoskigeräten die Option auf Veränderung der Rahmengeometrie besteht, sollte geprüft werden, ob auch hier Optimierungen für die jeweiligen Disziplinen vorgenommen werden können und inwieweit sich diese Geometrieveränderungen auf das Dämpfungssystem auswirken.

Der Transfer der Erkenntnisse erfolgte für die Nationalmannschaftsmitglieder und Trainer während der Messtermine.

Mit einer Bilanz von vier Gold-, zwei Silber-, und drei Bronzemedaillen, die von den Athleten und Athletinnen der sitzenden Klasse erzielt wurden, zahlte sich die Betreuung aus.

Auf wissenschaftlicher Seite wurden die Ergebnisse des Projekts im Rahmen eines Vortrags auf dem DVS Hochschultag in Mainz im September 2015 präsentiert.

Analyse von Fahrlinien, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen mittels GPS- und Inertialsensoren im paralympischen Skirennsport

AZ 071606/15

Maren Goll & Peter Spitzenpfeil (Projektleitung)
TU München, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft
Deutscher Behindertensportverband DBS
Deutsches Para Skiteam Alpin

1 Einleitung/Problemstellung

Der Faktor Geschwindigkeit im Skirennsport muss aufgrund seiner Komplexität differenziert betrachtet werden.

Auf ihn wirken sich zum einen die Charakteristik des Terrains aus, das nur an bestimmten (steilen) Abschnitten eine Geschwindigkeitszunahme erlaubt. Der zweite Faktor ist die individuell gewählte Fahrlinie, die, je nach fahrtechnischem Können und Kraftfähigkeiten im optimalen Fall so angelegt ist, dass sie eine Beschleunigung ermöglicht oder zumindest mit dem geringsten Geschwindigkeitsverlust einhergeht.

Über die Jahre hat durch die zunehmende Professionalisierung die Leistungsdichte in den verschiedenen Klassen stark zugenommen, so dass zwischen den ersten drei Platzierungen nur Hundertstelsekunden liegen.

Somit stellt den entscheidenden Faktor für Erfolg in der Sportart Ski alpin die Geschwindigkeit dar. Jedoch wird diese nicht isoliert als Höchstgeschwindigkeit an einer beliebigen Stelle des Kurses betrachtet, sondern muss im Kontext der Einzelkomponenten Beschleunigung, Kurvengeschwindigkeit und Gelände in den verschiedenen Passagen eines Kurses analysiert werden.

Die Tatsache, dass derjenige die schnellste Zeit erzielt, der in der Lage ist, durchgehend mit der höchsten Geschwindigkeit und auf dem kürzesten Radius den jeweiligen Kurs zu bewältigen, verdeutlicht die Bedeutung der Analyse des vielschichtigen Begriffs der Geschwindigkeit im alpinen Skirennsport.

Ohne die genannte Analyse der Geschwindigkeitskomponenten blieb stets die Frage unbeantwortet, an welchen Stellen im Kurs eine Geschwindigkeitszunahme möglich ist, in welchen Passagen diese eingebüßt wird und durch welche Strategie hinsichtlich der Fahrlinienwahl der bestmögliche Geschwindigkeitserhalt erzielt bzw. das Terrain und die Kurssetzung optimal zur Generierung von Geschwindigkeit ausgenutzt werden können.

Aussagen über diese Punkte können durch die Messung mittels GPS-System und des Geschwindigkeitsverlaufs getroffen werden.

GPS-Systeme, die bis vor einigen Jahren noch relativ groß und teuer waren und sich an den Teammitgliedern nur zu Lasten ihrer Bewegungsfreiheit unterbringen ließen, sind mittlerweile handliche Einheiten und können über längere Zeit auch im mobilen Modus betrieben werden.

Durch verbesserte Prozessorleistung kann zudem gleichzeitig die Beschleunigung mittels Inertialsensoren gemessen werden, die zusammen mit den Ortsdaten des GPS-Systems eine komplette Aussage über die Charakteristik der Fahrlinie und Geschwindigkeit des Athleten bzw. der Athletin liefern.

Alles in allem ist die Wissenschaft heute in der Lage, Rennläufer und -läuferinnen mit entsprechender Technik auszurüsten und Daten zu erheben, die Antwort auf die oben genannten Fragen nach dem Geschwindigkeitsverlauf geben.

Ergebnisse des vorangegangenen Betreuungsprojekts:

Mit Hilfe spezieller Software und der Synchronisierung mit Videoaufnahmen wurden Schlüsselstellen im jeweiligen Lauf definiert, und in individueller Absprache erfolgte die Anpassung der Linienwahl.

Durch wiederholte Messung im Training (ein Abfahrts-Event bringt zwei verpflichtende Trainingsabfahrten auf dem Wettkampfkurs mit sich) ergab sich durch die Messungen so die Chance, Optimierungen im renntaktischen Bereich zu erzielen, die Antworten auf die Kernfragen der jeweiligen Rennstrategie lieferten (Linienanlage, Zeitgewinn- bzw. Verlust, Abschnittszeiten, Gesamtzeit).

Am Beispiel der folgenden Darstellungen soll gezeigt werden, wie eine Analyse der Fahrlinien für die Athletinnen und Athleten in der Praxis umgesetzt wird (Abb. 1-3).

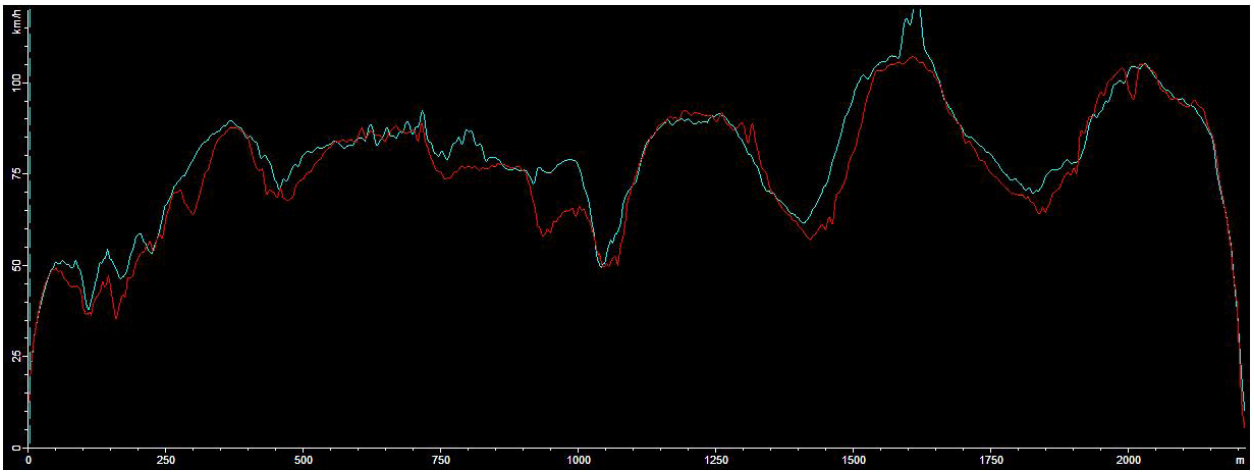


Abb. 1: Geschwindigkeit-Weg- Darstellung zweier Trainingsläufe eines Athleten.

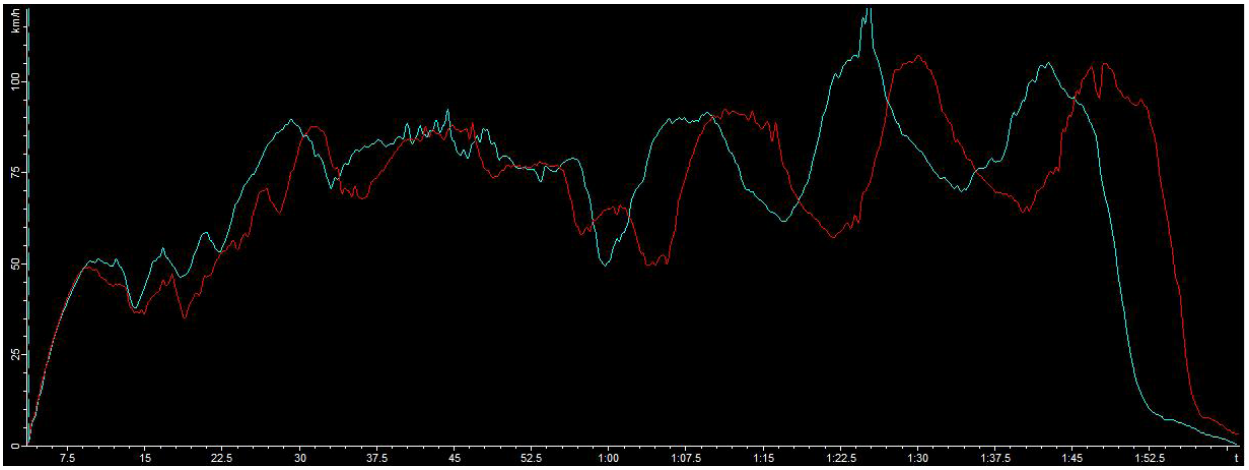


Abb. 2: Geschwindigkeit-Zeit- Darstellung zweier Trainingsläufe eines Athleten

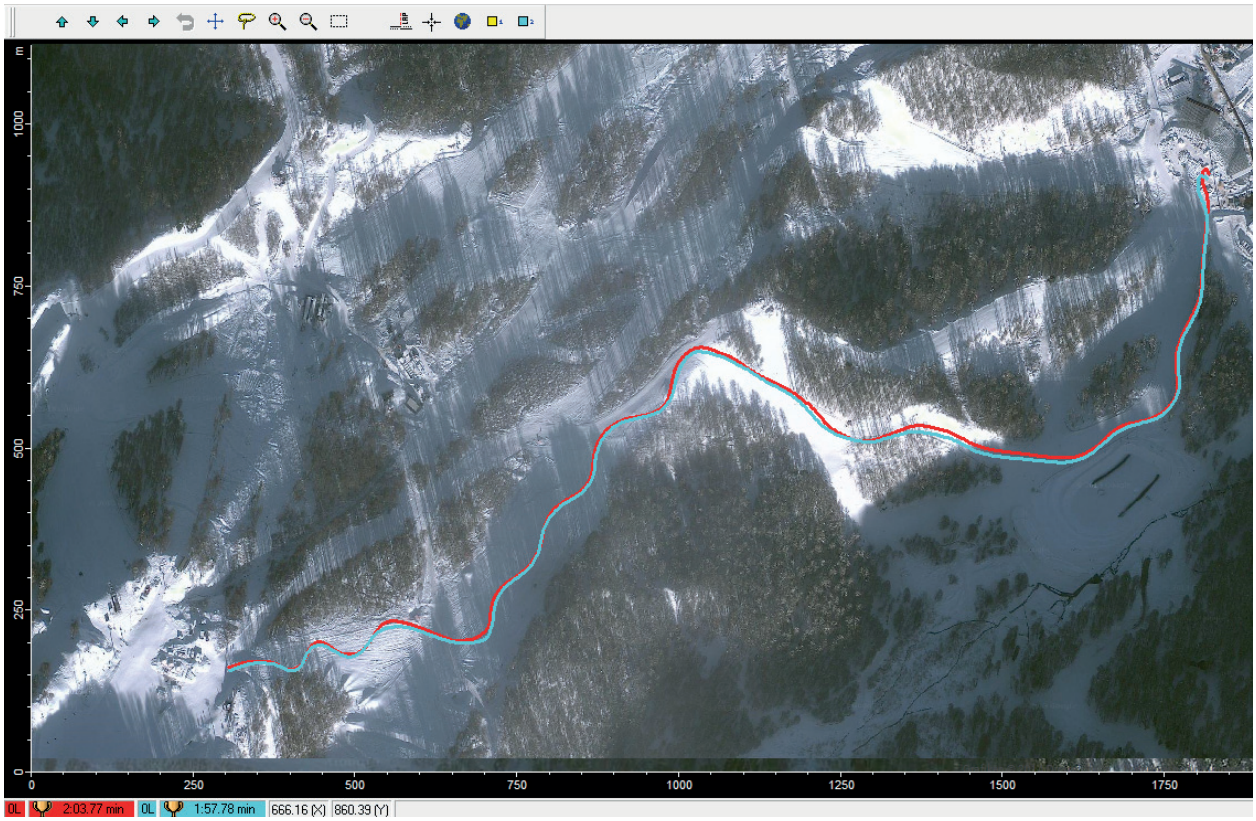


Abb. 3: Vergleich zweier Trainingsabfahrten im Ortsverlauf

Über die dargestellten Auswertungsmöglichkeiten hinaus, lassen sich auch Athletinnen und Athleten untereinander vergleichen, was bei der Suche nach der Ideallinie ebenfalls von Vorteil ist. Je mehr Messungen eines Laufes zur Verfügung stehen, umso größer ist der Pool an Optionen, um die optimale Linie zu finden.

2 Methoden

Anhand drei bestehender Mess-Systeme wurde das GPS-Signal mit 12 Hz erfasst und erlaubte somit eine ausreichende Genauigkeit zur Erfassung der Geschwindigkeit über den gesamten Streckenverlauf. Die Inertialsensorik wurde mit 2000 Hz erfasst. Das gesamte System war unproblematisch und rückwirkungsfrei im Monoski oder im Rückenprotektor der stehenden Athletinnen und Athleten zu installieren.

Analysen der Fahrlinien und Geschwindigkeiten wurden trainingsbegleitend während Lehrgängen, die der unmittelbaren Vorbereitung auf die Weltmeisterschaften in Canada dienten, in Sulden (technische Disziplinen Slalom und Riesenslalom) und Garmisch (Abfahrt) sowie in Rennsituationen in Super-G und Abfahrt bei den Weltcup Veranstaltungen von Tignes (FRA) und für die Abfahrts-WM Strecke (Panorama, CAN) durchgeführt.

Durch Auswertung mit spezieller Software und ggf. Synchronisierung mit Videoaufnahmen wurden Schlüsselstellen der jeweiligen Läufe definiert. Nach der so erfolgten Aufbereitung wurde die Analyse mit den verantwortlichen Trainern besprochen und eine entsprechende Taktik für den Folgetag festgelegt.

In individueller Absprache wurde abschließend mit den Athleten und Athletinnen ihre Linienwahl angepasst und die Taktik für das den nächsten Trainingslauf definiert.

In der erneuten Aufzeichnung derselben Daten erfolgte dann der Vergleich der gewählten Linien, der erreichten Geschwindigkeiten und Beschleunigungen und bildete die Basis für die Taktik zur Wahl der Spuranlage für den Wettkampftag.

3 Ergebnisse

Durch wiederholte Messung im Training und in den verpflichtenden Trainingsläufen auf der Strecke vor Abfahrts-Wettkämpfen ergab sich so die Chance, durch die Messungen taktisch-gewinnbringende Vorteile zu erlangen.

Die Analyse des Kurses der Weltmeisterschaften in Canada war der Saisonhöhepunkt und das erfolgreiche Abschneiden des Teams bestätigte den Einsatz des Messsystems vor allem in den schnellen Disziplinen.

an manchen Passagen aggressive Fahrweisen und harter Kanteneinsatz als wichtig für Linienwahl und Geschwindigkeit heraus, an anderer Stelle jedoch negative Auswirkungen auf den Geschwindigkeitsverlauf bedeutete (vgl. Abb. 4). Die jeweilige Taktik an den Schlüsselstellen einer Strecke konnte so noch um skitechnische Informationen an die Teammitglieder erweitert werden.

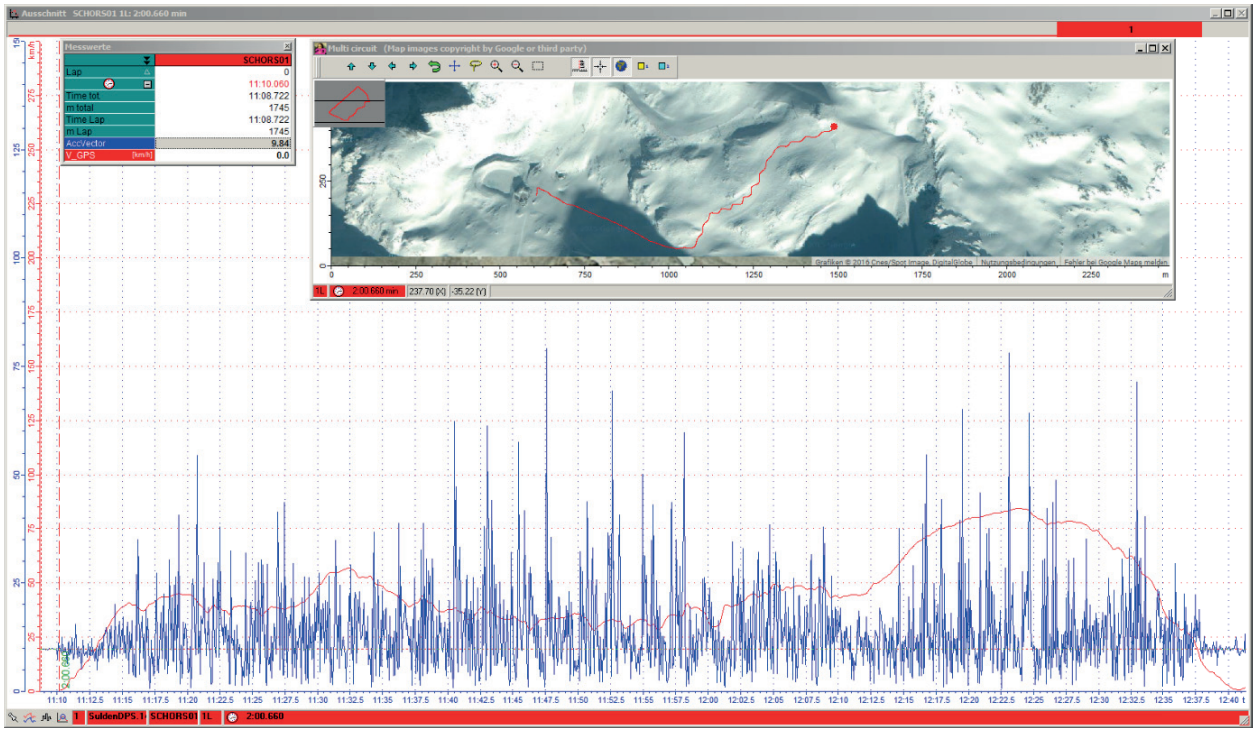


Abb. 4: Trainingsanalyse mit Beschleunigungsdaten (blau) und Geschwindigkeitsverlauf (rot)

Beschleunigung und Geschwindigkeitsverläufe ermöglichten im Training zudem, die jeweilige Skitechnik mit zu beurteilen, da sie in Kombination mit Videoaufzeichnungen hohe Ausschläge des Beschleunigungskanals erklären konnte und die resultierende Wirkung auf die Geschwindigkeit aufzeigten – so stellten sich

In Bezug auf die Weltmeisterschaftstrecke von Panorama (CAN) erfolgten die Messungen in den vom Reglement vorgeschriebenen Trainingsläufen und wurden auf Schlüsselstellen, Taktik und Skitechnik hin analysiert. Abb. 5 und 6 verdeutlichen dabei den Vergleich von zwei Trainingsläufen eines Athleten.

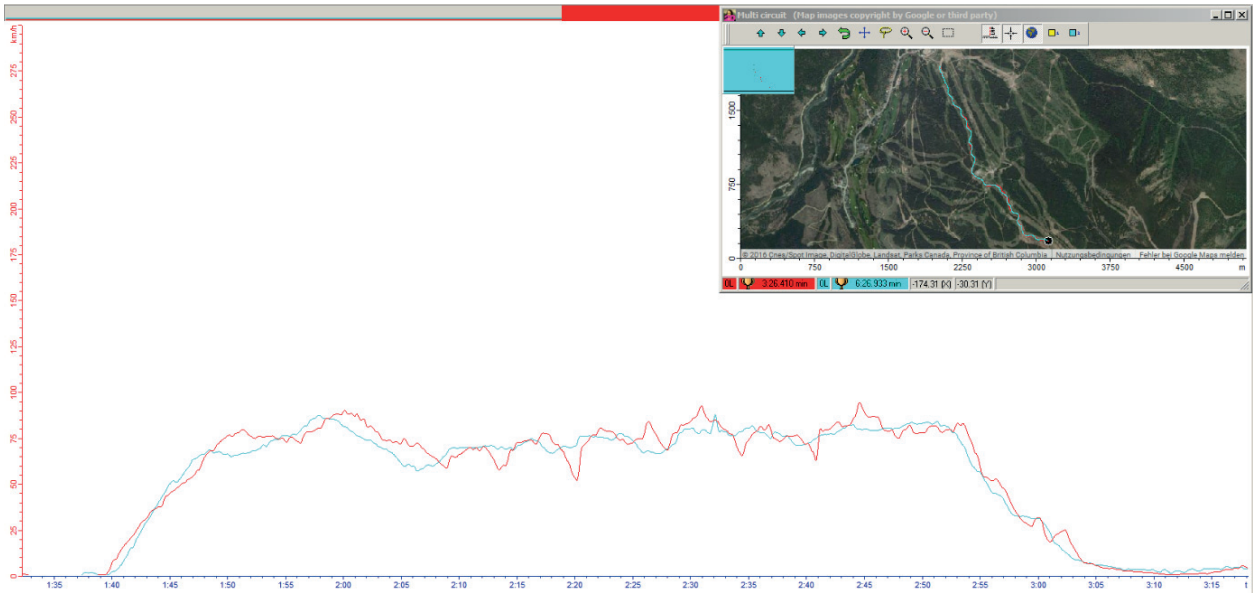


Abb. 5: Trainingsläufe 1 und 2 in der Analyse hinsichtlich des Geschwindigkeit-Zeit-Verlaufs

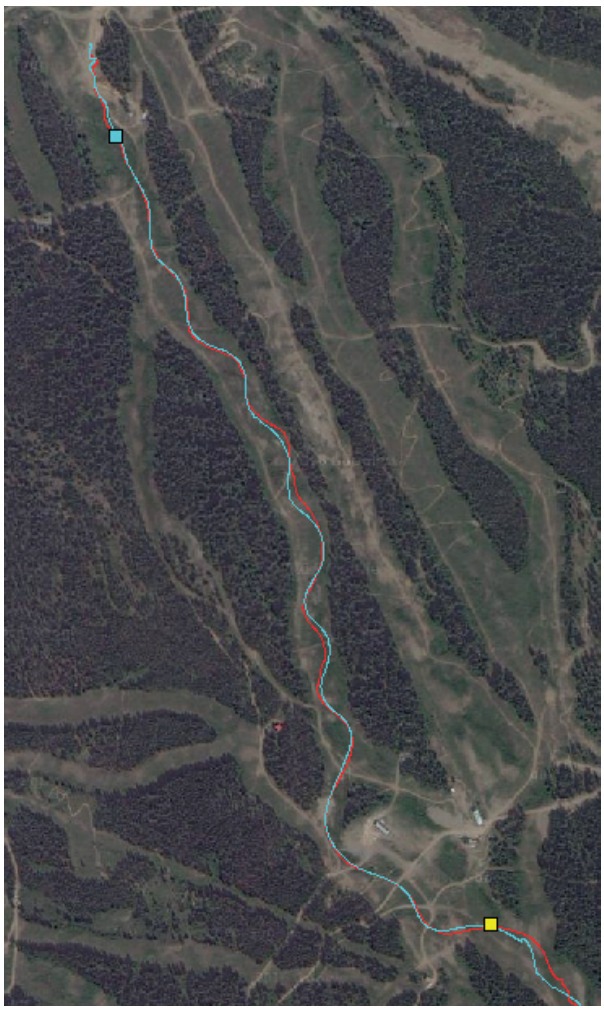


Abb. 6: WM-Abfahrts-Streckenanalyse Training 1 und 2 mit besonderem Fokus auf Linienwahl (gelber Marker = Start, grüner Marker = Ziel)

4 Diskussion (unter besonderer Berücksichtigung von Transfer und Praxis)

Der Transfer von Wissenschaft zu Praxis war vor allem für Trainer und Teammitglieder profitabel, da sie sich auf der Grundlage der Daten, ausgedrückt durch den jeweiligen Geschwindigkeitsverlauf und der Endzeit, in Bezug auf die individuelle Renntaktik nicht mehr nur auf subjektive Einschätzungen verlassen mussten.

Die Messungen und Analyse der Daten bietet somit zum einen Entscheidungssicherheit für die jeweils gewählte Linie, lässt dabei dennoch Spielräume für individuelle Abweichungen der Teammitglieder, da auf Basis der vorausgegangenen Analyse der Trainer in der Lage ist zu reagieren und verschiedene Taktiken für unterschiedliche Szenarien anzubieten (Wetter, Pistenbeschaffenheit etc.). So haben die Athletinnen und Athleten letztendlich die Entscheidungsfreiheit zwischen Taktiken, die Abwägung von Sicherheit und Risiko im Hinblick auf die Linienwahl miteinbeziehen.

Die Ergebnisse der Weltmeisterschaften unterstreichen die erfolgreiche Maßnahme der messtechnischen Begleitung.

Die Ergebnisse der Geschwindigkeitsdaten und Streckengeschwindigkeitsprofilen wurden auf dem Deutschen Hochschultag in Mainz 2015 präsentiert.

Biomechanische Diagnostik im Rennboot zur Mannschaftssynchronisation im Hochleistungstraining und Handicap

(071613/15)

Klaus Mattes (Projektleitung), Stefanie Manzer, Nina Schaffert & Martin Reischmann
Universität Hamburg, Arbeitsbereich Bewegungs- und Trainingswissenschaft

1 Problem

Im Deutschen Ruderverband (DRV) erfolgt die komplexe Diagnostik von individueller Ruderleistung und -technik regelmäßig zur Vorbereitung der Nationalmannschaften auf die internationalen Wettkampfhöhepunkte (Weltmeisterschaften und Olympische Spiele), die neben dem regulären Training notwendig ist, um die ruderspezifische Leistungsfähigkeit feststellen und entsprechende Trainingsmaßnahmen einleiten zu können. Dabei findet die Betreuung durch den Einsatz von Mess- und Feedbacksystemen statt (Böhmert & Mattes, 2003; Böhmert, 2009; Schaffert & Mattes, 2011).

Die Ergebnisse aus den Forschungsprojekten zur Sonifikation konnten zeigen, dass mit der Sonifikation der Bootsbeschleunigung, die Möglichkeit zur spezifischen Ansteuerung des Beschleunigungsverlaufs (Schaffert & Mattes, 2015) sowie zur Verbesserung der Mannschaftssynchronisation und individueller Merkmale der Rudertechnik im Durchzug und Freilauf besteht (Mattes & Schaffert, 2014). Die Effekte führen zu einer verbesserten Bewegungstechnik, können die Kraft- und Leistungswerte pro Schlag steigern und dadurch die physiologische Beanspruchung pro Schlag erhöhen, ohne den jeweiligen Intensitätsbereich (Laktatauslenkung/Schlagfrequenz) zu verlassen. Dabei nähert sich die Schlag- und Bewegungsstruktur dem Wettkampf an (Schaffert & Mattes, im Druck).

Zur Überführung der Ergebnisse in die Trainingspraxis und Unterstützung der Arbeit der erfahrenen Trainerinnen und Trainer, sollte die Sonifikation im Rahmen des Betreuungsprojekts systematisch in die bisherige Betreuung integriert werden.

2 Methode

Die Untersuchungen erfolgten mit Kaderathletinnen und -athleten des DRV (A- sowie z. T. zur Vervollständigung der Bootsbesatzung auch B- oder C-Kader) der Skull- und Riemenbootsklassen. Die Leistungsdiagnostik für die Athletinnen und Athleten fand ein- bis dreimal im Trainingsjahr statt.

Für die komplexe Diagnostik der Ruderleistung und -technik wurde das Mobile Mess- und Trainingssystem 2012 (MMS) (Böhmert & Mattes, 2003; Böhmert, 2009) eingesetzt. Das parametergestützte Feedbacktraining zur Feineinstellung der Rudertechnik erfolgte visuell (mit dem Prozessor Coach System-3/Sportler, PCS-3/S, Mattes & Böhmert, 2002) und akustisch (mit *Sofirow*, Schaffert & Mattes, 2011). Die genaue Beschreibung der Messgrößen der eingesetzten Messsysteme (MMS 2012) erfolgte in den Vorjahresprojektberichten. Die hohe trainingspraktische Relevanz der generierten Mess- und Testdaten ermöglicht es, Hinweise zur Steuerung der individuellen Ruderleistung und -technik sowie Empfehlungen für die Formierung von Bootsbesatzungen geben zu können.

Je nach Zielstellung der Diagnostik kamen in Absprache mit dem Cheftrainer sowie den verantwortlichen Bootstrainerinnen und -trainern unterschiedliche Testmethoden zur Anwendung:

- kombinierter Test aus vier Schlagfrequenzstufen (SF 20, 24, 28 und 32),

- Wettkampftest über verschiedene Distanzen bis 2000 m (Rennprofil mit Start, Strecke, Zwischen- und Endspurt) und/ oder
- visuelles Feedbacktraining mit dem Prozessor Coach System (Sportler) sowie
- akustisches Feedbacktraining mit *Sofirow* in definierten Feedbackblöcken im EXA-Trainingsbereich bei vergleichbarer Schlagfrequenz (max. Differenz ± 0,5 Schl./min).

Zudem wurden am Ende der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung die Relationsrennen mit dem Mess- und Analysesystem *Accrow* (Mattes & Schaffert, 2010) bei ausgewählten Mannschaften ausgewertet.

3 Ergebnisse der Betreuungsmaßnahmen

3.1 Komplexe Leistungsdiagnostik (KLD)

Die Ergebnisse der Diagnostikdaten lagen je nach Bootsklasse (1x- bis 8+) ein bis zwei Stunden nach Testdurchführung als metrische Daten (proportionales Skalenniveau) vor. Über die kombinierte grafische Darstellung mit ausgewählten rudertechnischen Kennwerten in Tabellenform konnten der qualitative Verlauf rudertechnischer Kennlinien sowie die quantitative Ausprägung von Merkmalen der Ruderleistung und -technik eingeschätzt und beurteilt werden. Für die Erleichterung des Verständnisses der Athletinnen und Athleten wurden die Testergebnisse des MMS 2012 mit einer speziellen Auswerte- und Darstellungssoftware (Videomesswertkopplung) präsentiert. In gemeinsamen Gesprächen mit den verantwortlichen Trainerinnen und Trainern (Bundes- und/ oder Heimtrainerin und -trainer) sowie den Athletinnen und Athleten wurden die Zusammenhänge zwischen dynamischer und kinematischer Struktur der Ruderbewegung, die äußerlich sichtbare Rudertechnik und deren Wirkung auf die Bootsgeschwindigkeit sowie der Bootsdurchlauf näher erläutert. Auf Grundlage der Testergebnisse konnten anschließend die Schwerpunkte für das Technik- und Konditionstraining individuell für die einzelne Athletin/den einzelnen Athleten als auch für die Bootsbesatzung abgeleitet werden.

3.2 Visuelles und akustisches Feedbacktraining

Das biomechanisch gestützte Feedbacktraining vermittelte die Messinformationen zeitsynchron mit der Bewegungsausführung visuell auf Grafikdisplays (PCS-3) bzw. akustisch über Lautsprecher als Klangsequenz (*Sofirow*) im Rennboot. Dem Feedbacktraining ging die KLD zur Bestimmung der rudertechnischen Fehler und individuellen Besonderheiten voraus. Dabei wurden zunächst die anzusteuernden Technikmerkmale festgelegt und konkrete Hinweise zur Veränderung der Bewegungsausführung und zur Feedbackanzeige gegeben. Während des Feedbacktrainings erfolgte die Rückmeldung der objektiven Synchroninformationen über die Bewegungsausführung und deren Ergebnisse in Form von Kennlinien und -werten (visuell) bzw. des Parameterverlaufs (akustisch). Diese Rückmeldungen sollten die Athletinnen und Athleten in Beziehung zu den eigenen intrinsischen Rückinformationen setzen und die veränderte Bewegungsausführung wahrnehmen und verinnerlichen. Die subjektive Fremdinformation unterstützt und lenkt diesen Prozess von außen (Smith & Loschner, 2002).

Die Ansteuerungseffekte wurden unmittelbar im Anschluss an das Wassertraining gemeinsam analysiert und die nächsten Schritte im Technik- und Konditionstraining festgelegt. Das Feedbacktraining soll die Athletinnen und Athleten bei der Ansteuerung verschiedener Merkmale der Rudertechnik in kurzer Zeit (1-3 Trainingseinheiten), wie die Schlagweite, die Gestaltung der vorderen und hinteren Bewegungsumkehr, die Kraft- und Bewegungskopplung im Durchzug, das widerstandsarme Vorrollen, etc. unterstützen. Zudem kann die Sonifikation zur Verbesserung der Mannschaftssynchronisation beitragen.

3.3 2000-m-Rennanalyse

Die Analyse des Rennverlaufs erfolgte für jedes Boot strecken- und zeitbezogen und ermöglichte eine Einschätzung des Rennprofils und Interpretation der Daten (Rennprofil, -taktik, -phasen, Relation Schlagfrequenz/Bootsgeschwindigkeit und Schwankung der Bootsgeschwindigkeit). Damit konnten Aussagen zur Ausrichtung der individuellen Rennprofile und zur Zweckmäßigkeit der Relation von Schlagfrequenz zu Bootsgeschwindigkeit sowie zu intrazyklischen Geschwindigkeitsschwankungen gemacht werden. Zudem erfolgt ein Vergleich der ermittelten Endzeiten zur Prognosegeschwindigkeit.

4 Diskussion

Die biomechanische Betreuung durch die Universität Hamburg hat sich in den vergangenen Trainingsjahren aus Sicht des DRV mehr als bewährt und ist zu einem unverzichtbaren Bestandteil für die Entwicklung leistungsfähiger Bootsklassen geworden. Die Ergebnisse unterstützen den Trainingsprozess und eröffnen neue Möglichkeiten zur Ansteuerung der Rudertechnik. Der biomechanisch-trainingswissenschaftliche Hintergrund dieser Entwicklungen stimmt mit internationalen Erkenntnissen überein (Baudouin & Hawkins, 2004; Hofmijster, Landmann & Van Soest, 2002; Kleshnev, 2010; Nolte, 2011) und basiert maßgeblich auf Forschungsergebnissen, die im Rahmen von Forschungsprojekten an der Universität Hamburg generiert worden sind. Die Entwicklungen wurden in der Trainingspraxis erprobt und die Wirkung evaluiert.

Das MMS 2012 ermöglicht die unmittelbare Erfassung der individuellen Ruderleistung und -technik der Athletinnen und Athleten im Rennboot, in allen Bootsklassen und unter allen typischen Wettkampf- und Trainingsbedingungen, wie beispielsweise das Messen von Achterbesatzungen bei internationalen Rennen.

Das PCS-Feedbacksystem unterstützt die Arbeit an der individuellen Rudertechnik über die grafische Anzeige auf bis zu vier Displays im Boot. Damit können z. B. im Achter gleichzeitig vier Rudererinnen bzw. Ruderer erfolgreich an ihrer Rudertechnik arbeiten, ohne sich gegenseitig zu stören, während sich die übrigen Mannschaftsmitglieder auf das „Stellen“ des Bootes konzentrieren.

Sofirow bietet über die akustische Rückmeldung spezifische Möglichkeiten zur Ansteuerung des Bootsbeschleunigungsverlaufs im Freilauf und in der vorderen Bewegungsumkehr, der Mannschaftssynchronisation (primäre Wirkung) sowie der Schlag- und Bewegungsstruktur in Abhängigkeit von der individuellen Rudertechnik (sekundäre Wirkung). Die Effekte führen zu einer verbesserten Bewegungstechnik, können die Kraft- und Leistungswerte pro Schlag steigern und dadurch die physiologische Beanspruchung pro Schlag erhöhen, ohne den jeweiligen Intensitätsbereich (Laktatauslenkung/ Schlagfrequenz) zu verlassen. Die Schlag- und Bewegungsstruktur nähert sich dabei dem Wettkampf an. Die Rückmeldungen der Athletinnen und Athleten zeigte, dass die Veränderung der Rudertechnik wahrgenommen und verinnerlicht wurde und dadurch motorische Lerneffekte stimuliert werden. Die erzielten Ansteuerungseffekte waren für die Trainerinnen und Trainer direkt beobachtbar und im veränderten Beschleunigungsverlauf hörbar. Damit wurden auch das Bewegungssehen, die Bewegungsbewertung und die Feedbackansprache an die Athletinnen und Athleten verbessert. Für die Trainingspraxis empfiehlt sich die Sonifikation mit neu formierten Bootsbesatzungen in allen Kaderbereichen durchzuführen, um die Mannschaftssynchronisation sowie ein zweckmäßiges Freilaufverhalten möglichst schnell zu erreichen und damit die Grundlage für weitere Ansteuerungseffekte der Rudertechnik zu schaffen.

Accrow lieferte mit der 2000-m-Rennanalyse Informationen zur kinematischen Struktur des Ruderrennens und damit notwendige Informationen zur Beurteilung des Gesamtrennens (mittlere Bootsgeschwindigkeit und Relation Bootsgeschwindigkeit/ Schlagfrequenz), zur realisierten Renntaktik (Plan-Ist-Vergleich), zur mechanischen Zweckmäßigkeit des Rennprofils (interzyklische Geschwindigkeitsschwankungen). Zudem konnten durch die Rennphasenanalyse (Mattes & Schaffert, 2010) der Anteil und die zeitliche Verausgabung der aeroben und anaeroben Kapazitäten eingeschätzt werden. Damit erweitert die Analyse die bisherige Doku-

mentation der Gesamtrenndistanz erheblich, da auch Daten zu 500-m- und 250-m-Abschnitten enthalten sind.

5 Literatur

Baudouin, A. & Hawkins, D. (2004). Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. *Journal of biomechanics, 37*, (7), 969-976.

Böhmert, W. (2009). *Projektbeschreibung Rudermesssystem des Instituts FES*. Projektbeschreibung für das BISp. Berlin: FES

Böhmert, W. & Mattes, K. (2003). Biomechanische Objektivierung der Ruderbewegung im Rennboot. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern – erfahren, erkunden, erforschen*. Gießen: Wirth-Verlag (Sport Media), S.163-172.

Hofmijster M.J., Landman, E.H. & Van Soest, A.J. (2007). Effect of stroke rate on the distribution of net mechanical power in rowing. *Journal of sports science, 25* (4), 403-411.

Kleshnev, V. (2010). Boat acceleration, temporal structure of the stroke cycle, and effectiveness in rowing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: *Journal of sports engineering and technology, 224,* 63-74.

Künzel, M. (2007). *Entwicklung eines Messsystems zur Bestimmung der Kräfte am Stemmbrett bei Rennruderbooten*. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.

Mattes, K. & Böhmert, W. (2002). *Feineinstellung der sportlichen Technik durch Messplatztraining. In Messplatztraining*. 5. Gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 19.-21.9. 2002 in Leipzig.

Mattes K. & Schaffert N. (2010). A new measuring and on water coaching device for rowing. *Journal of human sport and exercise, 5* (2), 226-239.

Mattes, K. & Schaffert, N. (2014). *Wirkungen des akustischen online-Feedbacks zum Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlauf im Mannschaftsboot auf die individuelle Rudertechnik der Crewmitglieder*. Bericht für den Cheftrainer zum BISp-Projekt IIA1-070801/13.

Nolte, V. (2011). (Ed.) *Rowing faster. Serious Training for serious rowers* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Schaffert, N. & Mattes, K. (2011). Designing an acoustic feedback system for on-water rowing training. I*nternational journal of computer science in sport, 10* (2), 71-76.

Schaffert, N. & Mattes, K. (2015). Effects of acoustic feedback training in elite-standard Para-Rowing. *Journal of sport science, 33* (4), 411-418.

Schaffert, N. & Mattes, K. (im Druck). Influence of acoustic feedback on boat speed and crew synchronization in elite junior rowing. *International journal of sports science and coaching*.

Smith, R.M. & Loschner, C. (2002). Biomechanics feedback for rowing. *Journal of sports science, 20* (10), 783-791.

Biomechanische Diagnostik zur Mannschafts-synchronisation im Nachwuchstraining (U23 und Juniorennationalmannschaft 2015)

(AZ 071614/15)

Klaus Mattes (Projektleitung), Stefanie Manzer & Nina Schaffert
Universität Hamburg, Arbeitsbereich Bewegungs- und Trainingswissenschaft

1 Problemstellung

Für die jährliche Auswahl der leistungsstärksten deutschen Juniorenruderinnen und -ruderer werden die Ergebnisse der leistungsphysiologischen Untersuchungen sowie die erzielten Regattaergebnisse berücksichtigt (Mattes, 2012). Dabei erfährt die individuelle ruderspezifische Leistungsfähigkeit unter den Bedingungen der Groß- und Mittelboote besondere Aufmerksamkeit. Die Formierung der neuen Bootsbesatzungen und deren rudertechnische Vorbereitung auf den internationalen Wettkampfhöhepunkt (Junioren- und U23 Weltmeisterschaften) macht die Optimierung der Ruderleistung und -technik und deren Feinstellung im Mannschaftsgefüge in vergleichsweise kurzer Zeit notwendig, um eine hohe Bootsgeschwindigkeit während der Ruderrennen im internationalen Vergleich zu erreichen. Dieser Prozess kann mit Hilfe biomechanisch gestützter Diagnostik und sich anschließendem Feedbacktraining schnell und zielgerichtet gesteuert werden (Böhmert & Mattes, 2003; Böhmert, 2009; Schaffert & Mattes, 2011) und die Arbeit der erfahrenen Trainerinnen und Trainer unterstützen. Im Einzelnen stehen die folgenden Aspekte im Mittelpunkt:

- das Ranking der Teilnehmenden und Empfehlungen zur Groß- und Mittelbootsformierung (Vorschlag für die Zusammensetzung der Boote einschließlich Sitzplatzverteilung von der Schlag- bis zur Bugposition),
- Ableitung von Trainingszielen zur Ansteuerung der Rudertechnik für die einzelne Ruderin/ den einzelnen Ruderer sowie für die Bootsbesatzung und
- die wissenschaftliche Anleitung und Begleitung des Feedbacktrainings zur Sicherung von Ansteuerungseffekten bei der Ruderin/ beim Ruderer sowie bei der Bootsbesatzung.

Auf Grundlage der Ergebnisse zur Sonifikation, die als neue Trainingsform eine Möglichkeit zur spezifischen Ansteuerung des Beschleunigungsverlaufs (Schaffert & Mattes, 2015) und Verbesserung der Mannschaftssynchronisation sowie individueller Merkmale der Rudertechnik im Durchzug und Freilauf (Mattes & Schaffert, 2014; Schaffert & Mattes, im Druck) bietet, wurde die Sonifikation im Trainingsjahr 2015 systematisch in die bisherige Betreuung integriert. Ziel war es, die Ergebnisse der Erfahrungen aus den Forschungsprojekten möglichst schnell in die Trainingspraxis zu überführen.

2 Methode

Die Betreuungsmaßnahmen erfolgten mit der Juniorennationalmannschaft 2015 bzw. Kaderathletinnen und -athleten, die am Selektionslehrgang zur Nominierung für die Nationalmannschaften teilnahmen (CJ-Kader) in Mittel- und Großbooten (4- und 8+). Jede Athletin und jeder Athlet wurde ein- bis zweimal getestet. Die Ergebnisse des ersten Tests dienten zur Selektion für die Nationalmannschaft. Der zweite Test fand während der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung zur Überprüfung der Wirksamkeit der Trainingsmaßnahmen statt. Für die Feineinstellung der Rudertechnik und

zur Verbesserung der Mannschaftssynchronisation absolvierten ausgewählte Boote Feedback-Trainingsfahrten (visuell und akustisch). Die Messungen erfolgten im Frühjahr und Sommer 2015 auf der Regatta-Strecke in Berlin-Grünau.

Die komplexe Diagnostik der Ruderleistung und -technik erfolgte mit dem Mobilen Mess- und Trainingssystem (MMS) 2012 (Böhmert & Mattes, 2003; Böhmert, 2009). Für das parametergestützte Feedbacktraining wurden das Processor Coach System-3/Sportler (PCS-3/S) (visuell) (Mattes & Böhmert, 2002) und das akustische Feedbacksystem *Sofirow* (Schaffert & Mattes, 2011) eingesetzt. Die genaue Beschreibung der Messgrößen der eingesetzten Messsysteme erfolgte bereits in den Berichten zu den Vorjahresprojekten. Hervorzuheben ist die hohe trainingspraktische Relevanz der generierten Mess- und Testdaten, um Hinweise zur Steuerung der individuellen Ruderleistung und -technik sowie Empfehlungen für die Formierung von Bootsbesatzungen geben zu können.

Je nach Zielstellung der Diagnostik kamen in Absprache mit den Bootstrainerinnen und -trainern unterschiedliche Testmethoden zur Anwendung, die in den Berichten zu den Projekten in den Vorjahren beschrieben wurden. Auch das trainingspraktische Vorgehen unterschied sich nicht zu dem in den Vorjahren beschriebenen und praktizierten Ablauf. Bei Durchführung der Messfahrten herrschten vergleichbare Wasser- und Wetterbedingungen (nahezu glattes Wasser und eine leichte Brise).

3 Ergebnisse der Betreuungsmaßnahmen

3.1 Komplexe Leistungsdiagnostik

Die Selektion der Auswahlmannschaften erfolgte über Ranggruppen auf Grundlage der Messergebnisse zur individuellen Ruderleistung und -technik des jeweiligen Untersuchungskollektivs. Für die Empfehlungen zur Sitzposition der einzelnen Ruderin/des einzelnen Ruderers im formierten Boot, wie beispielsweise die Verteilung der Athletinnen und Athleten im Achter von Platz 1 (Bugposition) bis Platz 8 (Schlagposition) wurde ein schriftlicher Vorschlag formuliert. Im Anschluss wurden den Trainerinnen und Trainern die individuellen Mess- und Testergebnisse sowie die Bildung der Ranggruppen erläutert. Dabei wurden die Zusammenhänge zwischen dynamischer und kinematischer Struktur der Ruderbewegung, die äußerlich sichtbare Rudertechnik und deren Wirkung auf die Bootsgeschwindigkeit sowie der Bootsdurchlauf thematisiert und die Schwerpunkte für das folgende Technik- und Konditionstraining für die einzelne Ruderin bzw. den einzelnen Ruderer sowie für die Bootsbesatzung abgeleitet.

3.2 Parametergestütztes visuelles und akustisches Feedbacktraining

Grundlage für das biomechanisch gestützte Feedbacktraining waren die Messergebnisse aus den Selektionsuntersuchungen sowie die daraus abgeleiteten rudertechnischen Schwerpunkte für das Training der einzelnen Ruderin/des einzelnen Ruderers und die Bootsbesatzungen. Vor dem Feedbacktraining wurden konkrete Hinweise zur Veränderung der Bewegungsausführung und zur jeweiligen Feedbackanzeige gegeben. Im Feedbacktraining wurden die Messinformationen zeitsynchron zur Bewegungsausführung visuell auf Grafikdisplays (PCS-3) bzw. akustisch über Lautsprecher als Klangsequenz (*Sofirow*) im Rennboot präsentiert. Inhaltlich erfolgte dabei die Rückmeldung der objektiven Synchroninformationen über die Bewegungsausführung und deren Ergebnisse als Kennlinien und -werte (visuell) bzw. des Parameterverlaufs (akustisch) mit dem Ziel, die Aufmerksamkeit auf den jeweiligen Technikschwerpunkt zu lenken. Diese Rückmeldungen sollten die Athletinnen und Athleten in Beziehung zu den eigenen intrinsischen Rückinformationen setzen und die veränderte Bewegungsausführung wahrnehmen und verinnerlichen. Letztlich sollte damit das Gefühl für die Bewegungsausführung und -veränderung sowie die Ansteuerung verschiedener Merkmale der Rudertechnik in kurzer Zeit (1-3 Trainingseinheiten) unterstützt werden. Unmittelbar im Anschluss an die Wassertrainingseinheit wurden die Ansteuerungseffekte im gemeinsamen Gespräch analysiert. Der Schwerpunkt lag hier auf der Analyse und Bewertung von Änderungen der Bewegungsausführung, der Zusammenhang zwischen intrinsi-

schem und extrinsischem Feedback sowie der richtigen Bewegungsausführung, der erzielte Lernfortschritt und Festlegung der weiteren Trainingsschwerpunkte für die Ruderinnen und Ruderer und für die Bootsbesatzung.

4 Diskussion

Die biomechanische Betreuung mit den eingesetzten Messsystemen hat sich in den vergangenen Trainingsjahren aus Sicht des DRV für die Formierung von Großbooten und die Entwicklung leistungsfähiger Bootsklassen in Vorbereitung der Nachwuchsnationalmannschaften auf die Juniorenweltmeisterschaften als unverzichtbarer Bestandteil der Maßnahmen bewährt. Der biomechanisch-trainingswissenschaftliche Hintergrund dieser Entwicklungen basiert maßgeblich auf Forschungsergebnissen, die im Rahmen von Forschungsprojekten in der Trainingspraxis von der Universität Hamburg erprobt und die Wirkung evaluiert worden sind. Die generierten Ergebnisse stimmen mit international anerkannten Erkenntnissen überein (Baudouin & Hawkins, 2004; Hofmijster, Landmann & Van Soest, 2007; Kleshnev, 2010; Nolte, 2011).

Das eingesetzte mobile Messsystem 2012 ermöglicht die Erfassung der Ruderleistung und -technik unmittelbar im Rennboot in allen Bootsklassen und unter allen typischen Wettkampf- und Trainingsbedingungen (auch das Messen von Achterbesatzungen bei internationalen Rennen). Aus den generierten Mess- und Testdaten können Hinweise zur Steuerung der individuellen Ruderleistung und -technik mit hoher trainingspraktischer Relevanz abgeleitet und Empfehlungen für die Formierung von Bootsbesatzungen) gegeben werden (Mattes, 2012).

Die Ergebnisse des visuellen Feedbacksystems (PCS) unterstützen die Arbeit an der individuellen Rudertechnik und liefern Hinweise auf die Ansteuerbarkeit verschiedener rudertechnischer Merkmale bei Spitzenruderern bzw. -ruderinnen. Über die grafische Anzeige auf bis zu vier Displays im Boot können beispielsweise im Achter gleichzeitig vier Ruderinnen oder Ruderer auf die Arbeit an der Rudertechnik konzentrieren ohne sich gegenseitig zu stören, während die übrigen Mannschaftsmitglieder für das „Stellen“ des Bootes verantwortlich sind. Mit dem kurzfristigen Einsatz während der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung (1-3 Trainingseinheiten), ergibt sich eine weitere Anwendungsrichtung, in der nicht ein Umlernen der Rudertechnik oder ein Ausmerzen rudertechnischer Fehler, sondern die Feineinstellung innerhalb der Mannschaft und das gezielte Verstärken von zweckmäßig erkanntem, aber noch nicht gefestigtem Bewegungsverhalten im Mittelpunkt stehen.

Der Einsatz des akustischen Feedbacks (Sonifikation) bietet spezifische Möglichkeiten zur Ansteuerung des Bootsbeschleunigungsverlaufs im Freilauf und in der vorderen Bewegungsumkehr, der Mannschaftssynchronisation sowie der Schlag- und Bewegungsstruktur in Abhängigkeit von der individuellen Rudertechnik (Mattes & Schaffert, 2015). Mit den erzielten Effekten verbessert sich die Bewegungstechnik, können die Kraft- und Leistungswerte pro Schlag gesteigert und dadurch die physiologische Beanspruchung pro Schlag erhöht werden, ohne den jeweiligen Intensitätsbereich (Laktatauslenkung/Schlagfrequenz) zu verlassen. Dabei nähert sich die Schlag- und Bewegungsstruktur dem Wettkampf an. Die mit der Sonifikation erzielten Ansteuerungseffekte sind für die Trainer bzw. Trainerinnen direkt beobachtbar und im veränderten Beschleunigungsverlauf akustisch wahrnehmbar. Das Bewegungssehen, die Bewegungsbewertung und die Feedbackansprache an die Athletinnen und Athleten werden verbessert (Mattes, Schaffert & Effenberg, 2012).

Für die Trainingspraxis empfiehlt sich die Sonifikation mit neu formierten Bootsbesatzungen in allen Kaderbereichen durchzuführen, um die Mannschaftssynchronisation sowie ein zweckmäßiges Freilaufverhalten möglichst schnell zu erreichen und damit die Grundlage für weitere Ansteuerungseffekte der Rudertechnik zu schaffen.

5 Literatur

Baudouin, A. & Hawkins, D. (2004). Investigation of biomechanical factors affecting rowing performance. *Journal of biomechanics, 37*, (7), 969-976.

Böhmert, W. (2009). *Projektbeschreibung Rudermesssystem des Instituts FES*. Projektbeschreibung für das BISp. Berlin: FES.

Böhmert, W. & Mattes, K. (2003). Biomechanische Objektivierung der Ruderbewegung im Rennboot. In W. Fritsch (Hrsg.), *Rudern – erfahren, erkunden, erforschen*. Gießen: Wirth-Verlag (Sport Media), S.163-172.

Hofmijster M.J., Landman, E.H. & Van Soest, A.J. (2007). Effect of stroke rate on the distribution of net mechanical power in rowing. *Journal of sports science, 25* (4), 403-411.

Kleshnev, V. (2010). Boat acceleration, temporal structure of the stroke cycle, and effectiveness in rowing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: *Journal of sports engineering and technology, 224*, 63-74.

Liebermann, D.G., Katz, L., Hughes, M.D., Bartlett, R.M., McClements, J. & Franks, I.M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of sports science, 20*, 755-769.

Mattes, K. (2012). Rowing technique. In D. Altenburg, K. Mattes & J. Steinacker (Eds.), *Manual for Rowing Training. Technique, High Performance and Planning* (2nd ed.). Limpert Verlag Wiebelsheim, 53-108.

Mattes, K. & Böhmert, W. (2002). *Feineinstellung der sportlichen Technik durch Messplatztraining. In Messplatztraining*. 5. Gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft 19.-21.9.2002, Leipzig.

Mattes, K. & Schaffert, N. (2015). Wirkung der Sonifikation auf die Bootsgeschwindigkeit und Mannschaftssynchronisation im Rennrudern. *Leistungssport, 45* (3), 46-51.

Mattes, K. & Schaffert, N. (2014). *Wirkungen des akustischen online-Feedbacks zum Bootsbeschleunigungs-Zeit-Verlauf im Mannschaftsboot auf die individuelle Rudertechnik der Crewmitglieder*. Bericht für den Cheftrainer zum BISp-Projekt IIA1-070801/13.

Mattes, K., Schaffert, N. & Effenberg, A.O. (2012). *Wirkungsanalyse des akustischen Feedbacktrainings mit Sofirow zur Optimierung der Bootsbewegung von Kaderathleten des Deutschen Ruderverbandes*. Abschlussbericht zum BISp-Projekt IIA1-070802/11.

Nolte, V. (2011). (Ed.) *Rowing faster. Serious Training for serious rowers* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Schaffert, N. & Mattes, K. (2011). Designing an acoustic feedback system for on-water rowing training. *International journal of computer science in sport, 10* (2), 71-76.

Schaffert, N. & Mattes, K. (2015). Effects of acoustic feedback training in elite-standard Para-Rowing. *Journal of sport science, 33* (4), 411-418.

Schaffert, N. & Mattes, K. (im Druck). Influence of acoustic feedback on boat speed and crew synchronization in elite junior rowing. *International journal of sports science and coaching*.

Betreuungsprojekt Beachvolleyball 2015 – Analyse von Sequenzeffekten in der Weltspitze

(AZ 071615/15)

Daniel Link[1] (Projektleitung), Sebastian Wenninger & Jörg Ahmann[2](Leitender Bundestrainer Beachvolleyball)

[1]Technische Universität München, Lehrstuhl für Trainingswissenschaft und Sportinformatik
[2]Leitender Bundestrainer Beachvolleyball, Deutscher Volleyball Verband, Frankfurt

1 Einleitung

Spielanalysen im Deutschen Beach-Volleyball erfolgen seit 2012 über zwei eigens entwickelte Spielbeobachtungstools (Link & Ahmann, 2013a und 2013b). Mit dem BeachScouter können Spieldaten effizient über eine Touch-Oberfläche erhoben werden. Der BeachViewer wird zur Analyse und Präsentation der Spieldaten verwendet und erlaubt es, quantitative Auswertungen zu erstellen sowie Videomaterial für die qualitative Analyse im Voraus zu strukturieren. Im Rahmen des BISp Projektes „Beachvolleyball 2015“ wurden zur Vorbereitung auf die olympischen Spiele die Analyse- und Visualisierungsmöglichkeiten des BeachViewers um neue Komponenten erweitert. Neben der effektiven Visualisierung dreidimensionaler Punktdaten an Hand von Heatmaps stand dabei vor allem die Analyse von Sequenzeffekten im Vordergrund.

Neben der unmittelbaren Spielvorbereitung der Nationalteams lassen sich die erhobenen Daten auch einsetzten, um Weltstandsanalysen durchzuführen. (Czimek et al., 2016). Im Rahmen des Projektes wurde u. a. untersucht, ob in der Weltspitze des Beachvolleyball Sequenzeffekte auftreten. Damit ist gemeint, dass Athleten bzw. Athletinnen in ihrer Entscheidung für eine Angriffstechnik oder eine Angriffsrichtung vom Erfolg ihres Vorgängerangriffs oder einer unmittelbar vorangegangenen Auszeit beeinflusst werden. Auf Basis persönlicher Eindrücke bei der qualitativen Analyse einer Vielzahl von Wettkämpfen vermuten wir, dass Spieler bzw. Spielerinnen bei Misserfolg oder nach Auszeiten eher dazu neigen, diese Parameter zu verändern. Lässt sich dies quantitativ absichern, so kann dieser Erkenntnisgewinn zukünftig für die Strategieentwicklung genutzt werden.

2 Methode

Vor dem Hintergrund der Fragestellung wurden 371 Spiele (183 Damen, 188 Herren) der FIVB Word Series 2013 und 2014 ausgewertet. Für alle Sideouts (Spielaufbau nach gegnerischem Aufschlag) mit drei Ballkontakten und erfolgtem Angriff wurden Leistungsvariablen durch einen geschulten Spielbeobachter des Deutschen Volleyball Verbandes gemäß Tab. 1 erhoben. Die statistische Auswertung untersucht zu allen Sideouts, zu denen ein VORGÄNGER existiert, die Verteilung von TECHNIKÄNDERUNG und RICHTUNGSÄNDERUNG nach den Faktoren GESCHLECHT, ERFOLG VORGÄNGER und AUSZEIT VORGÄNGER mittels χ^2-Test ($\alpha < .05$). Die Effektstärke wurde mittels Cramers-V berechnet.

Tab. 1: Leistungsindikatoren, Kategorien und Operationalisierung für einen Sideout.

Variable	Kategorien
GESCHLECHT	*männlich*
	Weiblich
VORGÄNGER	Letzter Sideout desselben Angriffsspielers innerhalb der vorangegangenen drei Ballwechsel und des gleichen Satzes. Existiert ein solcher Sideout nicht, weil bspw. in diesem Zeitraum ausschließlich der andere Spieler des Teams angespielt wurde, so hat der Sideout keinen VORGÄNGER.
ERFOLG VORGÄNGER	Punkt: Im VORGÄNGER wurde aus dem Sideout ein direkter Angriffspunkt erzielt (gegnerische Mannschaft könnte den Ball nicht mindestens zwei Mal berühren).
	kein Punkt: ansonsten
AUSZEIT VORGÄNGER	*ja*: Nach dem VORGÄNGER wurde eine Auszeit genommen.
	nein: ansonsten
TECHNIKÄNDERUNG	ja: Die Angriffstechnik unterscheidet sich zum VORGÄNGER. Hierbei werden zwei Angriffstechniken smash und shot unterschieden.
	nein: ansonsten
RICHTUNGSÄNDERUNG	ja: Die Angriffsrichtung unterscheidet sich zum VORGÄNGER. Hierbei werden drei Angriffsrichtungen line, cross, cut unterschieden.
	nein: ansonsten

3 Ergebnisse

In den untersuchten Spielen traten N = 11.742 Sideouts mit VORGÄNGER auf (Männer: N = 6.074, Frauen: N = 5.668). Die Daten zeigen, dass bei Männern signifikant häufiger eine RICHTUNGSÄNDERUNG (+2.8 %, φ_c = .06) stattfand, wenn im VORGÄNGER *kein Punkt* erzielt wurde (Tab. 2). Ebenso wurde in diesem Fall signifikant häufiger eine TECHNIKÄNDERUNG (+5.9 %, φ_c = .03) vorgenommen. Bei den Frauen lässt sich lediglich ein signifikant erhöhter Anteils von Sideouts mit TECHNIKÄNDERUNG feststellen (+4.6 %, φ_c = .04). Bezüglich des Faktors AUSZEIT VORGÄNGER lassen sich bei keinem GESCHLECHT signifikante Unterschiede in den Verteilungen feststellen.

Tab. 2: Änderungen der Angriffstaktik nach Fehler und Auszeit. Die Spalte % beinhaltet den prozentualen Anteil von Sideouts, bei denen in der jeweiligen Bedingung eine Technikänderung bzw. eine Richtungsänderung erfolgte.

		TECHNIKÄNDERUNG			**RICHTUNGSÄNDERUNG**		
	N	%	χ^2	p	%	χ^2	p
MÄNNER							
ERFOLG VORGÄNGER - Ja - Nein	 2727 3320	 47.1 53.0	20.4	<.001	 69.1 71.9	5.7	.02
AUSZEIT VORGÄNGER - ja - nein	 395 5652	 51.9 50.2	.42	.52	 68.1 70.6	1.07	.30
FRAUEN							
ERFOLG VORGÄNGER - ja - nein	 2456 3212	 50.4 54.2	8.18	.004	 72.1 70.5	1.7	.19
AUSZEIT VORGÄNGER - ja - nein	 430 5238	 51.2 52.7	.37	.54	 71.6 71.1	.05	.83

4 Diskussion

Ziel der Studie war die Beantwortung der Frage, ob in der Weltspitze des Beachvolleyballs Sequenzeffekte nach Misserfolg oder nach Auszeiten auftreten. Als Misserfolg wurden nicht nur direkte Angriffsfehler wie Bälle ins Aus oder in den Block gewertet, sondern zusätzlich alle Angriffe, die das abwehrende Team zu einem gewissen Maß unter Kontrolle gebracht hat (operationalisiert durch zwei Ballberührungen). Dieses Vorgehen basiert auf der Annahme, dass Ballkontrolle auf Weltklasseniveau mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem Angriffserfolg führt. Allerdings könnte ebenfalls argumentiert werden, dass diese Ballwechsel einen geringeren Einfluss auf einen Spieler oder eine Spielerin ausüben als direkte Fehler, da immer noch die Chance auf den Punktgewinn besteht. Möglicherweise führt eine getrennte Betrachtung dieser Fehlertypen zu einem anderen bzw. differenzierteren Ergebnis.

Einen potentiellen Einfluss auf die Ergebnisse hat auch die Festlegung der Größe des Zeitfensters in dem Vorgänger-Sideouts berücksichtigt werden. Es ist zu vermuten, dass die Wirkung eines Fehlers bzw. einer Auszeit mit zeitlichem Abstand kontinuierlich abnimmt. Vor dem Hintergrund unserer Erfahrung haben wir uns in dieser Studie für ein Zeitfenster von drei Ballwechseln entschieden. Die Variation der Fenstergröße erscheint als vielversprechende Strategie für weitere Untersuchungen, um bspw. die Frage beantworten zu können, wie weit die Wirkung von Fehlern bzw. Auszeiten in die Zukunft reicht.

Vor dem Hintergrund der methodischen Festlegungen liefert die Studie den quantitativen Nachweis, dass Sequenzeffekte im Beachvolleyball auftreten. Sowohl Männer als auch Frauen, ändern nach nicht erfolgreichen Sideouts häufiger die Angriffstechnik, als nach erfolgreichen. Es lässt sich vermuten, dass Athleten bzw. Athletinnen bewusst oder unterbewusst vermeiden wollen, den gleichen Fehler noch einmal zu begehen. Während Männer auch die Richtung des Angriffs ändern, lässt sich dieses bei Frauen nicht feststellen. Möglicherweise, wird hier bereits eine Umstellung der Technik als ausreihend erfolgsversprechend angesehen. Für beide Geschlechter ist die Effektstärke recht gering. Dies ist wenig überraschend, da es Ziel eines Spielers bzw. einer Spielerin sein muss, möglichst variabel und nicht vorhersagbar zu agieren. Die Weltklasseathleten und -athletinnen der Stichprobe sollten nicht zuletzt so erfolgreich sein, weil Sie eben genau dies weitgehend umsetzen.

Eine Auszeit führt hingegen weder bei Männer noch Frauen zu einem Wechsel der Angriffstaktik. Möglicherweise treten die Eindrücke aus der letzten erfolglosen Aktion durch die Spielunterbrechung soweit in den Hintergrund, dass keine Beeinflussung mehr stattfindet. Eine weitere Erklärung wäre, dass das gewählte Zeitfenster für die Berücksichtigung von Vorgänger-Sideouts möglicherweise zu groß ist.

Die praktische Relevanz von Sequenzeffekten ergibt sich erst durch weitere Aufschlüsselung auf der Ebene einzelner Athleten bzw. Athletinnen. Bei der Entwicklung der Abwehrtaktik gegen einen spezifischen Spieler oder eine spezifische Spielerin muss nicht nur die Ausprägung des Fehlers (z. B. Schlag in den Block oder auf die Abwehr), sondern auf die Richtung der Verhaltensänderung berücksichtigt werden (bspw. ob ein Spieler oder eine Spielerin nach einem nicht erfolgreichen Diagonal-Smash eher auf einen Line-Smash oder einen Shot wechselt).

5 Schlussfolgerungen

Spieler und Spielerinnen der Weltspitze werden in ihrer taktischen Entscheidung bezüglich Angriffsrichtung und Angriffstechnik im Sideout durch vorangegangene Misserfolge beeinflusst. Individuelle Analysen dieser Sequenzeffekte können sowohl Hinweise für die eigene Trainingsgestaltung liefern, als auch die Antizipation des Verhaltens gegnerischer Spieler bzw. Spielerinnen verbessern. Beides verbessert möglicherweise die Erfolgsaussichten im Wettkampf.

6 Literaturverzeichnis

Czimek, J., Tobias, F., Ahmann, J. & Link, D. (2016). Aktuelle Tendenzen im oberen internationalen Leistungsbereich der Männer Beachvolleyball. *Leistungssport, 1,* 16-22.

Link, D. & Ahmann, J. (2013a). Spielanalyse im Beachvolleyball. *Leistungssport, 1*, 58 - 63.

Link, D. & Ahmann, J. (2013b). Moderne Spielbeobachtung auf Basis von Positionsdaten. *Sportwissenschaft, 43* (1), 1-11.

Sozial- und Verhaltenswissenschaften

Intervention der Bewegungsvorstellung und -beobachtung im Wasserspringen und deren neuronale Grundlage

(AZ 071002/13-14)

Oliver Stoll (Projektleitung), Jan Pithan & Ina Blazek
Universität Halle-Wittenberg, Philosophische Fakultät II,
Institut für Kommunikfation, Medien und Sport, Department Sportwissenschaft

1 Problemstellung

Vorstellung von Bewegungsabläufen hat im Wasserspringen sowohl im Techniktraining als auch in der Forschung einen hohen Stellenwert (Köthe, 2004; Leuchte et al., 2007; Stoll & Reimann, 2008; Fricke & Köthe, 2009; Noth, et al., 2009; Noth, 2011). Da es sich beim Wasserspringen um eine technisch-akrobatische Sekundensportart handelt, die dadurch charakterisiert wird, dass die Bewegungsausführung Grundlage der Bewertung ist (Schnabel, Harre & Krug 2011), stellt die Stabilität der Bewegung einen zentralen Faktor dar. Stoll und Reimann (2008, Betreuungsprojekt, IIA1-2506BI1609,) konnten jedoch zeigen, dass nicht jeder Wasserspringer bzw. jede Wasserspringerin mit Kaderstatus dazu in der Lage ist, sich Bewegungsabläufe hinreichend adäquat vorzustellen. Der Einsatz von Bewegungsvorstellungstraining dient u. a. dazu, Bewegungsabläufe zu erlernen, zu festigen zu und stabilisieren.

Über die Effektivität des Bewegungsvorstellungstrainings im Sport lassen sich anhand von Meta-Analysen (Diskrell, Copper & Moran, 1994; Feltz & Landers, 1983) und Literaturübersichten (Moran, 2004) folgende Aussagen treffen:

- Bewegungsvorstellungstraining ist für die Entwicklung von Leistungen vorteilhafter als kein Training aber weniger effektiv als physisches Training.
- Die Kombination aus Bewegungsvorstellungstraining und physischem Training scheint die Leistungsfähigkeit am stärksten zu fördern.
- Des Weiteren scheint das Bewegungsvorstellungstraining einen stärkeren Einfluss auf kognitive als auf motorische Fertigkeiten zu haben.
- Unabhängig davon, ob eine Übung sich auf kognitive oder physische Faktoren bezieht scheint Bewegungsvorstellungstraining bei Experten eine höhere Leistungssteigerung zu erzeugen als bei Novizen.
- Bewegungsvorstellungstraining muss regelmäßig zur Anwendung kommen, um einen Effekt zu erzeugen oder aufrecht zu erhalten.
- Die Vorstellungsfähigkeit der Athletinnen und Athleten stellt einen Mediator zwischen Bewegungsvorstellungstraining und Leistung dar.

Die Simulationstheorie (Jeannerod, 2001) beschreibt auf neuronaler Ebene zwei Phasen einer Bewegung. Jede Bewegung beginne mit einer impliziten verdeckten Phase (Covert Stage). Diese Prognose der Handlung beinhalte das angestrebte Ziel, die Mittel zu jenem zu gelangen und die Konsequenzen für den Organismus und die Umgebung. Realisiert werde die Bewegung in der expliziten, offenen Phase (Overt Stage). Diese Phase, die Bewegungsaus-

führung, sei dem Außenstehenden durch Beobachtung zugänglich. So stellen verdeckte und offene Phase ein Kontinuum dar, auf dem jede offene Phase einer verdeckten zugrunde liege, aber im Umkehrschluss nicht jede verdeckte eine offene Phase zur Folge haben müsse. Bewegungsvorstellung und Bewegungsbeobachtung stellen mögliche Formen der Simulation dar, die dem Zweck des Wiederholens und Verinnerlichens bis hin zum Verstehen von Verhalten dienen können. Da verdeckte und offene Phase eine hohe Übereinstimmung bezüglich neuronaler Aktivierungsmuster in motorischen, sensorischen und assoziativen Systemen aufweisen, lasse sich der Gebrauch von Simulationen zur Bewegungsoptimierung durch die Stimulation der entsprechenden neuronalen Netzwerke erklären. Dabei sei allerdings keinesfalls die eine mit der anderen Phase gleich zu setzen (Dietrich, 2008).

Im Bereich Wasserspringen wurden bislang keine Studien durchgeführt, welche die Wirkmechanismen von Bewegungsvorstellungstraining oder Bewegungsbeobachtung und deren Perspektiven untersuchen. Bekannt ist, dass sich das regelmäßige Ansehen von Aufnahmen eigener Sprünge in bester Qualität signifikant auf die Lebhaftigkeit der Bewegungsvorstellung auswirkt (Rymal & Ste-Marie, 2009). Einen aus dem PETTLEP-Ansatz (Holmes & Collins, 2001) abzuleitenden Interventionsansatz im Wasserspringen liefern Pithan und Stoll (2012). Durch Videomaterial aus interner und externer Perspektive soll dabei das Bewegungsvorstellungstraining zum Erlernen, Stabilisieren und Korrigieren von Bewegungen unterstützend eingesetzt werden.

2 Methode

2.1 Probandengruppe

Teilgenommen an dem Forschungsprojekt haben 16 C-Kader Athletinnen und Athleten des Deutschen Schwimmverbandes, Fachsparte Wasserspringen der Olympiastützpunkte Berlin, Halle und Dresden. Das Alter der Athleten (10 weiblich und 6 männlich) betrug m = 15,1 Jahre (SD = 1,6) mit einem Erfahrungsschatz von m = 9,1 Jahren (SD = 2). Auf Grund von Erhebungs- und Konzentrationsschwierigkeiten mussten 2 und wegen hoher Artefaktbildung ebenfalls 2 Personen von der Auswertung ausgeschlossen werden.

2.2 Paradigma

Erhoben in einem Prä-Post Design zur Begleitung der Interventionen wurden 4 Bedingungen (Bewegungsvorstellung extern & intern; Bewegungsbeobachtung extern & intern). Gemessen wurde die Veränderung der Frequenzbandleistung im zentralen Alphafrequenzbereich elektroenzephalographisch (32-Kanal EEG, Brain Products, Deutschland) in Form ereigniskorrelierter Desynchronisation. Vergleichspunkte zum Ruhezustand waren die Vorbereitung und Durchführung der Bedingungen.

2.3 Untersuchungsgegenstand

In Rücksprache mit dem Trainerstab, Athletinnen und Athleten sowie Trainingswissenschaftlern bzw. -schaftlerinnen wurde ein einzelner Sprung, der 2,5 Auerbachsalto vom Dreimeterbrett, als Untersuchungsgegenstand ermittelt. Bei allen aus der Probandengruppe wies der Sprung Defizite in Ausführung und Vorstellung auf. An der Stelle sollte das Bewegungsvorstellungstraining ansetzen.

2.4 Intervention

Die Intervention der Experimentalgruppe war an neuropsychophysiologischen Modellen der Bewegungsvorstellung wie z. B. dem PETTLEP-Ansatz (Holmes & Collins, 2001), dem Sport Imagery Ability Model (Watt et al., 2004) oder dem Motor Imagery Integrative Model in Sport (Guillot & Collet, 2008) orientiert. Kernaussage der Modelle ist, dass zwischen Vorstellung und Bewegung eine möglichst hohe Äquivalenz in einer Vielzahl von Faktoren bestehen soll, um eine entsprechende Effektivität zu gewährleisten. Die Probanden bzw. Probandinnen bekamen ein individuelles Videotraining zur Verfügung gestellt.

Die Intervention der Kontrollgruppe war am klassischen Bewegungsvorstellungstraining nach Eberspächer (2007) orientiert und fokussiert den Bewegungsablauf an sich, dessen Verinnerlichung und Reduktion auf individuelle Knotenpunkte. Zur Verfügung gestellt wurde

der Probandengruppe das Trainingsprogramm mittels Audioanweisungen.

Beide Interventionen erstreckten sich über einen Zeitraum von 8-11 Wochen. In dieser Zeit wurden die Athletinnen Athleten angehalten, ihr Trainingsprogramm 3-5mal wöchentlich zu wiederholen und ihre gemachten Erfahrungen in einem standardisierten Trainingstagebuch festzuhalten. Es fanden regelmäßige Rücksprachen statt, nach denen das individuelle Training dem Lernfortschritt 2-3mal angepasst wurde.

3 Ergebnisse

Für die Auswertung ausgewählter Ergebnisse der ereigniskorrelierten Desynchronisation im α-Frequenzbereich wurden die medialen Elektroden Fz, Cz und Pz herangezogen. Zur Vor- und Nachmessung wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung für 4 Punkte im Zeitverlauf (Referenz, Vorbereitung, Beginn der Durchführung, Verlauf der Durchführung) von je 2 Sekunden und vier Bedingungen (Bewegungsvorstellung extern & intern, Bewegungsbeobachtung extern & intern) durchgeführt. Die Gruppenvariable wurde als Zwischensubjektfaktor mit einbezogen. Der Vergleich zwischen den Messzeitpunkten fand ebenfalls mittels Varianzanalysen im 4 (Bedingungen) x 2 (Zeitpunkte) x 2 (Gruppen) Design statt.

3.1 Vormessung

Zum ersten Messzeitpunkt wurde abgeleitet der Elektrode Cz kein Effekt ermittelt. Bezogen auf die Elektrode Fz ergab sich ein Haupteffekt Zeit $F(2, 19.98) = 5.56$; $p = .012$; $p\eta2 = .357$. In Einbezug der Innersubjektkontraste ließ sich dieser Effekt auf die Reduktion der Frequenzbandleistung vom Referenzbereich zu Beginn der Simulation zurückführen. Unter Einbezug der parietalen Elektrode Pz zeigten sich Haupteffekte Zeit ($F(3, 30) = 11.79$; $p = .000$; $p\eta2 = .541$), Bedingung ($F(1.5, 14.6) = 4.12$; $p = .049$; $p\eta2 = .292$) und deren Interaktion. Unter genauerer Betrachtung der Kontraste wurde der bereits beschriebene Haupteffekt Zeit Fz bestärkt. Der Haupteffekt Bedingung bezog sich auf eine stärkere Ausprägung in ereigniskorrelierter Desynchronisation durch die Beobachtung im Vergleich zur Vorstellung. Die Interaktion machte deutlich, dass sich der Unterschied zwischen Beobachtung und Vorstellung im Zeitverlauf verstärkt.

3.2 Nachmessung

Zum zweiten Messzeitpunkt wurde abgeleitet der Elektrode Cz ebenfalls kein Effekt ermittelt. Bezogen auf die Elektrode Fz ergab sich ein Haupteffekt Bedingung ($F(3, 30) = 7.81$; $p = .001$; $p\eta2 = .438$) und eine Interaktion Zeit * Bedingung ($F(9, 90) = 5.86$; $p = .012$; $p\eta2 = .369$). Die Vorstellungsbedingungen zeigten eine Ausprägung der ereigniskorrelierten Desynchronisation zur Vorbereitung und zu Beginn der Vorstellung. Kein Unterschied war erkennbar zwischen externer und interner Perspektive. Die Beobachtung hingegen zeigte eine stetig steigende Desynchronisation im Zeitverlauf. Im Verlauf der Zeit war eine Differenzierung der Beobachtung zwischen externer und interner Perspektive möglich. Die Elektrode Pz zeigte Haupteffekte Zeit ($F(3, 30) = 10.48$; $p = .000$; $p\eta2 = .512$) und Bedingung ($F(1.6, 16.5) = 10.9$; $p = .002$; $p\eta2 = .522$).

3.3 Vergleich der Messzeitpunkte

Im Vergleich der Messzeitpunkte zur Begleitung der Interventionen konnte kein Effekt in Bezug auf den Unterschied der Interventionen bestätigt werden. Haupteffekte der Bedingung zeigten sich bei allen Elektroden Fz ($F(3, 30) = 6{,}66$; $p = .001$; $p\eta2 = .4$), Cz ($F(3, 30) = 3.68$; $p = .023$; $p\eta2 = .269$) und Pz ($F(1.43, 14.27) = 11.4$; $p = .002$; $p\eta2 = .53$). Es zeigt sich eine stärkere Ausprägung der ereigniskorrelierten Desynchronisation für die Beobachtung im Vergleich zur Vorstellung. Ein Unterschied zwischen den Messzeitpunkten ergab sich durch einen Haupteffekt Zeit abgeleitet der Elektrode Fz ($F(1, 10) = 5.45$; $p = .042$; $p\eta2 = .353$). Im Vergleich zur Vormessung zeigte sich zur Nachmessung eine geringere Ausprägung der ereigniskorrelierten Desynchronisation.

4 Diskussion

Ausgewählte Ergebnisse des Forschungsprojekts konnten Hinweise auf die neuronalen Wirkmechanismen des Bewegungsvorstellungstrainings spezifisch für Bewegungsabläufe im Wasserspringen liefern. Sowohl Bewegungsvorstellungen als auch Bewegungsbeobachtungen

aus externer und interner Perspektive führten zu spezifischen Aktivierungsmustern der medialen Elektroden im α-Frequenzbereich. Die neuropsychophysiologische Grundlage (Jeannerod, 2001), welche sich zumeist auf einfache Bewegungsabläufe, nicht spezifisch auf den Sport, bezieht, konnte bestätigt werden. Die Ergebnisse stehen somit im Einklang weiterer Studien, die sich mit sportartspezifischen Bewegungsmustern befassten (z. B. Calvo-Merino et al., 2005; Holmes, Collins, & Calmels, 2006). Die ermittelten Aktivierungsmuster scheinen über den Zeitverlauf der Erhebung relativ beständig zu sein, sodass kein Unterschied zwischen den Interventionen erfasst werden konnte. Die hohe Präzision der Sportart bedingt Schwankungen in der Qualität der Abläufe (Fricke & Köthe, 2009). Darüber hinaus setzt sich eine Vielzahl von Sprüngen nur aus einer geringen Zahl von Bewegungsabläufen zusammen. Neue Sprünge bauen somit meist auf bereits erlernte Sprünge auf. Daher liegt dem eine relativ stabile Repräsentation zugrunde. Das könnte eine Möglichkeit dafür sein, dass sich individuelle Unterschiede deutlicher zeigten als Gruppenunterschiede.

Die unterschiedliche Ausprägung der Aktivierung zwischen Beobachtung und Vorstellung wurde vor allem zum zweiten Messzeitpunkt deutlich. Zum einen führte das Beobachten der Sprünge zu einer stärkeren Aktivierung als die Vorstellung der Bewegungsabläufe. Die externe Stimulation durch das Video scheint die Aktivierung zu unterstützen und könnte daher dem Bewegungsvorstellungstraining dienlich sein. Dies konnte zwar quantitativ nicht bestätigt werden, entspricht aber der subjektiven Einschätzung der Athleten bzw. Athletinnen. Dabei berücksichtigt werden muss allerdings, dass es notwendig war, alle Bedingungen mit geöffneten Augen durchzuführen, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Eine mögliche Erklärung für die Reduktion der Aktivität von der Vormessung zur Nachmessung lässt sich im Sinne eines Lernprozesses verstehen. Die geringere Aktivität zur Nachmessung in Verbindung mit gleichbleibender Qualität (nach subjektiver Einschätzung) spricht für eine ressourcenorientierte Nutzung im Sinne einer neuronalen Effizienz (Del Percio et al., 2008). Nach persönlicher Einschätzung der Athleten bzw. Athletinnen wurde bereits zu den Erhebungszeitpunkten deutlich, dass sich der Einbezug des Videomaterials zur Vorbereitung der Vorstellung als nützlich erweisen könnte. Dieses Vorgehen wird z. B. auch bei amerikanischen Wasserspringern für sinnvoll erachtet (Rymal, Martini, & Ste-Marie, 2010). Während der Interventionen waren die Athletinnen und Athleten beider Interventionen gleichermaßen diszipliniert und absolvierten regelmäßig ihre Trainingseinheiten. Im Anschluss an die Studie scheint es so zu sein, dass der Gebrauch des Videomaterials sich motivational auf das Absolvieren des Bewegungsvorstellungstrainings auswirkt. Die gewonnenen Erkenntnisse und Trainingsinhalte werden im Rahmen von Fachtagungen, Trainerfortbildungen, Athletenbetreuung und Betreuungsprojekt vertieft und in die Praxis umgesetzt.

5 Literaturverzeichnis

Calvo-Merino, B., Glaser, D.E., Grèzes, J., Passingham, R.E., & Haggard, P. (2005). Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers. *Cerebral cortex, 15*, 1243-1249.

Del Percio, C., Rossini, P.M., Marzano, N., Iacoboni, M., Infarinato ... & F. Eusebi, F. (2008). Is there a "neural efficiency" in athletes? A high-resolution EEG study. *NeuroImage ,42* (4), 1544-1553.

Dietrich, A. (2008). Imaging the imagination: The trouble with motor imagery. *Methods, 45*, 319-324.

Diskrell, J. E., Copper, C. & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal of applied psychology, 79*, 481-492.

Eberspächer, H. (2007). Mentales Training: *Das Handbuch für Trainer und Sportler*. München: Copress Verlag.

Feltz, D. L. & Landers, D. M. (1983). The effects of mental practice on motor skill learning and performance:A meta-analysis. *Journal of sport psychology, 5* (1), 25-57.

Fricke, B., & Köthe, T. (2009). *Wasserspringen: Einblicke in die Sporttechnik und ihre Vermittlung*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Guillot, A. & Collet, C. (2008). Construction of the motor imagery integrative model in sport: A review and theoretical investigation of motor imagery use. *International review of sport and exercise psychology, 31* (1), 31-44.

Holmes, P.S., & Collins, D.J. (2001) The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of applied sport psychology, 13* (1), 60-83.

Holmes, P.S., Collins, D.J., & Calmels, C. (2006). Electroencephalographic functional equivalence during observation of action. *Journal of sport science, 24* (6), 605-616.

Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: A unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage, 14* (1), 103-109.

Köthe, T. (2004). Möglichkeiten zur Unterstützung des Lernfortschritts durch Visualisierung biomechanischer Simulationsergebnisse im Wasserspringen. *Zeitschrift für Angewandte Sportwissenschaft, 11* (1), 66-87.

Leuchte, S., Noth, N., Brehmer, S., & Demmler, M. (2007). Interdisziplinäre Strukturanalyse und Integratives Techniktraining im Wasserspringen. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2005/06* (S. 93-100). Köln: Sportverlag Strauß.

Moran, A.P. (2004). *Sport and Exercise Psychology: A critical Introduction*. New York: Routledge.

Noth, N. (2011). *Mentale Bewegungsrepräsentation und Techniktraining – Empirische Untersuchung im Kunst- und Turmspringen sowie Geräteturnen*. Dissertation, Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Noth, N., Naundorf, F., Kaeubler, W.D., Wenzel, K., & Krug, J. (2009). Wirksamkeit eines Messplatztrainings im Synchronspringen vom 3-Meter-Brett. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2007/08* (S.139-142). Köln: Sportverlag Strauß.

Pithan, J.M., & Stoll, O. (2012). Technische Lösung zur Erweiterung des videogestützten Techniktrainings im Wasserspringen um die interne Perspektive. *Leistungssport, 42* (5), 20-24.

Rymal, A., Martini, R., & Ste-Marie, D.M. (2010). Self-Regulatory Processes Employed During Self-Modeling: A Qualitative Analysis. *Human kinetics, 24*, 1-15.

Rymal, A.M., & Ste-Marie, D.M. (2009). Does Self-Modeling Affect Imagery Ability or Vividness? *Journal of imagery research in sport and physical activity, 4* (1), 1-16.

Schnabel, G., Harre, H.D., & Krug, J. (2011). *Trainingslehre. Trainingswissenschaft* (2.Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Stoll, O., & Reimann, G. (2008). Leistungsoptimierung im Wasserspringen im speziellen Bereich unmittelbarer Wettkampfvorbereitung und Pausengestaltung bei internationalen Wettkämpfen durch den Einsatz psychologischer Trainingsverfahren. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2006/07* (S. 315-320). Köln: Sportverlag Strauß.

Watt, A. P., Morris, T. & Andersen, M. B. (2004). Issue in the development of a measure of imagery in ability in sport. *Journal of mental imagery, 28* (3-4), 149-180.

Entwicklung und Evaluation eines sportpsychologischen Rahmenkonzepts für die männliche und weibliche Jugend des Deutschen Handballbundes unter besonderer Berücksichtigung einer entwicklungspsychologischen Perspektive

(AZ 071001/13-15)

Jeannine Ohlert[1,2] (Projektleitung), Jens Kleinert[1,2] & Lothar Linz

[1]Deutsche Sporthochschule Köln, Psychologisches Institut, Abteilung Gesundheit & Sozialpsychologie
[2]Das Deutsche Forschungszentrum für Leistungssport Köln – momentum

1 Problem

In den deutschen Spitzensportverbänden sind ausführliche sportpsychologische Rahmenkonzeptionen aktuell noch eher die Ausnahme als die Regel (für positive Gegenbeispiele vgl. z. B. Engbert, Bührung & Beckmann, 2011; Stadtmann, Remmert, Holst & Ferrauti, 2011; Stoll, Achter & Jerichow, 2011). Und auch im Deutschen Handballbund (DHB) gab es vor 2013 eher punktuelle Ansätze in der sportpsychologischen Betreuung. Der Beginn einer systematischen sportpsychologischen Edukation der Nachwuchsmannschaften lag 2009 im Bereich der männlichen B-Jugend im Rahmen des BISp-Forschungsprojektes „Evaluation des Talentsichtungskonzeptes des DHB“ (AZ 070704/09-10). Im weiblichen Bereich gab es bis zum Frühjahr 2011 keinerlei sportpsychologische Betreuung, weder für den Nachwuchs noch für den C- oder A-Kader. Erst mit dem Wechsel der Trainerperson hin zu Heine Jensen als damaligem Bundestrainer Frauen wurde im Bereich der A-Nationalmannschaft Lothar Linz als Sportpsychologe in den Betreuerstab integriert. In der Rahmentrainingskonzeption des DHB ist die Sportpsychologie bislang ebenfalls nicht verankert. Neben diesen ersten Betreuungsansätzen wurde im Rahmen zweier vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft geförderten Projekte (vgl. z. B. Schorer et al., 2011; Strauß et al., 2009) untersucht, welchen Beitrag sportpsychologische Aspekte in der Talentsichtung leisten können. Jedoch lag insbesondere der Fokus des zweiten Forschungsprojekts eher auf der allgemeinen Entwicklung einer Talentdiagnostik, wobei die Sportpsychologie nur am Rande als Einflussfaktor gesehen wurde.

Der DHB initiierte aus diesem Grunde das vorliegende Projekt, um eine umfassendere und systematische mentale Betreuung im Verband in Form einer sportpsychologischen Rahmenkonzeption zu erstellen und deren Umsetzung zu realisieren. Das Rahmenkonzept sollte dabei von den bereits vorhandenen Konzepten und Ansätzen profitieren, jedoch sportartspezifisch sein, da es auf der einen Seite die Strukturen des Verbandes und auf der anderen Seite sportartspezifische Anforderungen an die Athleten bzw. Athletinnen berücksichtigen musste.

Das Projekt nutzte das Konzept der Entwicklungsaufgaben nach Havighurst (1974) als theoretische Grundlage. Diese sind definiert als Lebensherausforderungen, die innerhalb einer gewissen Lebensspanne entstehen und deren Bewältigung positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden sowie den Umgang mit nachfolgenden Aufgaben hat. Rothgang (2003) betont, dass die erfolgreiche Bewältigung einer Entwicklungsaufgabe von immenser Wichtigkeit für die Persönlichkeitsentwicklung ist, denn durch sie erlebt sich ein Mensch als erfolgreich handelnde Person, die das eigene Leben selbst gestalten kann. Wird eine Entwicklungsaufgabe nicht ausreichend bzw. nicht rechtzeitig bewäl-

tigt, so kann dies unter anderem zur Beeinträchtigung des Wohlbefindens und des Selbstwerts führen. Entwicklungsaufgaben entstehen aufgrund der persönlichen Reifung, werden aber auch von der relevanten Umwelt einer Person gestellt (Havighurst, 1974). Für jugendliche Leistungssportlerinnen und -sportler bildet das sportliche Umfeld eine entwicklungsrelevante Umwelt, daher kann erwartet werden, dass der Sport eigene Entwicklungsaufgaben an die Sportler und Sportlerinnen stellt. Nach Fend (2000) sind persönliche Ressourcen ein wichtiger Baustein bei der Bewältigung von Entwicklungsaufgaben. Eine wichtige Ressource können mentale Kompetenzen sein, die bei der Bewältigung der Entwicklungsaufgaben helfen. Der DHB hat sich zum Ziel gesetzt, hier anzusetzen und die Persönlichkeitsentwicklung der Spielerinnen und Spieler durch den Aufbau dieser mentalen Kompetenzen zu fördern.

Die Ziele des Projekts waren demnach:

- Etablierung der Sportpsychologie als fester Bestandteil der Talententwicklung innerhalb des Talentförderkonzepts, jedoch nicht zur Talentselektion.
- Aufbau dieser sportpsychologischen Talententwicklung auf einer den mentalen Anforderungen der Sportart entsprechenden Diagnostik und systematische Förderung im Sinne einer sportpsychologischen Edukation.
- Altersgerechte Gestaltung der sportpsychologischen Rahmenkonzeption, was bedeutet, dass auch die allgemeine altersgemäße Entwicklung berücksichtigt wird.
- Zusätzlich Beachtung möglicher geschlechtsspezifischer Unterschiede.
- Integration der Trainerinnen und Trainer in die sportpsychologische Betreuung, daher Aufnahme entsprechender Inhalte in der Trainerausbildung.
- Langfristig Aufnahme der sportpsychologischen Talententwicklung in den Rahmentrainingsplan des DHB.

2 Methode

Das Projekt wurde mit den Nationalspielerinnen und -spielern des DHB durchgeführt. Um Vergleichswerte zu bekommen, wurden die Erstbefragung sowie die erste Diagnostik mit allen Nationalkadern aus sämtlichen Jahrgängen (B-Jugend, A-Jugend, Juniorinnen und Junioren, A-Kader) durchgeführt (N = 142 Spielerinnen und Spieler), die Umsetzung der weiteren Projektmaßnahmen erfolgte ausschließlich mit den männlichen und weiblichen Jugendteams. Innerhalb des Projekts wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

(a) Erarbeitung relevanter Entwicklungsaufgaben und mentaler Kompetenzen: In einer Online-Studie wurden die jugendlichen DHB-Spielerinnen und -Spieler sowie deren Eltern zu aktuellen Entwicklungsaufgaben (sportbezogen und allgemein) sowie relevanten mentalen Kompetenzen befragt.

(b) Sportpsychologische Diagnostik: Für die wichtigsten mentalen Kompetenzen wurde überprüft, wie gut diese bei den DHB-Spielerinnen und -Spielern ausgeprägt sind. Dies geschah mittels einer sportpsychologischen Diagnostik in allen drei Projektjahren.

(c) Sportpsychologische Workshops: Allen vier DHB-Jugendteams wurde ein Sportpsychologe zugeordnet. Dieser führte in 2014 und 2015 zwei Workshops zu den beiden Themen durch, die in der Diagnostik des jeweiligen Teams die größten Defizite zeigten.

(d) Evaluation der Workshops: Durch Prä-Post-Befragungen sowie die jährliche Diagnostik wurden die Workshops evaluiert, um die Effektivität der Betreuung zu gewährleisten (siehe auch Ohlert, Kleinert & Linz in diesem Band).

(e) Erstellung einer sportpsychologischen Rahmenkonzeption für den DHB: Basierend auf den Erfahrungen der Workshops wurde Ende des Jahres 2015 eine sportpsychologische Verbandskonzeption für die verschiedenen

DHB-Jugendteams erstellt. Diese soll langfristig in den Rahmentrainingsplan des DHB eingearbeitet werden.

Ergebnisse

Es stellte sich heraus, dass männliche und weibliche Jugendliche des DHB ähnliche Entwicklungsaufgaben als wichtig einstufen, wobei sowohl allgemeine als auch sportbezogene Entwicklungsaufgaben mit hoher Wichtigkeit vorhanden sind (Ohlert & Kleinert, 2014a). Im Vergleich zu nicht Leistungssport treibenden Jugendlichen gaben die DHB-Spielerinnen und -Spieler eine andere Rangfolge von Wichtigkeiten an (vgl. Abb. 1). Zusammenhänge zwischen der Zufriedenheit mit dem aktuellen Stand der Entwicklungsaufgaben sowie dem Wohlbefinden der jugendlichen Athletinnen und Athleten ließen sich insbesondere für die Entwicklungsaufgaben Selbstfindung, Berufsorientierung sowie Entwicklung eines Freundeskreises finden (Ohlert & Kleinert, 2014b, 2014c, 2015a).

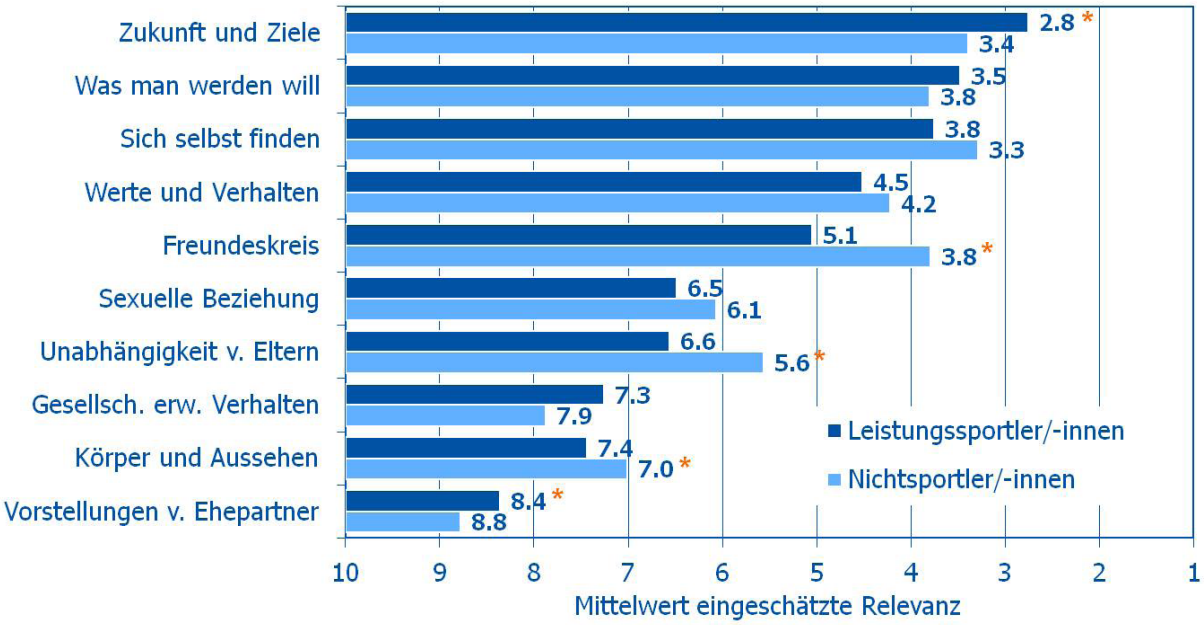


Abb. 1: Relevanz der verschiedenen Entwicklungsaufgaben aus der Sicht jugendlicher Leistungssportlerinnen und Sportlern im Vergleich mit nicht Leistungssport treibenden Personen. Abgetragen ist die subjektive Wichtigkeit der jeweiligen Entwicklungsaufgabe in Rangplätzen (niedriger Rang bedeutet hohe Relevanz); signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sind mit einem Sternchen markiert.

Während der Diagnostik wurde in allen Mannschaften Verbesserungsbedarf in wichtigen mentalen Kompetenzen festgestellt. Im Jugendbereich waren vor allem der Umgang mit Misserfolg sowie mit Nervosität vor wichtigen Ereignissen die Bereiche mit den Haupt-Defiziten (vgl. auch Ohlert & Linz, 2015). Aus den vorhandenen Kompetenzen wurden für jede Mannschaft diejenigen herausgegriffen, welche in der Diagnostik unterdurchschnittlich erschienen, aber die höchste Relevanz für die wichtigsten Entwicklungsaufgaben aufwiesen, und in Workshops umgesetzt. In der Evaluation der Workshops ergaben sich nur wenige spezifische Effekte für einzelne Teams (u.a. eine Verbesserung der Handlungsregulation für die Mannschaft der Juniorinnen), jedoch eine allgemein sehr hohe Zufriedenheit mit den sportpsychologischen Angeboten und ein subjektives Gefühl, sinnvolle Skills erlernt zu haben (Ohlert & Kleinert, 2015b). Das Angebot der sportpsychologischen Betreuung wurde somit von den Spielerinnen und Spielern insgesamt sehr positiv bewertet. Verbesserungsvorschläge ergaben sich vor allem in Hinsicht darauf, dass noch mehr und individuellere Betreuung gewünscht wurde. Auch die beteiligten Bundestrainer bewerteten die Betreuungsmaßnahmen insgesamt als sehr positiv.

Im letzten Projektschritt wurden die erarbeiteten Ergebnisse systematisiert und in eine sportpsychologische Verbandskonzeption umgesetzt (Linz & Ohlert, 2016). In dieser Konzeption wurden Ziele und Struktur der Sportpsychologie im DHB genannt sowie Umfang und Inhalte der

sportpsychologischen Betreuung sowie Diagnostik für die kommenden vier Jahre festgeschrieben. Weiterhin wurde die Integration der Inhalte in die Trainerausbildung konkretisiert.

3 Diskussion

Die wissenschaftlichen Projektergebnisse zeigen, dass sich die jungen Leistungssportlerinnen und –sportler in der Relevanz einzelner Entwicklungsaufgaben von anderen Jugendlichen unterscheiden, offensichtlich auch weil das Sportsystem ihnen zusätzliche Entwicklungsaufgaben stellt. Parallel finden sich auch Zusammenhänge mit dem Wohlbefinden, so dass auch die Bewältigung von Entwicklungsaufgaben außerhalb des Sports offensichtlich wichtig für junge Spielerinnen und Spieler ist. Längsschnittstudien müssen daher zeigen, inwiefern sich ungelöste Entwicklungsaufgaben tatsächlich negativ in späteren Lebensphasen auswirken können.

Die sportpsychologischen Workshops zeigen zwar nur wenige spezifische Verbesserungen von objektiven Skills, jedoch eine subjektive Zunahme von Kompetenzen, und können somit als Hilfsmittel für den Ressourcenaufbau bezeichnet werden. Dass sich eine spezifischer Verbesserung nicht nachweisen ließ, kann auch damit zusammen hängen, dass die jungen Spielerinnen und Spieler erstmalig mit sportpsychologischen Themen konfrontiert wurden und hierdurch auch in anderen Bereichen als den speziell bearbeiteten Denkanstöße bekamen, so dass sich Veränderungen auch für die Gruppen von Spielerinnen und Spielern ergab, die nicht mit der speziellen Thematik konfrontiert wurden. Auch hier müssen weitere Studien zeigen, in welcher Weise sportpsychologische Angebote ungünstige Entwicklungslagen kompensieren können.

Für die Praxis ergeben sich aus dem Projekt Erkenntnisse auf verschiedenen Ebenen: Zunächst konnte gezeigt werden, dass jugendliche Athletinnen und Athleten sich durchaus auch mit Entwicklungsaufgaben außerhalb des Sports auseinandersetzen wollen und müssen, denn unbearbeitete Entwicklungsaufgaben führen zu reduziertem Wohlbefinden. Sportverbände sollten daher auch im Sinne einer nachhaltigen Persönlichkeitsentwicklung nicht vernachlässigen, dass Athletinnen und Athleten auch hin und wieder Zeit für andere Dinge außer Sport und Schule/Ausbildung benötigen, um ihre Entwicklungsaufgaben „erledigen“ zu können. Weiterhin lieferte das Projekt die Erkenntnis, dass eine sportpsychologische Diagnostik und Betreuung mit vergleichsweise wenig Aufwand schon im Jugendbereich in bestehende Lehrgänge eingebunden werden kann (Ohlert & Kleinert, 2015b) und trotzdem positive Effekte bei Sportlerinnen und Sportlern generiert werden. Und zuletzt hilft die Erstellung einer sportpsychologischen Verbandskonzeption allen beteiligten Personen bei der Systematisierung der sportpsychologischen Maßnahmen in einem Verband sowie der Schaffung effizienter Strukturen für die Sportpsychologie (Linz & Ohlert, 2016). Hierbei kann die neu geschaffene Verbandskonzeption des DHB als Grundlage für Konzeptionen anderer Verbände dienen.

4 Literatur

Engbert, K., Bührung, N. & Beckmann, J. (2011). Sportpsychologische Betreuung der Ski-Alpin Herren Nationalmannschaft des Deutschen Skiverbandes (DSV). In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/2011* (S. 249-252). Köln: Sportverlag Strauß.

Fend, H. (2000). *Entwicklungspsychologie des Jugendalters: Ein Lehrbuch für pädagogische und psychologische Berufe*. Opladen: Leske + Budrich.

Havighurst, R.J. (1974). *Developmental tasks and education* (3rd ed.). New York: McKay.

Linz, L. & Ohlert, J. (2016). *Sportpsychologische Verbandskonzeption des Deutschen Handballbundes 2016-2020*. Köln: Sportverlag Strauß.

Ohlert, J. & Kleinert, J. (2014a). Entwicklungsaufgaben jugendlicher Elite-Handballerinnen und -Handballer. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 21* (4), 161-172.

Ohlert, J. & Kleinert, J. (2014b). Entwicklungsaufgaben jugendlicher Elite-Handballer im Vergleich mit nicht Leistungssport treibenden Schülern. In O. Güntürkün (Hrsg.), *49. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie* (S. 373-374). Lengerich: Pabst.

Ohlert, J. & Kleinert, J. (2014c). Sportpsychologische Diagnostik und Betreuung der Jugend-Nationalteams im Deutschen Handballbund. In R. Frank, I. Nixdorf, F. Ehrlenspiel, A. Geipel, A. Mornell & J. Beckmann (Hrsg.), *Performing under pressure* (S. 190). Hamburg: Feldhaus.

Ohlert, J. & Kleinert, J. (2015a). Developmental tasks and wellbeing in elite athletes compared to non-athletes. In O. Schmid & R. Seiler (Hrsg.), *Proceedings 14th European Congress of Sport Psychology. Theories and applications for performance, health and humanity* (S. 409-410). Bern: University of Bern.

Ohlert, J. & Kleinert, J. (2015b). Sportpsychologische Diagnostik und Intervention für den Deutschen Handballbund im Rahmen einer entwicklungsorientierten Perspektive. In T. Könecke, H. Preuß & W.I. Schöllhorn (Hrsg.), *Moving Minds – Crossing Boundaries in Sport Science. 22. dvs-Hochschultag* (S. 365). Hamburg: Feldhaus Verlag, Edition Czwalina.

Ohlert, J. & Linz, L. (2015). Lernen, dem Druck standzuhalten. *Handballtraining, 37* (9/10), 20-23.

Rothgang, G.W. (2003). *Entwicklungspsychologie*. Stuttgart: Kohlhammer.

Schorer, J., Rienhoff, R., Fischer, L. & Strauß, B. (2011). Evaluation des Talentsichtungskonzepts des Deutschen Handball-Bundes. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/2011* (S. 155-160). Köln: Sportverlag Strauß.

Stadtmann, T., Remmert, H., Holst, T. & Ferrauti, A. (2011). Optimierung der Nachwuchsförderung im Deutschen Basketball-Bund. *Leistungssport, 41* (3), 31-37.

Stoll, O., Achter, M. & Jerichow, M. (2011). *Vom Anforderungsprofil zur Intervention. Eine Expertise zu einem langfristigen sportpsychologischen Beratungs- und Betreuungskonzept für den Deutschen Schwimm-Verband e.V. (DSV).* Köln: Sport und Buch Strauß.

Strauß, B., Schorer, J., Fischer, L. & Büsch, D. (2009). Fortführung von ergänzenden Sichtungstests im Handball – Leistungsmotivation und Antizipation als Prädiktoren. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2008/2009* (S. 193-196). Köln:Sportverlag Strauß.

Sportpsychologie im Kanu-Slalom: Fertigkeitstraining, Trainercoaching und Betreuung der Nachwuchs-Nationalmannschaft

(AZ 071613/13-14 und 071608/15)

Thomas Ritthaler (Projektleitung) & Jürgen Beckmann

Technische Universität München, Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft, Lehrstuhl für Sportpsychologie

1 Projekthintergrund

Die deutsche Kanu-Slalom Nationalmannschaft wird seit 2010 sportpsychologisch mit Trainings- und Wettkampfbetreuungen unterstützt. Diese Maßnahmen wurden initial durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp) gefördert und nach dem erfolgreichen Beginn durch den Deutschen Kanu-Verband e. V. bzw. dem Deutschen Olympischen Sportbund (DOSB) weitergeführt. Seitens der Sportler und Trainer wurde die sportpsychologische Betreuung im Kanuslalom von Beginn an sehr positiv bewertet und ist aktuell gut etabliert. Mit einer Perspektive auf die Olympischen Spiele in Rio 2016 und darüber hinaus wurde auf dieser Basis beschlossen, die sportpsychologische Betreuung auf die Nachwuchs-Nationalmannschaften auszudehnen. Im Junioren und U23 Bereich sollen damit Sportler des Anschlussbereichs die Möglichkeit erhalten, sportpsychologisches Know-how und Mentale Stärke zu entwickeln. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden in zwei durch das BISp geförderten Projekten insgesamt 3 unterschiedliche, sich gegenseitig ergänzende Teilprojekte definiert:

- Sportpsychologisches Fertigkeitstraining
- Trainings- und Wettkampfbetreuung
- Trainercoaching

Im Folgenden sollen die drei Schwerpunkte jeweils kurz vorgestellt und wesentliche Ergebnisse exemplarisch dargestellt werden. Dabei wird v. a. der Transferaspekt betont bzw. der Praxisbezug und die Erfahrungen in der Umsetzung erläutert.

1.1 Sportpsychologisches Fertigkeitstraining

Integriert in das Wintertraining und die Leistungsdiagnostik am Bundesstützpunkt Augsburg wurden ab 2012 erste Maßnahmen zur sportpsychologischen Arbeit im Anschlussbereich durchgeführt. Diese erfolgten zunächst in Workshops zu sportpsychologischen Fertigkeiten wie z. B. Konzentration, Startvorbereitung oder Visualisierung. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Vermittlung von konkreten Werkzeugen und Techniken sowie der selbständigen Anwendung des Gelernten. Darüber hinaus konnten sportpsychologische Inhalte gemeinsam mit den Trainern vertieft werden: z. B. die Ergänzung des Videocoachings mit Elementen des Vorstellungstrainings.

Aufbauend auf diesem Kennenlernen und der Vermittlung sportpsychologischer Basisfertigkeiten erfolgte lehrgangsbegleitend eine individuelle Diagnostik psychologischer Leistungsvoraussetzungen inklusive einer Rückmeldung sowie Trainingsempfehlungen für Sportler und Trainer. Hier zeigte sich ein sehr heterogenes Bild, was eine didaktische und inhaltliche Anpassung der darauf aufbauenden Vermittlung sportpsychologischen Know-hows sinnvoll erscheinen ließ. Statt ausschließlich mit Workshops in der Gruppe zu arbeiten, wurde eine stärkere Individualisierung der Inhalte vorgenommen.

Insgesamt zeigte sich im Nachwuchskader, dass vor allem der Bereich der (überzogenen)

Erwartungen oft in Kombination mit einer eher geringen Selbstwirksamkeitsüberzeugung thematisiert werden musste. Dies bezog sich auf sehr hohe Erwartungen an die eigene Leistung bei gleichzeitig starker Einengung auf Ergebnisziele. Die Sportler und Sportlerinnen taten sich schwer mit der für ihren Altersbereich adäquaten Entwicklungsperspektive und dem Setzen von Handlungszielen. Die eigene Leistung wurde oft eindimensional und nur sehr undifferenziert bewertet. In Einzelgesprächen und gruppenbasierten Maßnahmen wurde daher der Umgang mit eigenen und fremden Erwartungen thematisch als Schwerpunkt fixiert. Die jungen Sportlerinnen und Sportler konnten dabei lernen (1) sich selbst realistisch einzuschätzen, (2) Ziele sinnvoll zu setzen, (3) eigene und fremde Erwartungen besser zu trennen und (4) sich auch bei hohen Erwartungen auf die konkrete Aufgabe zu konzentrieren. In der praktischen Umsetzung des Themas im Training wurden v. a. Trainingsformen wie Prognose- und Nichtwiederholbarkeitstrainings durchgeführt, die in zentrale Trainingslager der Nationalmannschaften integriert und hinsichtlich der Konsequenzen entsprechend „wirksam“ platziert wurden.

Je näher die Arbeit in die Saison und an die entscheidenden Rennen rückte, desto mehr Zuspruch und Akzeptanz erlebten die sportpsychologischen Betreuungsmaßnahmen. Die jungen Aktiven hatten so die Relevanz des Themas klar vor Augen und konnten das Gelernte unmittelbar anwenden. Die stärkere Individualisierung sowie die intensivierte Integration des betreuenden Sportpsychologen in den Lehrgangs- und Wettkampfprozess (s. folgender Abschnitt) führten insgesamt zu einer verbesserten Verankerung und somit Nachhaltigkeit der vermittelten sportpsychologischen Fertigkeiten.

1.2 Trainings- und Wettkampfbetreuung

Im Verlauf des Projekts erwies sich somit eine Verschiebung des Schwerpunkts von einem rein fertigkeitsbasierten Workshop-Ansatz zu einer individuelleren Arbeit einerseits und einer verstärkten Koppelung von Fertigkeitstraining und Trainings-/Wettkampfbetreuung andererseits als sinnvoll. Durch den direkten Bezug zum sportartspezifischen Training konnte die Relevanz sportpsychologsicher Themen (z. B. Aktivierungsregulation, Emotionskontrolle, Startvorbereitung) den Nachwuchsathleten und -athletinnen verständlich gemacht werden, was auch die Motivation zur Verhaltensänderung deutlich erhöhte. Neue Fertigkeiten wurden so nicht nur abstrakt gelernt, sondern auch auf die individuellen Bedürfnisse angepasst und angewendet.

Im Verlauf des Projekts wurde der Ansatz des mentalen Fertigkeitstrainings verstärkt mit einer Trainings- und Wettkampfbetreuung verbunden. Dies erfolgte auf zentralen Maßnahmen und in punktuellen, dezentralen Einsätzen des Sportpsychologen am Bundesstützpunkt in Augsburg.

Auf ausgewählten zentralen Trainings- und Wettkampfmaßnahmen der Nationalmannschaft (u. a. Trainingslager Bratislava, Krakau sowie internationale Rennen in Meran, Solkan) wurde durch die Anwesenheit des betreuenden Sportpsychologen die Präsenz des Themas gewährleistet und eine niedrigschwellige Kontaktmöglichkeit geschaffen. Diese Angebote wurden gut genutzt, es bestand zu ca. 1/3 des Teams kontinuierlicher und zu einem weiteren 1/3 des Teams sporadischer Kontakt. Dies entspricht in etwa den Erfahrungen, die mit Athleten des Spitzenbereiches und auch bei anderen vergleichbaren Betreuungsprojekten (z. B. Ski Alpin) gemacht wurden. Dabei zeigte sich, dass zum einen Fragen zur kurzfristigen mentalen Vorbereitung der unmittelbar anstehenden Rennen sowie sportnahe persönliche Fragestellungen verstärkt auftraten. Wünschenswert für die Zukunft wäre, dass gerade der erste Themenkomplex durch kontinuierliches sportpsychologisches Fertigkeitstraining über das Trainingsjahr hinweg – wie es auch ausdrückliches Ziel aller sportpsychologischen Projekte sein muss – auf Dauer reduziert werden können.

Bei den dezentralen Einsätzen des Sportpsychologen am Bundesstützpunkt in Augsburg bestand trainingsbegleitend die Möglichkeit zu individueller Betreuung in Form von Einzelgesprächen. Diese wurden von den Aktiven sehr intensiv genutzt, es bestand hier zu mindestens der Hälfte des Teams kontinuierlicher Kontakt, was erfahrungsgemäß als sehr hoch

eingeschätzt werden kann. Darüber hinaus nutzten die Trainer des Bundesstützpunktes die Möglichkeit zur Trainersupervision intensiv (s. folgender Abschnitt). Der gewählte organisatorische Rahmen für die sportpsychologische Betreuung am Stützpunkt (zahlreiche Termine im regelmäßigen Abstand) erwies sich dabei als sehr hilfreich. Individuell erarbeitete Ziele (der Sportler und Trainer) konnten so kontinuierlich mit dem sportlichen Training verbunden und durch regelmäßige Trainingsbeobachtung zeitnah evaluiert werden.

1.3 Trainercoaching

Wie bereits in den vergangenen Jahren bestand ein Schwerpunkt im trainings- und wettkampfbegleitenden Coaching der Bundestrainer. Neben Themen wie Kommunikation, Führung der Disziplingruppe und persönlichen Problemstellungen stand immer wieder der Umgang mit einzelnen Sportlern bzw. Sportlerinnen und Situationen im Vordergrund. Hier erwies sich die Integration der sportpsychologischen Trainerarbeit in die Lehrgänge und Wettkämpfe als besonders gewinnbringend, da viele Fragen direkt geklärt und entstehende Situationen spontan nachbesprochen und genutzt werden konnten. Auch im U 23 und Juniorenbereich wurde die Möglichkeit einer individuellen und ins Training integrierten spontanen Beratung gut angenommen und sehr positiv bewertet, was insbesondere auch für die engmaschigen Angebote am Bundesstützpunkt Augsburg galt. Wichtige thematische Schwerpunkte dabei waren der Umgang mit Emotionen im Wettkampf sowie die interne Abstimmung und Organisationsentwicklung des Nachwuchsbereiches.

Über den Bereich der Spitzentrainer hinaus wurde die Integration der Sportpsychologie in die breite Aus- und Fortbildung der Trainer weiter vorangetrieben. Nach dem Vorbild anderer Sportarten und Verbände und basierend auf anderen BISp Projekten (z. B. Entwicklung einer sportpsychologischen Rahmenkonzeption im Ski-Alpin) wurden dabei Themen sportartspezifisch erarbeitet und in Trainerfortbildung unterschiedlicher Qualifikationsstufen umgesetzt.

Insgesamt ist für die Dauer der Projektlaufzeit ein positives Fazit unter den Betreuungsschwerpunkt Trainercoaching und Trainerausbildung zu ziehen. Die Möglichkeiten zu individuellem Coaching und einer „sportpsychologischen Meinung“ wurden in allen Teilmannschaften positiv evaluiert und gut genutzt. In Zukunft soll dieser Bereich daher verstärkt weiterentwickelt werden und schwerpunktmäßig die Bereiche individuelles Coaching und Team- bzw. Organisationsentwicklung im Nachwuchsbereich umfassen. Ebenfalls weitergeführt werden soll die systematische Integration sportpsychologischer Inhalte in die C, B und A Trainerausbildung und die zusätzliche Realisierung punktueller Fortbildungsangebote.

2 Fazit

Insgesamt konnten im beschriebenen Projektzeitraum in der sportpsychologischen Betreuung der Kanuslalom Nachwuchs-Nationalmannschaften verschiedene innovative Arbeitsschwerpunkte gut umgesetzt werden. Ausgehend von einer grundlegenden Schulung und Entwicklung sportpsychologischer Fertigkeiten war es im Verlauf des Projekts entscheidend, die Sportler und Sportlerinnen beim Transfer und der individuellen Anwendung des Gelernten zu unterstützen. Besonders wirksam erwies sich dabei die Integration sportpsychologischer Betreuungsinhalte in den Trainings- und Wettkampfbetrieb. Damit konnte das praktische Erleben gefördert und das Verständnis für die Relevanz des für die Aktiven neuen Betreuungsgegenstands Sportpsychologie erreicht werden.

Zusammen mit der verstärkten Thematisierung der Sportpsychologie in Traineraus- und Fortbildungen unterschiedlicher Stufen (Übungsleiter, C-, B- und A-Trainer) und durch die enge Verzahnung von Theorie und Praxis konnten so für den Kanuslalom spezifische Fragestellungen berücksichtigt und ein großer Schritt hin zu einem wissenschaftlich fundierten Betreuungskonzept im Kanu-Slalom gegangen werden.

Die BISp-Förderung der letzten Jahre hat es ermöglicht, ein Bewusstsein für die Leistungsressource „Sportpsychologie“ im Verband zu etablieren. Als Ausblick auf den neuen Olympiazyklus 2016/2020 müssen nun die dargestellten Ansätze fortgeführt und ausgebaut werden. Der nächste wichtige Schritt hierfür ist, die Entwicklung und Umsetzung einer sportpsy-

chologischen Rahmenkonzeption, die in enger Abstimmung mit der Rahmenkonzeption im Deutschen Skiverband (Fördernummer: IIA1-081001/11-14) erfolgen sollte. Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Entwicklung im „Trainingsbereich" Sportpsychologie zukünftig weg von der alleinigen „Bringschuld" des sportpsychologischen Angebotes des betreuenden Sportpsychologen, hin zu mehr Eigeninitiative von Aktiven und Trainern führen muss, um diese Leistungsressource noch geplanter und nachhaltiger nutzen zu können.

3 Literatur

Beckmann, J. & Wenhold, F. (2009). *Handlungsorientierung im Sport (HOSP). Manual*. Köln: Sportverlag Strauß.

Elbe, A.-M., Wenhold, F. & Beckmann, J. (2008). *SOQ: Fragebogen zur Erfassung der Leistungsorientierung im Sport*. Abgerufen aus dem World Wide Web am 13.10.2014 unter www.bisp.de

Kellmann, M. & Kallus, K.W. (2000). *Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen für Sportler; Manual*. Frankfurt: Sweets Test Services.

Wenhold, F., Elbe, A.-M. & Beckmann, J. (2008). *VKS: Fragebogen zur Erfassung Volitionaler Komponenten im Sport*. Abgerufen aus dem World Wide Web am 13.10.2014 unter www.bisp.de

Mentales Training für die Jugend-Nationalmannschaft im Wasserspringen – Bewegungsvorstellung und Wettkampfverhalten

(AZ 071605/14)

Oliver Stoll (Projektleitung) & Ina Blazek

Universität Halle-Wittenberg, Institut für Medien, Kommunikation und Sport,
Department Sportwissenschaft, Arbeitsbereich Sportpsychologie & Sportpädagogik

1 Projektverlauf

Durch die finanzielle Förderung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft konnten im Projektverlauf 2014 die geplanten Maßnahmen und sportpsychologischen Interventionen für die Kadersportler und Kadersportlerinnen der Jugendnationalmannschaft im Wasserspringen des Deutschen Schwimmverbandes (DSV), wie im Projektantrag beschrieben, durchgeführt werden.

2 Umsetzung

Die Leistungsoptimierung der Athleten bzw. Athletinnen stand weiterhin im Fokus der Betreuungsarbeit. Dafür waren zum einen das Bewegungsvorstellungstraining nach dem PETTLEP-Ansatz von Holmes und Collins (2001) und die Vermittlung von Verfahren, um das Wettkampfverhalten zu schulen, zentrale Arbeitsschwerpunkte, die es den Aktiven ermöglichen, ihre Aktivierung willentlich zu beeinflussen (sportpsychologisches Grundlagentraining). Diese Verfahren orientieren sich am Leitfaden von Engbert (2011), der mit dem ausführlichen Konzept für Mentales Training im Nachwuchsleistungssport die Basis für die Stärkung der mentalen Fähigkeiten liefert. Die Sportpsychologin Ina Blazek vermittelte den Kadersportlern und Kadersportlerinnen Anwendungswissen aus folgenden Bausteinen:

- Entspannung und Aktivierung
- Konzentration und Routinen
- Selbstbewusstsein/ Umgang mit Angst.

Diese Strategien dienen zur Verbesserung der Konzentration, zur Schaffung von Routinen und der Erhöhung der Selbstwirksamkeit. Um im Sinne einer Qualitätssicherung mögliche Zusammenhänge zwischen den mentalen Fähigkeiten und der sportlichen Leistung abbilden zu können, wurde im Projektverlauf eine Studie durchgeführt.

Der von Stoll & Blazek (2010) adaptierte „Psychologische Leistungstest (PLT)“ von Loehr (2001) wurde in den vergangenen 5 Jahren systematisch im Jugendbereich eingesetzt und konnte dadurch hinreichende Daten zur statistischen Analyse liefern.

In dieser Studie wurde untersucht, ob nach der Umstrukturierung des Tests und der hochfrequenten Implementierung in das Trainings- und Wettkampfgeschehen erreicht werden konnte, dass der PLT sich auch im Kinder- und Jugendbereich als ein sinnvolles Messinstrument für die Erfassung von psychologischen Fähigkeiten in Bezug auf die Leistung im Wasserspringen und somit als sportpsychologisches Interventionsinstrument eignet.

3 Forschungsfragestellung im Rahmen des Projekts

Im Rahmen der sportpsychologischen Betreuung wurden die Ergebnisse der Tests seit dem Jahre 2010 durch die betreuende Sportpsychologin und die Trainer in das individuelle Training der Athleten und Athletinnen eingebaut. Eine besondere Herausforderung hierbei ist die entwicklungspsychologische Stufe, in der sich die Sportler und Sportlerinnen in diesen Kaderstufen befinden. Folgt man Eriksons Modell der Entwicklungsstufen (1959), so ist gerade in dieser Phase eine große Verwirrung der jungen Menschen dadurch geprägt, dass die Kernfrage „Wer bin ich?“ ihr Tun und Denken bestimmt. Es gilt, die bisher gesammelten Erfahrungen, die aus dem Bewältigen der vorherigen Krisen bestehen, zu einer Ich-Identität zusammenzufügen. Diese Identitätsbildung gelingt besser, wenn man möglichst viele positive Erfahrungen gesammelt hat und dadurch ein gesundes Selbstvertrauen besitzt. Falls dies nicht der Fall ist, kommt es zu einer sogenannten Identitätsdiffusion (Stangl, 2011). Das Ergebnis der Intervention wird also auch von den Vorerfahrungen der Probandengruppe sowie durch ihre soziale Situation außerhalb des Sports beeinflusst und muss gedanklich in den Veränderungsprozess einfließen. Im Rahmen des Forschungsprojekts soll nun geklärt werden, ob sich im Laufe der Beratungszeit einerseits eine Veränderung der Leistung und andererseits eine Veränderung der Scores im PLT zeigen. Weiterhin soll untersucht werden, ob sich aus den erreichten Scorewerten des PLT Rückschlüsse auf die Leistung ziehen lassen. Entsprechend ergeben sich folgende Forschungshypothesen:

- Die Leistung und die Scores im PLT steigen über einen Beratungszeitraum von fünf Jahren statistisch relevant an.
- Aus den Scorewerten im PLT können Rückschlüsse auf die Leistung gezogen werden.

4 Stichprobe und Methode

An der Erhebung beteiligten sich 99 Personen in den letzten 5 Jahren. Das Alter der Versuchspersonen reichte von 12 bis 18 Jahren (M = 14.88; SD = 1.33). Die Geschlechter waren ungleich verteilt: Es nahmen 55,44 % Mädchen (N = 56) und 43,56 % Jungen (N = 43) an der Untersuchung teil. Alle Athleten und Athletinnen sind C- und D-Nationalkader im Wasserspringen. Die Zusammensetzung des C- und D-Kaders ist aufgrund der Kadernormen von Messzeitpunkt zu Messzeitpunkt nicht identisch. Eine Bereinigung der Probandenzahl musste vorgenommen werden, da es Einzelne gab, die an der Befragung teilgenommen hatten, zum anschließenden Wettkampf allerdings nicht angetreten sind. Daher reduzierte sich die Probandenzahl zunächst auf N = 87 mit einer Altersspanne von 12 bis 18 Jahren (M = 14.89; SD = 1.30). Es zeigte sich, dass die durchschnittliche Sprungbewertung einen Range von 30-54 Punkten umschloss. Um Ausreißer aus der Berechnung zu filtern, wurden dann lediglich diejenigen weiter mit in die Berechnung einbezogen, die innerhalb von zwei Standardabweichungen im durchschnittlichen Sprungergebnis (M = 42.34; SD = 6.39) lagen. Die endgültige Probandenzahl belief sich dann auf N = 81 im Alter von 12 bis 18 Jahren (M = 14.81; SD = 1.26). Wie in Tab. 1 ersichtlich, ließen sich diese folgendermaßen auf die Messzeitpunkte aufteilen.

Tab. 1: Stichprobenverteilung

Messzeitpunkt	Probandenzahl	PZ nach Geschlechtern	⌀-Alter	PZ nach Kaderstatus
1	N = 15	♀ = 10 ♂ = 5	14.80	C = 13 D = 2
2	N = 11	♀ = 5 ♂ = 6	14.45	C = 9 D = 2
3	N = 22	♀ = 15 ♂ = 7	14.59	C = 17 D = 5
4	N = 14	♀ = 8 ♂ = 6	14.86	C = 11 D = 3
5	N = 19	♀ = 8 ♂ = 11	15.26	C = 18 D = 1

Eine Belohnung für die Teilnahme an der Untersuchung gab es nicht.

5 Untersuchungsablauf

Der PLT wurden zu folgenden fünf Vorbereitungslehrgängen ausgeteilt:

- November 2011
- Februar 2012
- November 2012
- November 2013
- Februar 2014.

Die Sprung-Leistungsdaten resultieren aus den Wettkämpfen, die anschließend stattfanden:

- 15. Dezember bis 18. Dezember 2011 in Rostock
- 16. Februar bis 19. Februar 2012 in Leipzig
- 29. November bis 02. Dezember 2012 in Berlin
- 07. Februar bis 09. Februar 2014 in Berlin
- 14. Mai bis 18. Mai 2014 in Dresden.

Die Teilnehmenden wurden in Einzel- und Gruppensituationen rekrutiert. Die Probandengruppe wurde gebeten, die Fragebögen zu Beginn der Lehrgänge auszufüllen und spontan zu antworten. Der PLT wurde anschließend von der Untersuchungsleiterin und ihrem Team ausgewertet und die Ergebnisse mit den Athleten und Athletinnen sowie dem Trainerteam kommuniziert, wobei gegebenenfalls Veränderungen für das individuelle Training auf sportlicher oder auch sportpsychologischer Seite vorgenommen wurden. In der Untersuchung wird ein Gruppenvergleich über die fünf Messzeitpunkte angestellt. Hierbei sind einerseits die Score-Werte der einzelnen Dimensionen/Gruppe und andererseits die durchschnittliche Bewertungszahl pro Sprung/Gruppe Grundlage für die Berechnung. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass es keine einheitliche Sprungzahl pro Person gibt, so dass das Wettkampfergebnis alleine keine Berechnungsgrundlage darstellen kann, sondern eine Reduzierung auf den durchschnittlichen Sprung geboten ist.

6 Ergebnisse (Deskriptiv)

Da die Probandenzahl $N \geq 30$ ist, kann man hier von einer Normalverteilung ausgehen (Field, 2012, S. 171-172). Die Stichprobe zeigte eine durchschnittliche Sprungbewertung von M = 42.55 (SD = 4.47). Im Verlauf der fünf Messzeitpunkte der C- und D-Kader-Athleten und -athletinnen (im Folgenden Messzeitpunkt genannt) zeigten sich die in Tabelle zwei bezeichneten Sprungergebnisse im Durchschnitt.

Wie aus Tab. 2 zu ersehen ist, differieren die Mittelwerte der durchschnittlichen Bewertungspunkte um maximal 5.14 Punkte (Messzeitpunkt 2 und Messzeitpunkt 5).

In Tab. 3 werden die einzelnen Dimensionen des PLT mit den entsprechenden Mittelwerten und Standardabweichungen über die fünf Messzeitpunkte dargestellt.

Tab. 2: Sprungbewertung

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/ Maximal	Standard-abweichung	N
1	43.14	34.86/ 51.89	5.31	15
2	39.29	35.06/ 45.67	3.27	11
3	42.87	34.17/ 50.64	4.91	22
4	41.34	35.46/ 46.22	2.73	14
5	44.43	38.14/ 55.66	3.95	19

Tab. 3: Dimension Selbstvertrauen

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/ Maximal	Standardabweichung
1	3.28	3/ 4	.38
2	3.20	2/ 4	.64
3	2.98	2/ 4	.64
4	3.02	2/ 5	.77
5	3.28	2/ 5	.62

Tab. 4: Dimension negative Selbstgespräche

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/ Maximal	Standardabweichung
1	2.96	1/ 4	.73
2	3.20	2/ 4	.61
3	3.15	2/ 4	.60
4	3.07	2/ 4	.54
5	3.06	2/ 4	.55

Tab. 5: Dimension Aufmerksamkeitssteuerung

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/Maximal	Standardabweichung
1	3.29	3/ 4	.40
2	2.95	2/ 3	.49
3	3.03	2/ 4	.55
4	2.90	1/ 4	.56
5	3.42	3/ 5	.60

Tab. 6: Dimension Visualisierung und Vorstellung

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/Maximal	Standardabweichung
1	3.33	3/ 4	.38
2	3.27	3/ 4	.45
3	3.00	2/ 4	.52
4	3.39	3/ 4	.45
5	3.56	2/ 5	.70

Tab. 7: Dimension Leistungsmotivation

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/Maximal	Standardabweichung
1	3.17	2/ 4	.45
2	3.02	2/ 4	.46
3	3.40	3/ 4	.40
4	2.70	2/ 4	.62
5	3.38	2/ 5	.86

Tab. 8: Dimension Einstellungskontrolle

Messzeitpunkt	Mittelwert	Minimal/ Maximal	Standardabweichung
1	3.47	2/ 4	.49
2	3.20	2/ 4	.48
3	3.55	3/ 5	.56
4	3.37	3/ 5	.69
5	3.45	2/ 5	.68

In Tab. 4 ist zu erkennen, dass die Standardabweichung im Verlauf der fünf Messzeitpunkte größer geworden ist. Im Detail vergrößerte sich die Standardabweichung von Messzeitpunkt 1 zu Messzeitpunkt 5 um .24.

Die Dimension „negative Selbstgespräche" ist in der Bewertung der Testpersonen über den gesamten Messzeitraum nahezu gleich geblieben. Es zeigt sich zwischen dem ersten Messzeitpunkt und dem letzten Messzeitpunkt nur eine minimale wahrgenommene Verbesserung dieser Kompetenz von .01. Allerdings ist die Standardabweichung in allen Fällen im Vergleich zum Mittelwert recht hoch.

Die Standardabweichung in der Dimension „Aufmerksamkeitssteuerung" (Tab. 5) differiert in der Gesamtheit um maximal .20.

Die Visualisierung und die Vorstellungssteuerung (Tab. 6) verbleiben über alle Messzeitpunkte im mittleren Bereich und schwingen im Mittel lediglich um die Scorewerte zwischen 3 und 4.

Bei der Leistungsmotivation (Tab. 7) gibt es nach dem dritten Messzeitpunkt einen Anstieg der Standardabweichung von insgesamt mehr als 100% bis zum Messzeitpunkt 5.

In der letzten Dimension (Tab. 8) zeigt sich über die Messzeitpunkte nahezu kein Unterschied auf deskriptiver Ebene.

Durch eine multivariate Varianzanalyse konnte gezeigt werden, dass drei Dimensionen des PLT über den Zeitverlauf kein signifikantes Ergebnis lieferten und somit bereits hier aus der weiteren Berechnung eliminiert werden konnten. Es handelt sich um die Dimensionen Selbstvertrauen (M = .38; F = .97; p = .43), die negativen Selbstgespräche (M = .12; F = .32; p = .86) und die Einstellungskontrolle (M = .24; F = .67; p = .67). Die übrigen drei Dimensionen zeigten signifikante Ergebnisse: Aufmerksamkeitssteuerung (M = .84; F = 2.95; p = .03*), Visualisierung und Vorstellungssteuerung (M = .84; F = 3.02; p = .02*) und die Leistungsmotivation (M = 1.33; F = 3.83; p = .01**).

Im weiteren Verlauf wurde dann eine univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Es zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt „Zeit" in Bezug auf die durchschnittlichen Bewertungspunkte (p = .01**) mit einem großen Effekt (η^2_p = 0.23). Durch den Post-hoc-Vergleich konnte gezeigt werden, dass die Leistung kontinuierlich über die fünf Messzeitpunkte in der durchschnittlichen Bewertung gestiegen ist: M_1 = 37.92; M_2 = 40.66, M_3 = 42.84; M_4 = 42.24; M_5 = 45.01 (siehe hier auch die folgende Abbildung).

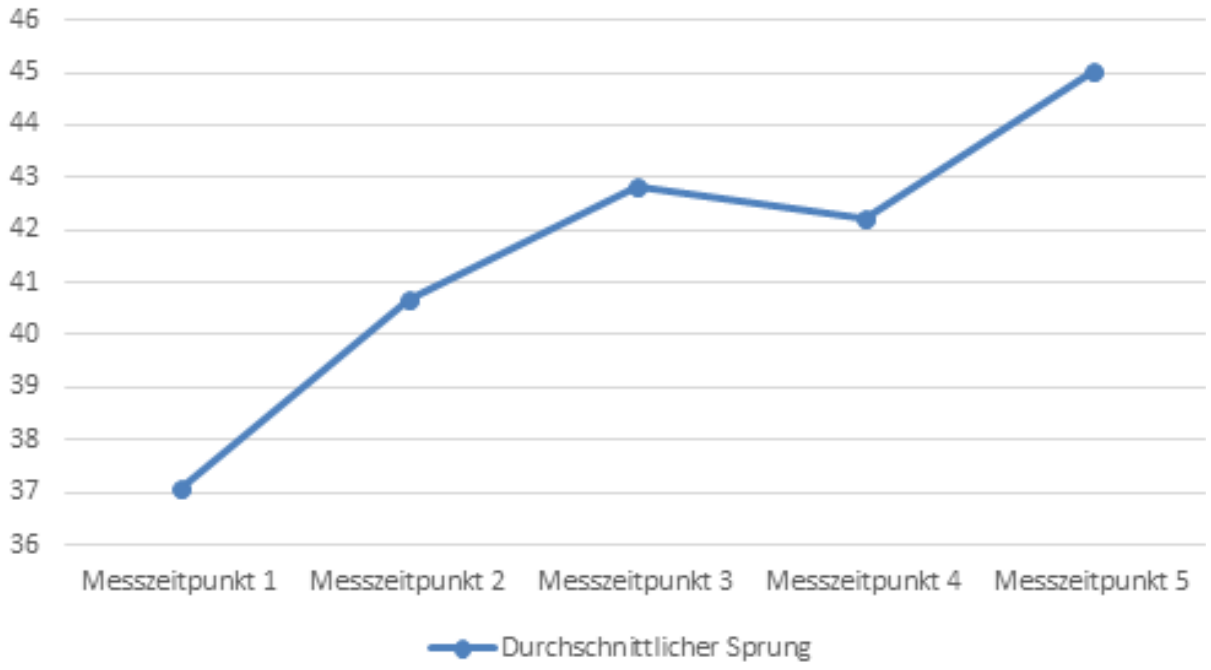


Abb. 1: Haupteffekt Zeit

Ein weiterer Haupteffekt „Zeit" zeigte sich zwischen der Aufmerksamkeitssteuerung und den durchschnittlichen Bewertungspunkten ($p = .05^*$), der tendenziell signifikant ist und durchaus einen großen Effekt zeigt ($\eta^2_p = 0.14$). Für diese Dimension zeigte der Post-hoc-Vergleich die beste Leistung bei Testpersonen, die in den Ausprägungen der Werte für die Aufmerksamkeit zwischen 2,5 und 3,5 liegen. Allerdings fallen die Werte zum Ende der Messungen wieder fast auf das Anfangsniveau zurück (siehe Abb. 2).

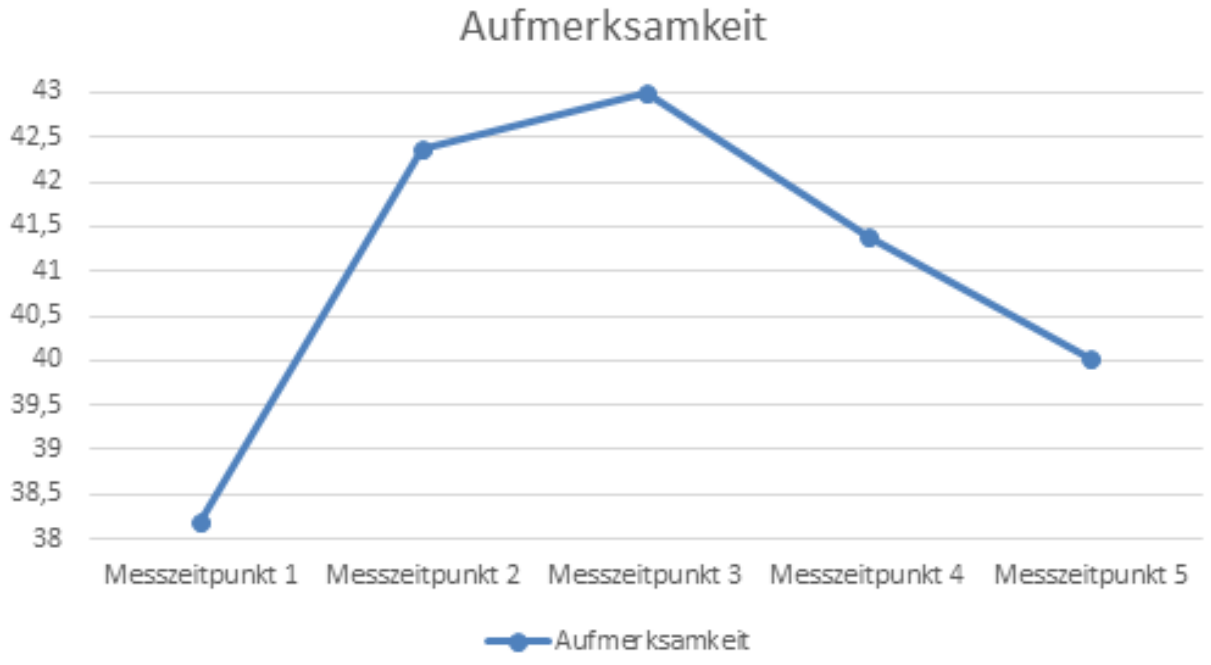


Abb. 2: Aufmerksamkeit

In Bezug auf die beiden verbleibenden Dimensionen konnte ein Interaktionseffekt zwischen Visualisierung/Vorstellungskontrolle und der Zeit in Bezug auf die durchschnittlichen Bewertungspunkte gezeigt werden (p = .07). Dieser ist tendenziell signifikant. Allerdings zeigt sich im Post-hoc-Vergleich erst zwischen Messzeitpunkt drei und fünf einen signifikanten Haupteffekt „Zeit" (M3 = 41.25; M5 = 47.61). Ein weiterer varianzanalytischer Effekt konnte zwischen Motivationskontrolle und der Zeit in Bezug auf die durchschnittliche Leistung (p = .09) konstatiert werden, der jedoch ebenfalls lediglich als tendenziell signifikant zu bezeichnen ist.

Zusammenfassend kann unsere erste Hypothese somit bestätigt werden. Es zeigt sich ein statistisch relevanter Anstieg der Leistung über die Zeit. Die zweite Hypothese kann in Bezug auf die Dimensionen Motivationskontrolle, Visualisierung/Vorstellungkontrolle und Aufmerksamkeitssteuerung ebenfalls angenommen werden. Es konnte gezeigt werden, dass sich Rückschlüsse aus den Werteausprägungen in diesen Dimensionen auf die Leistung ziehen lassen. In Bezug auf die Dimensionen Selbstvertrauen, negative Selbstgespräche und Einstellungskontrolle muss die Hypothese allerdings verworfen werden. Hier konnten keine statistisch relevanten Ergebnisse dafür erzielt werden, dass es möglich ist, Rückschlüsse aus den Werten der Dimensionen auf die Leistung zu ziehen.

7 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es herauszufinden, ob es signifikante Zusammenhänge zwischen den Ausprägungen der Dimensionen des PLT und der Leistung der Athletinnen und Athleten gibt und in wieweit sich aus diesen Ausprägungen Leistung prognostizieren lässt. Dies konnte nur – aber eben auch immerhin - für drei der sechs Dimensionen des PLT gezeigt werden. Bei der Auswertung und Interpretation der Güte des Fragebogens ist zu bedenken, dass sich die hier befragten Athleten und Athletinnen aufgrund ihres Alters in einer entwicklungspsychologisch schwierigen Phase befinden. Die Pubertät stellt den heranwachsenden Menschen vor eine Vielzahl von zu bewältigenden Aufgaben. So gehört nach Erikson die Findung der eigenen Identität zu den zentralen Aufgaben, die im Jugendalter gelöst werden müssen (Lohaus, Vierhaus & Maass, 2010, S. 12). Somit ist es vielleicht nicht verwunderlich, dass gerade die Dimension des Selbstvertrauens in dieser Zeit keine gute Vorhersagegröße darstellt. In keiner anderen Lebensphase nimmt das Selbstvertrauen so rapide ab wie in der des Jugendalters und der Pubertät (Robins, Trzesniewski, Tracey, Potter & Gosling, 2002, S. 423-434). Erikson beschrieb die psychosoziale Krise in dieser Zeit als Dilemma zwischen Fleiß vs. Minderwertigkeitsgefühle und Identitätsfindung vs. Rollendiffusion (Lohaus et al., 2010, S. 12). Hingegen stellt diese Phase der Entwicklung gerade im Bereich der Entwicklungsstufen ab dem 12. Lebensjahr den Eintritt in die formal-operationale Entwicklungsphase dar. Diese ist durch ein zunehmendes abstraktes Denken bei den Jugendlichen und durch eine Erweiterung der Kompetenz zum systematischen Denken geprägt (Lohaus et al., 2010, S. 28). Dies könnte sich vor allem positiv in dem Bereich der Visualisierung und Vorstellungskontrolle niederschlagen und die dort gefundenen signifikanten Ergebnisse unterstützen. Für die stetig ansteigende Leistungsverbesserung über die Messzeitpunkte spricht, neben einem ambitionierten Training sowohl auf Athleten- als auch auf Trainerseite, dass die motorische Entwicklung immer ein Zusammenspiel von Reifung und Lernen darstellt. Einerseits ist ein gewisser biologischer Reifegrad grundlegend für die Bewegung und die Ausbildung der Motorik. Hier sind die Myelinisierung der Nervenbahnen und die Ausbildung der für die Motorik zuständigen Hirnareale wichtig. Andererseits sind aber auch positive und negative Lernerfahrungen notwendig, um einen Lernerfolg positiv zu beeinflussen und einen Zuwachs an motorischer Fähigkeit zu generieren (Lohaus et al., 2010, S. 83). Wenn also die Athletinnen und Athleten beständig ihr Training absolvieren und bestimmte Übungen in großer Wiederholungszahl duplizieren, so ist die Wahrscheinlichkeit zur Leistungsverbesserung fast zwangsläufig gegeben. Wenn man dann noch die in Deutschland vorherrschenden guten Trainingsbedingungen, die diesen Athleten und Athletinnen zur Verfügung stehen, aufsummiert, war das

Ergebnis, dass ein Leistungszuwachs über die Zeit zu zeigen ist, zu erwarten.

Die Ergebnisse sind aber auch vor dem Hintergrund der nicht konsistenten Gruppen zu beleuchten. Lediglich zwei Personen nahmen an allen fünf Befragungen und korrelierenden Wettkämpfen teil. Aufgrund der im theoretischen Teil erwähnten Kadernormen und deren jährlicher Anpassung und Änderung einerseits, aber auch aufgrund von Aufstiegen in eine höhere Kaderstufe, Ausstiegen aus dem Sport oder verletzungsbedingten Ausfällen kommt es quasi ständig zu Zu- und Abgängen in den jeweiligen Jugendkadern. Eine Einflussgröße, die gerade in der Implementierung der Fragebogenergebnisse und der daraus resultierenden sportpsychologischen Empfehlungen nicht zu vernachlässigen ist, ist die Trainerausbildung in Bezug auf solche Tätigkeitsinhalte. Die heute tätigen Trainerinnen und Trainer im Bereich Nationalkader Wasserspringen sind oft bereits seit mehreren Jahrzehnten in den jeweiligen DOSB-Stützpunkten tätig. Der sportpsychologische Aspekt des Trainings wird im Wasserspringen allerdings erst seit der Olympiateilnahme in Peking im Jahre 2008 professionell begleitet. Im Jugendbereich ist die sportpsychologische Betreuung erst – wie bereits erwähnt – seit dem Jahre 2010 engmaschig. Eine weitere Hürde im effektiven Einsatz der sportpsychologischen Erkenntnisse könnte auch das fehlende Commitment (zur sportpsychologischen Betreuung) bei den Trainern und Trainerinnen sein. Commitment ist ein Begriff, der ursprünglich in der Arbeits- und Organisationspsychologie geprägt wurde. Mathieu und Zajac beschreiben 1990 Commitment als „a bond or linking between the individual to the organization“ (Mathieu, J.E. & Zajac, D.M., 1990, S. 172). Es handelt sich also um die Verbundenheit, die empfundene Verpflichtung und die Loyalität gegenüber einer Organisation. Dies beschreibt ein „psychologisches Band“ zwischen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und den Führungspositionen einer Organisation und kann auch so im sportlichen Kontext angewendet werden. Unterstellt man also, dass es einige Trainer bzw. Trainerinnen eventuell nicht als ihre Verpflichtung sehen, das Bestmögliche für den Sport oder die Aktiven in den Mittelpunkt ihres Handelns zu stellen, sondern eigene, wenig „psychologie-affine“ Prioritäten zu setzen, dann könnte auch dies einen Einfluss nehmen. Außerdem ist zu beachten, dass die Sportpsychologin nur eine beratende Tätigkeit hat und nicht aktiv ins Training eingreifen darf. Sie ist also darauf angewiesen, dass die von ihr vermittelten Inhalte erstens von den Trainern und Trainerinnen verstanden werden und zweitens dann ins Training integriert werden. Das bezieht sich sowohl auf die Umsetzung des Bewegungsvorstellungstrainings als auch auf die Stärkung der mentalen Fähigkeiten.

Ein abschließender Punkt, der bei der Betrachtung der Ergebnisse erlaubt sein soll, ist, dass es bis heute keine Vollvalidierung sowohl des Ursprungstests von Loehr als auch des adaptierten Tests von Stoll und Blazek gibt. Es ist also zum heutigen Zeitpunkt noch nicht mit Verlässlichkeit zu sagen, ob die im PLT benannten Dimensionen die dahinterliegenden psychologischen Konstrukte auch wirklich abbilden. Hierzu wären noch weitere Erhebungen und entsprechende Analysen nötig.

Trotz allem ist der PLT als psychologisches Interventionstool eine Bereicherung der in Deutschland genutzten sportpsychologischen Werkzeuge im Wasserspringen. Er baut dem Sportpsychologen eine Brücke, um mit dem Athleten ins Gespräch zu kommen, ihm anhand eines persönlichen Leistungsprofils die Auswertung des Fragebogens zu veranschaulichen und somit eine Evaluation und Besprechung der evtl. vorhandenen sportpsychologischen Probleme zu ermöglichen. Gerade Jugendliche sind in dieser Entwicklungsstufe oft nicht willens oder in der Lage, frei über das zu sprechen, was sie bewegt. Da der Fragebogen sehr zeitökonomisch ist und praktisch an jedem Ort (Trainingsstätte, Wettkampfstätte, Besprechungsraum, Einzelsetting, Gruppensetting ...) genutzt werden kann, beschränkt er die Aktiven nicht in der Ausübung ihres Sports und kann daher auf eine gute Akzeptanz hoffen. Perspektivisch könnte darüber nachgedacht werden, eine Untersuchung durchzuführen, die den monokausalen Zusammenhang zwischen PLT und Leistungszuwachs besser und methodisch sauberer unterstützen würde. Hierzu sollte ein Feldexperiment durchgeführt werden, bei der zwei Gruppen randomisiert untersucht werden sollten.

8 Ausblick

Die sportpsychologische Betreuung wird seitens des Verbandes im Wasserspringen weiterhin nachgefragt, und auch im Jahr 2014/2015 ist ein Folgeprojekt geplant. Denn aus den bisherigen Projekten ist der Wunsch eines speziell für das Wasserspringen adaptierten Mentaltrainings entstanden. Dieser Nachfrage wird mithilfe des laufenden Forschungsprojektes zum „mentalen Training durch Videounterstützung im Wasserspringen“ (Pithan & Stoll, 2013) entsprochen. Um die neu gewonnenen Forschungserkenntnisse evaluieren und für die Praxis nutzbar zu machen, werden innerhalb des Projektes 2015 die adaptierten Interventionsansätze im Wasserspringen umgesetzt. Dadurch entstehen einheitliche Qualitätsstandards für die Umsetzung des Mentalen Trainings nach dem PETTLEP-Ansatz (Holmes & Collins, 2001) für die Athletinnen bzw. Athleten und die zu betreuenden Stützpunkttrainer. Dies ermöglicht ein Olympiastützpunkt–übergreifendes Arbeiten. Nach wie vor wird das Bewegungsvorstellungstraining als zentraler Bestandteil der sportpsychologischen Betreuung im Wasserspringen angesehen. Die sportpsychologische Betreuung im Nachwuchs konzentriert sich weiterhin vor allem auf die Nationalmannschaftskader. Dies erfolgt vorwiegend bei den geplanten Lehrgängen, den nationalen Meisterschaften und den Jugend-Europameisterschaften 2015 in Moskau.

9 Literatur

Engbert, K. (2011). *Mentales Training im Leistungssport. Ein Übungsbuch für den Schüler- und Jugendbereich*. Stuttgart: Neuer Sportverlag.

Erikson, E. (1959). *Identity and the Life Cycle*. New York: International Universities Press. Übersetzung: *Identität und Lebenszyklus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1966, S. 55-123.

Field, A. (2012). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (4th edition). Los Angeles: SAGE.

Holmes, P.S., & Collins, D.J. (2001). The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of applied sport psychology, 13* (1), 60-83.

Loehr, J.E. (2001). *Die neue Mentale Stärke. Sportliche Bestleistung durch mentale, emotionale und physische Konditionierung*. München BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Lohaus, A, Vierhaus, M. & Maass, A. (2010). *Entwicklungspsychologie des Kinder- und Jugendalters*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Mathieu, J.E. & Zajac, D.M. (1990). A Review and Meta-Analysis of the Antecedents, Correlates and Consequences of Organizational Commitment (1990). *Psychological Bulletin, 108*, No. 2, S. 171-194.

Pithan, J.M. & Stoll, O. (2012). Technische Lösung zur Erweiterung des videogestützten Techniktrainings im Wasserspringen um die interne Perspektive. *Leistungssport, 42* (5), 20-24.

Robins, R.W., Trzesniewski, K.J., Tracey, J.L., Potter, J. & Gosling, S.D. (2002). Age differences in self-esteem from age 9 to 90. *Psychology and aging, 17* (3), 423-434.

Stangl, W. (2011). *Phasen der psychosozialen Entwicklung nach Erik Homburger Erikson*. unter: http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/PSYCHOLOGIEENTWICKLUNG/EntwicklungErikson.shtml (Zugriff am 15.10.2014)

Stoll, O. (2010). Sportpsychologische Betreuung der A- und B-Kader-Athleten des Deutschen Schwimmverbandes – Fachsparte Wasserspringen in Vorbereitung auf die Olympischen Spiele in Peking. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2008/2009.* (S. 321-328). Köln: Sportverlag Strauß.

Stoll, O. & Blazek, I. (2011) „Mentale Stärke“ im Wasserspringen, *Leistungssport, 6*, 22-25.

Betreuung der Jugend Volleyball Nationalmannschaft (Weibliche U17/U19) auf dem Weg zu den Europa- und Weltmeisterschaften. Mentale Stärke – *MentPower-V*

(AZ 071612/14-15)

Konstantinos Velentzas & Thomas Schack (Projektleitung)
Universität Bielefeld

Es liegen Vorschläge vor, mit psychologischem Training und psychologischer Beratung im Leistungsvolleyball so früh wie möglich anzusetzen (Schmidt & Schleiffenbaum, 2000). Ein Bedarf liegt aber weiterhin hinsichtlich systematisch entwickelter und erprobter Verfahren vor, die für einen gezielten Einsatz im Leistungsvolleyball angemessen wären (vgl. Schack & Velentzas, 2009; Velentzas, Heinen, Tenenbaum, & Schack, 2010; Velentzas, Heinen, & Schack, 2011). Dies ist auch darin begründet, dass solche Verfahren in einem hohen Maße auf die Individualität und die jeweiligen mentalen Voraussetzungen der Athleten bzw. Athletinnen abgestimmt sein müssen. Mehrere Untersuchungen im Leistungsvolleyball bestätigen die o. g. These und fordern, dass Aktive so schnell wie möglich mit der psychologischen Vorbereitung anfangen sollen (Cumming & Hall, 2002; Kitsantas & Zimmerman, 2002). Durch die positive Beeinflussung des Erlebens und Verhaltens von Aktiven versucht die angewandte Sportpsychologie, diese zu befähigen, sowohl im Training, als auch im Wettkampf und unter unterschiedlichsten Bedingungen möglichst gleich gute Leistungen zu erbringen (vgl. Alfermann & Stoll, 2010). Diese Beeinflussung kann allerdings nur mit Hilfe einer umfassenden Diagnostik erreicht werden. Sie erfordert, ebenso wie physiologisches Training, ein längerfristiges Training der vermittelten Fertigkeiten sowie eine langfristige Betreuung entsprechend einer speziellen, vorab evaluierten Problemstellung und eine regelmäßige Überprüfung des Leistungsstandes (vgl. Kellmann, Beckmann, & Kopczynski, 2006).

Es lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Evaluation und Integration von Routinen ein geeignetes Mittel sportpsychologischer Diagnostik und Intervention darstellt. Durch Routinen werden Athleten bzw. Athletinnen in die Lage versetzt, die jeweilige Bewegungstechnik, auch in Drucksituationen, so stabil wie möglich auszuführen. Der durch die Drucksituation entstehende Stress (negative Gedanken und Emotionen) kann leistungsfördernd reguliert werden. Diverse Studien (u. a. im Golf, Tennis, Volleyball und Turnen) zeigen eine solche Leistungssteigerung bzw. Leistungsstabilisierung mit Hilfe von Routinen (vgl. Lidor, 2007; Velentzas et al, 2010).

Die Vielfalt der von den Athleten und Athletinnen erforderten Fertigkeiten ist mit langjährigen und aufwändigen Trainingsprozessen verbunden. Eine rechtzeitige Auseinandersetzung mit psychoregulativen Prozessen würde deshalb vorteilhaft sein. Daher wird eine Feinabstimmung von Diagnostik und psychologischem Training gefordert. Dementsprechend ist Ziel des Betreuungsprojekts eine aktive Betreuung der Spielerinnen der U18 Nationalmannschaft (Frauen) sowie die Beteiligung an der Trainingsplanung und Gestaltung in Zusammenarbeit mit dem Bundestrainer und den jeweiligen Stützpunkttrainern.

1 Zielsetzung

Einerseits werden die individuellen Bewegungsrepräsentationen der Athletinnen nach den vom Trainer als zu optimierend geltende Bewegungen oder Bewegungsteilelemente analysiert und für die Erstellung eines gezielten *Technik-*

trainings verwendet (Aufschlag/Block). In einem weiteren Schritt und basierend auf der Basisdiagnostik wird eine *„psychologische Klassifizierung"* der Spielerinnen erfolgen, welche für die weitere Betreuung von Bedeutung ist. Hierbei kann je nach Profil der Schwerpunkt auf kognitive und/oder somatische Regulationsstrategien und Techniken gelegt werden. Regulationsstrategien (*Pre-, und Performance Routinen*) werden als zusätzlicher Schwerpunkt gesetzt. Mit *Routinen* sind Basis- oder Prozessregulationsverfahren wie autogenes Training, Atemregulation, Muskelentspannung, Visualisierung, Aufmerksamkeitskontrolle, Fokussierung, u. a. gemeint, welche systematisch während des Trainings und Wettkampfs angewendet werden. Hier wird der Grundstein für die optimale (*körperliche und psychische*) Aktivierung vor dem Wettkampf gelegt (Cohn, 1990; Velentzas et al., 2011).

Nichtsdestotrotz steht im Vordergrund die aktive Betreuung der Mannschaft während der Vorbereitung und der Wettkämpfe, um die Zielerreichung bestmöglich zu unterstützen.

2 Instrumente

Test of Performance Strategies (TOPS): Für diese Studie wurde der Test of Performance Strategies-D1 (Schmid et al., 2010) verwendet. Dieser ist die Übersetzung des Tests of Performance Strategies von Thomas, Murphy und Hardy von 1999. Er umfasst 64 Items. Diese sind in einen Trainings- und Wettkampfkontext unterteilt und prüfen, wie häufig die acht abgefragten mentalen Strategien im unterschiedlichen Kontext angewandt werden. Die Fertigkeiten werden durch die Skalen Aktivierung, Emotionale Kontrolle, Aufmerksamkeitskontrolle und Automatisierung erfasst. Diese Skills sollen dem Erreichen des Zustandes, des optimalen Leistungsabrufs zum richtigen Zeitpunkt dienen. Techniken, um in diesen, möglichst optimalen Zustand zu gelangen, werden mit den Skalen Selbstgespräch, Zielsetzung, Visualisierung und Entspannung gemessen. Zur Erfassung der Skills im Wettkampfkontext wird Aufmerksamkeitskontrolle durch negative Kognitionen ersetzt, ansonsten werden in beiden Kontexten dieselben Konstrukte verwendet. Jede Skala besteht aus vier Items, die auf einer fünfstufigen Skala von 1 = nie bis 5 = immer, beantwortet werden sollen. Die interne Konsistenz der Items im Trainingskontext beträgt α = .56 (Aktivierung) und α = .86 (Selbstgespräch). Im Wettkampfkontext erreicht die interne Konsistenz die Werte α = .62 (Aktivierung) und α = .85.

Wettkampf Angst Inventar-Trait (WAI-T): In dieser Untersuchung wurde der Kurzfragebogen WAI-T (Brand et al., 2009) verwendet. Strukturell entspricht dieser Fragbogen der im englischen Sprachraum vertretenen Sport anxiety Scale (SAS; Smith et al., 1990). Mit ihm wird die Ängstlichkeit, also die Neigung eines Athleten bzw. einer Athletin, in bestimmten Situationen mit Angst zu reagieren, in den drei Dimensionen „somatische Angst", „Besorgnis" und „Konzentrationsstörungen" im Wettkampfkontext erfasst. Bei der somatischen Angst handelt es sich um die physische Reaktion des Körpers (Tachykardie, Tremor der Hände, Hyperhidrose, usw.) auf eine Wettkampfsituation. Besorgnis meint in diesem Kontext die Neigung zu negativen Erwartungen oder Selbstzweifeln. Konzentrationsstörungen meinen die Ablenkbarkeit eines Aktiven durch völlig irrelevante Reize, wie z. B. Zwischenrufe von Zuschauern o. ä. Auf einer vierstufigen Skala (1 = gar nicht bis 4 = sehr) sollen die 12 Items dieses Kurzfragebogens beantwortet werden. Sie geben Aufschluss darüber, wie sich die Athleten bzw. Athletinnen in der entsprechenden Situation fühlen. Die interne Konsistenz der drei Skalen kann als zufriedenstellend bewertet werden. Der Crohnbach's-Alpha der Skalen beträgt α = .79, als niedrigster Wert (Konzentrationsstörungen) und α = .82, als höchster Wert (Besorgnis) und die Retest-Reliabilität liegt zwischen r = .67 und r = .84. Für diesen Test liegen Normwertetabellen für Geschlechter, Altersgruppen und auch verschiedene Sportarten vor.

Struktur Dimensional Analyse (SDA): Menschliches Wissen ist nach Schack (2010) begrifflich strukturiert und lässt sich teilweise in einzelne Einheiten unterteilen. Eben diese Einheiten kann man als Begriffe oder Basic Action Concepts (BACs) verstehen. Die Komplexität dieser Begriffe ist, aufgrund der beliebigen Anzahl von Gegenständen und Merkmalen, die ihnen zugeordnet werden können, beliebig. Es wird von einer Verbindung ausgegangen, die sich auf Merkmale der Begriffe bezieht. Dement-

sprechend können die Relationen der Begriffe aufgrund ihrer Merkmale auf Ähnlichkeit analysiert werden. Im Rahmen des Projekts wurde eine modifizierte Version des SDA eingesetzt, bei der die regulativen Strategien als Teil der Bewegung behandelt werden. Auf diesem Weg ist es möglich, mit Hilfe der SDA-R, begrifflich strukturierte Repräsentationen des Wissens und die Integration von Routinen in dem Bewegungsprozess zu analysieren und ferner die Interversion zu steuern (Schack & Velentzas, 2009). Die zeitliche Reliabilität (Test-Retest) der SDA-R Methode (z. B für den Aufschlag) beträgt r = .90 (Velentzas et al., 2010).

Einzel- und Teamsitzungen (Vorbereitungs- & Wettkampfphase): Diese Maßnahmen wurden während der zweiten Phase des Projekts und aufgrund der mangelnden Zeit und finanzieller Mittel nur für die 16 Athletinnen, die den Kern der Nationalmannschaft bildeten, angeboten. Die Inhalte ergaben sich aus der Projektplanung (Basisausbildung: PMR, autogenes Training, Atemregulation, individuelles Regulationstraining Selbstgesprächsführung, Visualisierung, Informationsfilterung und Verarbeitung, u. a.), den individuellen Bedürfnissen der Athletinnen, den sportlichen Gegebenheiten sowie auch der Planung durch den Trainerstab (Zielsetzung, Reflektion von Training und Spielergebnissen, usw.).

3 Ablauf und Ergebnisse

Profiling (Phase 1): Einzelne Profile (Abb.1) wurden für die Spielerinnen (erweiterter Kader, N = 60) erstellt und rückgemeldet. Des Weiteren erfolgte eine „psychologische Klassifizierung" der Spielerinnen. Dabei sind Empfehlungen gegeben (Selbststeuerung & Regulation) und bei gegebener Zustimmung durch die Athletinnen sind die Ergebnisse der Basisdiagnostik kommentiert an die Trainer weitergeleitet. Alle Teilnehmerinnen sind während der Phase 1 in die Entspannungstechniken, wie das autogene Training und die progressive Muskelentspannung, eingeführt worden.

Interversion (Phase 2): Basierend auf den Ergebnissen der ersten Phase wurden individuelle Pläne für die 16 Spielerinnen vorbereitet, wobei der Schwerpunkt, je nach Profil, auf kognitive, somatische oder psychosomatische Regulation gelegt wurde. Während Team- und einzelnen Sitzungen sind die Vorteile einer optimalen Regulation erklärt und die weitere Vorgehensweise für die Intervention erläutert worden. Die Vorbereitungsphase für die Qualifikation zu der europäischen Meisterschaft diente dazu, regulative Prozesse – im Sinne der between performance Routinen – (Selbstgespräche, Entspannung/ Aktivierung, Aufmerksamkeitssteuerung, Kommunikation, etc.) zu strukturieren, zu erproben und im Training bzw. Spiel einzubinden. Nach der erfolgreichen Qualifikation sind die Spielerinnen (mit der Unterstützung der Stützpunkttrainer) darum gebeten worden, das Gelernte weiter zu üben und zu optimieren. Während dieser Teilphase erhielten die Teilnehmerinnen nach Bedarf telefonische Unterstützung durch die Projektverantwortlichen.

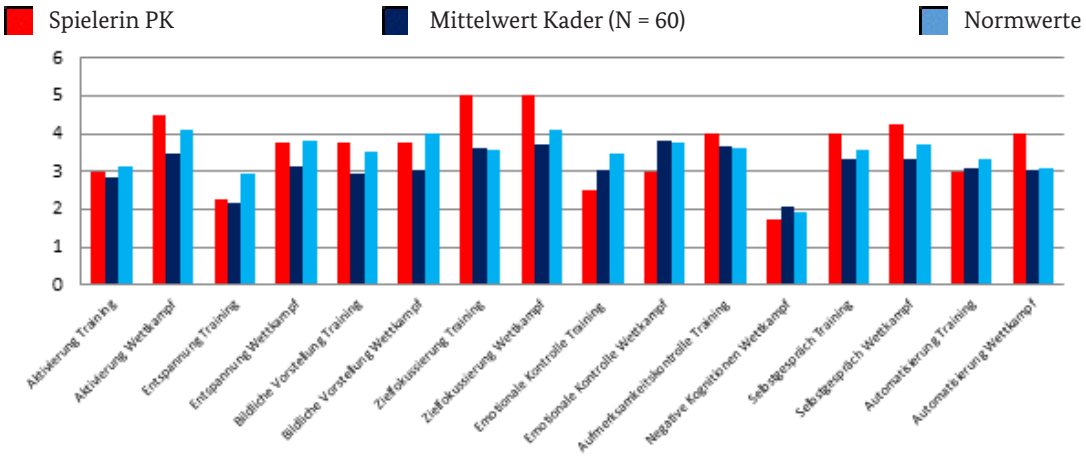


Abb. 1: Datenprofil der Spielerin PK: TOPS Ergebnisse

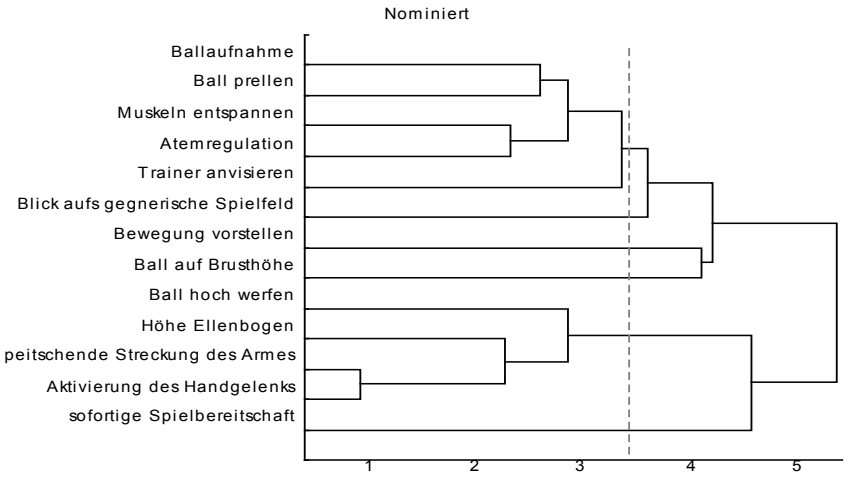


Abb. 2: Datenprofil der Spielerin PK: SDA-R Analyse

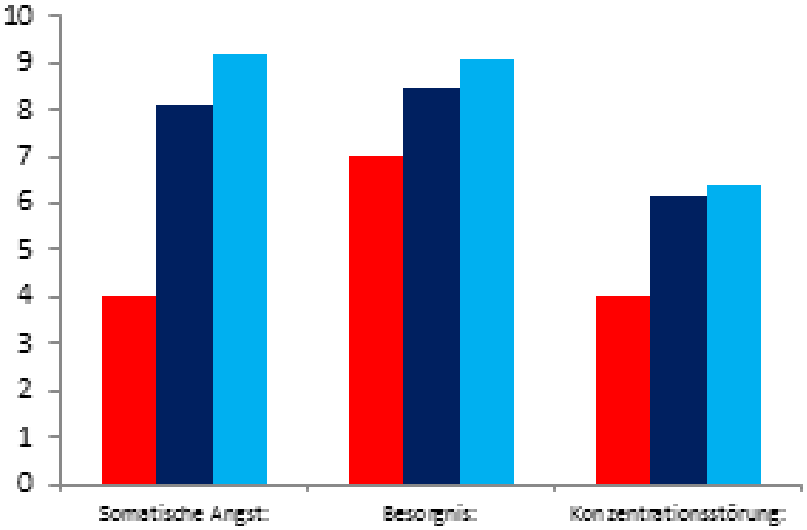


Abb. 3: Datenprofil der Spielerin PK: WAI-T Ergebnisse

4 Ausblick

Die erreichten Platzierungen (5ter Platz bei den Europameisterschaften und 6ter Platz bei den Weltmeisterschaften) sowie die Rückmeldung durch die Spielerinnen und Betreuer bestätigen die erfolgreiche Zusammenarbeit. Alle Beteiligten (Athletinnen, Trainer und Verbandsverantwortliche) stufen die sportpsychologische Betreuung als sehr wichtig und profitabel ein. Die erzielten Ergebnisse untermauern die Annahme, dass die sportpsychologische Betreuung der Athleten bzw. Athletinnen im jungen Alter erwünscht ist und mehr als vorteilhaft sein kann. Dementsprechend sind während eines Vortrags bei der A-Trainervorbildung des Deutschen Volleyball Verbandes über die „Arbeit mit Jugendlichen und die Funktion des Trainers“ Teilergebnisse des Projekts präsentiert und mit den Landes- und Stützpunkttrainern diskutiert worden.

Leider stellt die zum zweiten Mal misslungene Olympia-Qualifikation der weiblichen Mannschaft den Deutschen Volleyball-Verband vor neue organisatorische und finanzielle Herausforderungen, welche eine Verlängerung des Betreuungsprojekts nicht begünstigen. Die Zusammenarbeit mit den Projektleitern wird temporär auf wissenschaftlicher Basis fortgeführt, bis die Planung und Budgetierung des neuen Olympiazyklus durch den Verband verabschiedet wird.

5 Literatur

Alfermann, D. & Stoll, O. (2010). *Sportpsychologie. Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Brand, R., Ehrlenspiel, F. & Graf, K. (2009a). *Das Wettkampfangst-Inventar (WAI). Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampfängstlichkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.

Cohn, P. J. (1990). Performance routines in sport: Theoretical support and practical applications. *The sport psychologist, 4*, 301-312.

Cumming, J., & Hall, G. (2002). Deliberate imagery practice: the development of imagery skills in competitive athletes. *Journal of sports sciences, 20*, 137-145.

Kellmann, M., Beckmann, J. & Kopczynski, S. (2006). Sportpsychologische Diagnostik im. Leistungssport. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 13*, 46-52.

Kitsantas, A., & Zimmerman, B. J. (2002). Comparing self-regulatory processes among novice, non-expert, and expert volleyball players: A microanalytic study. *Journal of applied sport psychology, 14*, 91-105.

Lidor, R. (2007). Preparatory routines in self-paced events: Do they benefit the skilled athletes? Can they help the beginners? In C. Tenenbaum, & R. C. Eklund (Eds.), *Handbook of Sport Psychology* (3rd ed.) (pp. 445-465). New York: Wiley.

Schack, T., & Velentzas, K. (2009). Wettkampfroutinen im Spitzensport – Studien in Einzel- und Mannschaftssportarten. In BISp (Hrsg.), *BISp Jahrbuch Forschungsförderung 2008/2009* (S. 231-234). Köln: Sportverlag Strauß.

Schack, T., Whitmarsh, B., Pike, R., & Redden, C. (2005). Routines. In J. Taylor & G. Wilson (Eds.), *Applying Sport Psychology: Four Perspektives* (p. 137-150), Champaign, IL: Human Kinetics.

Schmid, J., Birrer, D., Kaiser, U., & Seiler, R. (2010). Psychometrische Eigenschaften einer deutschsprachigen Adaptation des Test of Performance Strategies (TOPS). Ein Instrument zur Erfassung psychischer Fertigkeiten im Sport, *Zeitschrift für Sportpsychologie, 17*, 2, 50-62.

Schmidt, U., & Schleiffenbaum, E. (2000). Sportpsychologische Beratung und Betreuung der Volleyball Damennationalmannschaft in der Vorbereitungsphase auf eine Europameisterschaft. *Psychologie und Sport, 7*, 42-50.

Velentzas, K., Heinen, T., & Schack, T. (2011). Routine integration strategies and their effects on volleyball serve performance and players movement mental representation. *Journal of applied sport psychology, 23* (2), 209-222.

Velentzas, K., Heinen, T., Tenenbaum, G., & Schack, T. (2010). Functional mental representation of volleyball routines in german female national players. *Journal of applied sport psychology, 22*, 474-485.

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung des U18 und U21 Nationalkaders des DJB sowie Entwicklung eines sportpsychologischen Verbandskonzeptes

(AZ 071615/14-15)

Anke Delow, Heike Hölzel & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam

1 Hintergrund

Der internationale Spitzensport wird geprägt von der Leidenschaft der Athletinnen bzw. Athleten und Betreuerinnen oder Betreuer, die aus ihren individuellen Lebensgeschichten und sozialen Hintergründen erwächst (Delow, 2000). Diese Leidenschaft kann nur zu Höchstleistungen führen, wo sie von fachlich hoher Professionalisierung begleitet wird, die wiederum in den verschiedenen Sportsystemen auf unterschiedliche Weise bereitgestellt wird. Als sportpsychologische Expertinnen und Experten gehören wir zu diesem Umfeld und sind Teil der Professionalisierung, z. B. auch in einem Sportfachverband wie dem Deutschen Judobund. Die Förderung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft für die Sportpsychologie über die letzten Jahre hat dabei dem DJB Rückenwind verschafft, ohne den das jetzt vorhandene Niveau nicht erreicht worden wäre:

Die sportpsychologische Betreuung im Deutschen Judobund ist Normalität geworden. Alle Nachwuchskaderjahrgänge ab Geburtsjahr 1994 haben eine sportpsychologische Einführung durchlaufen. Sie sind, soweit sie an internationalen Höhepunkten teilgenommen haben, auch auf diesen Wettkampf psychologisch vorbereitet worden und haben dabei zum Teil vor Ort eine sportpsychologische Betreuung erfahren. In der Damennationalmannschaft war seit mehreren Jahren ein Sportpsychologe im Betreuer-Team tätig. Allen Nachwuchstrainern auf Bundesebene und sehr vielen auf Landesebene sind die verantwortlichen Sportpsychologinnen bzw. -psychologen vertraut, sie greifen regelmäßig auf ihre Expertise zurück.

Im Jahr 2014 ist nunmehr, auch im Ergebnis dieses langjährigen Aufbauprozesses, mit Heike Hölzel eine verantwortliche Sportpsychologin für die Verbandsebene vom DJB berufen worden. Die Besetzung dieser Funktion ist eine Voraussetzung dafür, finanzielle Mittel für sportpsychologische Betreuungsaufgaben im Verbandsetat zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus ist auch die Koordination und inhaltliche Abstimmung der beteiligten Kolleginnen bzw. Kollegen besser abgesichert. Auf dem Weg zu einer sportpsychologischen Verbandskonzeption ist damit ein weiterer wichtiger Schritt erfolgt.

2 Zielgruppe

Zwischen März 2014 und März 2015 wurden 35 Judoka der weiblichen U18-Nationalmannschaft und 32 männliche U21-Judoka betreut.

3 Methoden

Zur sportpsychologischen Eingangsdiagnostik wurden Verfahren in den Bereichen Leistungsmotivation, Volition und Wettkampfangst sowie zur Belastungssteuerung eingesetzt:

- AMS-Sport (Elbe, Wenhold, & Müller, 2005), (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009a)
- SOQ (Elbe, 2004)

- HOSP (Beckmann & Wenhold, 2009)
- VKS (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009b)
- WAI-T (Brand, Ehrlenspiel, & Graf, 2009)
- Performance Classification Questionnaire (Gardner & Moore, 2006) bei den U17-Mädchen
- Erholungs-Belastungs-Fragebogen (Kellmann & Kallus, 2000) bei den U20-Jungen.

Die sportpsychologische Diagnostik wurde im männlichen U21-Bereich für 12 Athleten durchgeführt. Im weiblichen U18-Bereich standen für 19 Athletinnen sportpsychologische Profile zur Verfügung.

Die Fragebögen wurden ausgewertet und in Form von Stärken/Schwächen-Profilen mit den Athletinnen und Athleten in Einzelgesprächen individuell besprochen. Die Bundestrainer erhielten eine Profilübersicht der Athletinnen bzw. Athleten (siehe Tab. 1), um Handlungsempfehlungen für das Training, den Umgang mit den Athletinnen bzw. Athleten und das Coachen im Wettkampf ableiten zu können.

Auf Grundlage des Modells zur systematischen sportpsychologischen Betreuung wurden auf der Ebene des Grundlagentrainings regelmäßig Übungen zur Psychoregulation (Kellmann & Beckmann, 1993) durchgeführt, Strategien zur Regeneration und Aktivierung vermittelt sowie an der Team-Bildung gearbeitet (Linz, 2004). Auf der Ebene des Fertigkeitstrainings erfolgten Gruppen- und Einzelinterventionen zu Zielsetzungen, zu Konzentration bzw. Aufmerksamkeitsregulation, zu Selbstwirksamkeit und zum Umgang mit kritischen Wettkampfsituationen.

Außerdem wurden Wettkämpfe beobachtet (wie z. B. der European Cadets Cup in Berlin) und mit den Athletinnen bzw. Athleten individuell besprochen und ausgewertet (Kratzer, 2000).

4 Verlauf und Ergebnisse

Die Betreuung basiert auf dem strukturierten Modell einer sportpsychologischen Betreuung (Beckmann & Elbe, 2008). Sie erfolgte in pragmatischer Anlehnung an die Terminierung der jeweiligen Lehrgänge und Wettkämpfe für die Jungen und Mädchen.

Es standen in Vorbereitung der internationalen Höhepunkte auch Maßnahmen zur Teambildung auf der Tagesordnung. Sie enthielten

Tab. 1: Fragebogen-Profilübersicht als Grundlage für die Bundestrainer

Fragebögen Volition				
HOSP	HLOM	HLOP	HLOT	
Wert	7	10	10	
Fazit	normal	eher Macher	normal	
Notizen				
VKS	SO	SB	AM	FV
Wert	2,88	0,78	0,30	0,00
Fazit	hoch	niedrig	normal	niedrig
Notizen	⊕	⊕		⊕

Fragebögen Motivation				
AMS-Sport	HE	FM	NH	GLM
Wert	44	5	39	49
Fazit	hoch	normal	hoch	normal
Notizen	⊕		⊕	
SOQ	WO	GO	ZO	
Wert	65	26	30	
Fazit	hoch	normal	normal	
Notizen	⊕ ⊕			

Fragebogen Wettkampfangst			
WAI-T	SA	BE	KS
Wert	6	7	4
Fazit	optimal		
Notizen		⊕	

Die Eingangsdiagnostik dient in erster Linie der Vorbereitung der individuell zielgenauen Intervention, außerdem soll aber auch ihre Eignung zur Talentprognose langfristig geprüft werden. Hierzu werden die Daten der verschiedenen Kohorten des DJB-Nachwuchses weiter gesammelt, um sie mit der realen sportlichen Entwicklung vergleichen zu können.

Auch der Performance Classification Questionnaire (Gardner & Moore, 2006) wurde wieder eingesetzt, um Hinweise auf Leistungsbeeinträchtigungen zu erfassen und zur Testgüteprüfung beizutragen (Wenhold & Brand, 2010).

Kooperations- und Vertrauens- und Motivationselemente und wurden mit Freude umgesetzt.

Um die geplante Verbandskonzeption weiter zu entwickeln, fanden Treffen zwischen den beteiligten Sportpsychologinnen und -psychologen statt. Ein Diskussionsprozess mit den Trainerinnen und Trainern über die konzeptionellen Vorschläge und ihre Erfahrungen und Bedürfnisse ist in Gang gekommen.

Im U18-Bereich wurden beide BundestrainerInnen neu berufen, so dass hier zunächst eine Einführung in die bisher bewährten Abläufe und Maßnahmen sowie darauf aufbauend eine

Abb. 2: Heike Hölzel und die Medaillengewinner des DJB-U21-Teams bei den Bremen Masters

Abstimmung der angebotenen und gewünschten Inhalte erfolgen musste.

Die sportpsychologische Betreuung trug auch 2014 zur sportlichen und persönlichen Entwicklung der betreuten Judoka bei.

Dabei war das Jahr 2014 für die Judoka der U18 weiblich auch von den Ergebnissen her außerordentlich erfolgreich. Mit einer Ausbeute von drei Gold- und zwei Bronzemedaillen kehrten sie stolz von der Europameisterschaft zurück.

Die im BISp-Projekt betreuten Jungen der U21 errangen bei der Weltmeisterschaft 2014 einen 5. und einen 7. Platz sowie bei der Europameisterschaft zwei Bronzemedaillen in den Einzelwettbewerben und eine dritte Bronzemedaille im Mannschaftswettbewerb.

Abb. 3: Heike Hölzel mit dem Bronze-Medaillengewinner der U21-EM Martin Setz

Abb. 4: Giovanna Scoccimarro und Sarah Mäkelburg mit EM-Gold bzw. Bronze

5 Fazit und Ausblick

Die sportpsychologische Betreuung im Nachwuchsbereich des Deutschen Judobundes stellte einmal mehr einen verlässlichen Beitrag zur Leistungsentwicklung zur Verfügung.

Dieser Ertrag stellt sich inzwischen auch ein, wenn personelle Wechsel, wie z. B. bei der U18-Nationalmannschaft weiblich auf der Position der Bundestrainerin, erfolgen.

Dies spricht für den Prozess der Institutionalisierung, ohne die langfristig keine Kontinuität und qualitativ hochwertige und verlässliche Arbeit zu gewährleisten ist.

Der Prozess der Institutionalisierung wurde ebenfalls durch die Etablierung der verantwortlichen Sportpsychologin auf Verbandsebene vorangetrieben, so dass gute Voraussetzungen bestehen, eine sportpsychologische Verbandskonzeption festzuschreiben, Spitzenleistungen für den DJB im Nachwuchsbereich sportpsychologisch vorzubereiten und bei den Erwachsenen nachhaltig zu befördern.

6 Literatur

Beckmann-Waldenmayer, D. (2012). Ein systemisches Betreuungsmodell für den Nachwuchsleistungssport. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Eds.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (pp. 70-81). Balingen: Spitta.

Beckmann, J., & Wenhold, F. (2009). *Handlungsorientierung im Sport (HOSP), Manual.* Köln: Sport und Buch Strauß.

Brand, R., Ehrlenspiel, F., & Graf, K. (2009). *Wettkampf-Angst-Inventar (WAI). Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampfängstlichkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Delow, A. (2000). *Leistungssport und Biographie. DDR-Leistungssportler der letzten Generation und ihr schwieriger Weg in die Moderne*. Münster: Lit.

Elbe, A.-M. (2004). Testgütekriterien des Deutschen Sport Orientation Questionnaires. *Spectrum der Sportwissenschaft, 16*, 96-107.

Elbe, A.-M., Wenhold, F., & Müller, D. (2005). Zur Reliabilität und Validität des AMS-Sport - ein Instrument zur Bestimmung der sportspezifischen Leistungsmotivs. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 12*, 57-68.

Kellmann, M., & Beckmann, J. (1993). Sport und Entspannungsverfahren. In D. Vaitl & F. Petermann (Eds.), *Entspannungsverfahren. Das Praxishandbuch* (3. ed., pp. 320-331). Weinheim; Basel: Beltz 2004.

Kellmann, M., & Kallus, K. (2000). *Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen für Sportler*. Frankfurt am Main: Swets Test Services.

Kratzer, H. (2000). Psychologische Inhalte der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung. *Leistungssport, 3*, 4-10.

Linz, L. (2004). *Erfolgreiches Teamchoaching. Ein sportpsychologisches Handbuch für Trainer*. Aachen: Meyer&Meyer.

Wenhold, F., & Brand, R. (2010). *Performance Classification Questionnaire (PCQ): Ein Fragebogen zum Ausmaß psychischer Leistungsbeeinträchtigungen bei Wettkämpfen*. Poster auf der 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie in der Bundesrepublik Deutschland (asp). Salzburg, Österreich.

Wenhold, F., Elbe, A.-M., & Beckmann, J. (2009a). *Fragebogen zum Leistungsmotiv im Sport (AMS-Sport), Manual*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Wenhold, F., Elbe, A.-M., & Beckmann, J. (2009b). Testgütekriterien des Fragebogens VKS zur Erfassung volitionaler Komponenten im Sport. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 16,* (3), 91-103.

Sportpsychologische Unterstützung der Talentsichtungsmaßnahmen des DSV

(AZ 071601/15)

Oliver Stoll (Projektleitung) & Gordon Mempel

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Department Sportwissenschaft, Arbeitsbereich Sportpsychologie & Sportpädagogik

1 Problem

> *„Die Besten im Nachwuchstraining müssen nicht die Geeigneten sein."*

Der Bedarf verbesserter Auswahlkriterien im Leistungssport ergibt sich aus der Beschränkung zweier wesentlicher Faktoren: Der begrenzten Anzahl leistungsorientierter Nachwuchssportlerinnen und Nachwuchssportler sowie den beschränkten finanziellen Mitteln, mit welchen deren Weg zur sportlichen Spitze begleitet werden kann (Olympiastützpunkte Deutschland, 2013, S.2).

Das Augenmerk dieses sportpsychologischen Forschungsprojekts liegt auf der Identifizierung und der Entwicklung sportlicher Talente.

Für die Zielstellung "Identifizierung" werden mentale Voraussetzungen für die erfolgreiche Bewältigung einer dualen Karriere Leistungssport – Schule erhoben.

Diese Daten zur Stressbewältigungskompetenz, zum dominanten Motiv sowie zur Impulsivität des einzelnen Sportlers bzw. der einzelnen Sportlerin werden zwecks individualisierter Begleitung in Training und Wettkampf detailliert an die Trainer bzw. Trainerinnen rückgemeldet. Ziel dabei ist es, die Passung von Traineransprache und Feedbackgestaltung mit den individuellen Gegebenheiten der Aktiven herzustellen. Eine derartige Passung hat positive Effekte auf Motivierung, Leistung sowie Wohlbefinden der Athleten bzw. Athletinnen und Drop-Out-Risiko (Brunstein, 2006; Hofer et al., 2006; Schüler & Wegner, 2015). Zudem gewinnt eine solche Passung vor dem Hintergrund der Forderung des Bundestrainers Henning Lambertz, nach höheren Trainingsumfängen in der Jugend, zusätzlich an Relevanz.

Somit wird die Systematik der Talentsichtung, die in dem Positionspapier der Olympiastützpunkte zur Olympiaauswertung 2012 (OSP, 2013) zu Recht als eine Schwerpunktaufgabe bezeichnet wird, weiter wissenschaftlich fundiert und um sportpsychologische Variablen erweitert.

2 Methode

Die komplette Organisation und Umsetzung des Projekts verlief in enger Zusammenarbeit zwischen der Bundestrainerin Nachwuchs, Frau Beate Ludewig, dem leitenden Sportpsychologen des DSV, Prof. Dr. Oliver Stoll und dem zertifizierten Sportpsychologen (asp) Dr. Gordon Mempel.

Die Erhebung der Fragebögen – Zeitrahmen ca. 1 Stunde – erfolgte im Rahmen zentraler Sichtungsmaßnahmen auf Landesebene. Anleitungen zur Erhebung selbiger und zum Umgang mit eventuell auftretenden Fragen und Einwänden lagen den Trainern zusammen mit den Fragebögen vor. Nach Auswertung der Fragebögen durch Dr. Mempel erfolgte die Rückmeldung der Ergebnisse im persönlichen Gespräch mit den jeweiligen Landestrainern.

Die zwei Fragebögen zur Erhebung der psychologischen Eignung, welche im Rahmen dieses Projekts zum Einsatz kamen, sind die selben, die auch im Pilotprojekt des Berliner Schwimm-Verbands verwendet wurden (Sieber & Mempel, 2015) und dort ihren prognostischen Wert bezüglich langfristiger sportlicher Entwicklung bereits unter Beweis gestellt haben:

- Operante Motiv-Test (OMT) (Kuhl & Scheffer, 1999) und
- Stressverarbeitungsfragebogen angepasst für Kinder und Jugendliche (SVF-KJ) (Hampel et al., 2001).

3 Ergebnisse

Aus dem Pool potentieller Kaderathleten bzw. -athletinnen der teilnehmenden Landesverbände wurden insgesamt 126 Personen getestet. Zusätzlich nahmen 17 Sportlerinnen und Sportler des Bundesstützpunkts Schwimmen (Berlin) an der Testung teil. Letztere da der Trainer die Rückmeldungen zur optimierten Ansprache seiner Schützlinge als gewinnbringend erachtet (siehe Beispiel aus der Praxis im Diskussionsteil).

Die Auswertung bezüglich der Prognosekriterien bezieht sich stets auf die Gruppe von Kaderkandidaten eines Landesverbands. Die Rückmeldung überdurchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Leistungs- und Verhaltensprognosen an den zuständigen Landestrainer erfolgt für alle Teilnehmenden nach dem Muster von Tab. 1.

Tab.1: Leistungs- und Verhaltensprognosen

	Leistung	Verhalten	
	Leistungs-entwick-lung 50-100 m	Wett-kampftyp	Trainings-einstellung
Person A			+
Person B	++	-	
Person C	+		

3.1 Leistungsentwicklung

Die Auswertung der mentalen Voraussetzungen ergab für 16 Teilnehmende (TN) eine Empfehlung/positive Prognose bezüglich ihrer Leistungsentwicklung, 14 TN hingegen erhielten negative Prognosen. Damit konnten bei 24 % der teilnehmenden Personen statistisch gesicherte Zusatzinformationen über deren Leistungsentwicklung in den Auswahlprozess einfließen.

3.2 Wettkampftyp

Eine positive Prognose bezüglich der Fähigkeit, ihr Leistungspotential auch im Wettkampf abrufen zu können, konnte für 15 TN gegeben werden. Eine negative Prognose dieser Leistungsstabilität musste 4 TN ausgestellt werden.

Somit konnten für 15 % der TN sportpsychologische Zusatzinformationen über das Kriterium Wettkampftyp in den Auswahlprozess miteinfließen.

3.3 Trainingseinstellung

Aufgrund ihrer mentalen Voraussetzungen konnte 12 TN ein überdurchschnittlich hohes, 5 TN ein niedriges Trainingsengagement prognostiziert werden. Zum Auswahlkriterium des Trainingsengagements konnten demnach für 13 % der TN Zusatzinformationen gegeben werden.

Die individuellen Besonderheiten bezüglich der mentalen Leistungsvoraussetzungen wurden stichpunktartig für den Landestrainer zusammengestellt (Tab.2) und im persönlichen Gespräch ihre Praxisrelevanz erläutert.

Zu 83 TN, also 66 % der TN, konnten den Trainern leistungs- und verhaltensrelevante Besonderheiten rückgemeldet werden (siehe Tab. 2). Diese bezogen sich auf

- die Strategien ihrer Talente im Umgang mit Druck und deren Effekte auf die Leistung,
- die Motive ihrer Talente und die Auswirkungen auf Zielsetzung und Feedback-Gestaltung sowie auf
- deren Impulsivität und mögliche Auswirkungen auf Teamprozesse und Kommunikationsverhalten.

Diese Zusatzinformationen können von den Trainern bzw. Trainerinnen sowohl bei der Zusammenstellung einer harmonierenden Trainingsgruppe berücksichtigt werden, als auch, wie in der Diskussion angemerkt, Ansatzpunkte bei der Intervention und der Weiterentwicklung der mentalen Leistungsvoraussetzungen ihrer Talente darstellen.

Tab. 2: Exemplarische Darstellung der Zusatzinformationen über leistungs- und verhaltensrelevante individuelle mentale Besonderheiten

Individuelle Besonderheiten	
Person A	hohes Machtmotiv: Bestimmer, polarisiert die Trainingsgruppe
	sehr wenig Situations- und Reaktionskontrolle / positive Selbstinstruktion in Drucksituationen (beides negativ)
Person B	sehr hohes Anschlussmotiv: Typ Staffelschwimmerin, gibt alles für die Gruppe; scheut Konflikte; Tendenz Feedback - egal wie sachlich - persönlich zu nehmen
	starke Vermeidungstendenz bei Belastung gepaart mit Resignation & Selbstbeschuldigung (beides negativ)
Person C	überdurchschnittlich starke Umbewertung von Drucksituationen und Stresssymptomen sowie Ablenkung vom Stressor (beides positiv)
	hohes Leistungsmotiv: Feedback und viele Teilziele sehr erwünscht
Person D	hohes Machtmotiv; wenig impulsiv / wenig emotional: geschickte, indirekte Bestimmerin in der Gruppe

4 Diskussion

Strategien im Umgang mit Belastungssituationen gehen stark auf Prägung in der frühen Kindheit zurück. Während Mädchen bereits im frühen Teenageralter ihre Strategien im Umgang mit Druck- und Stresssituationen optimieren und weiter entwickeln, benötigen Jungen in diesem Alter Dritte als Impulsgeber und Vorbilder, um ihre Strategien zu optimieren (Hampel et al., 2001). Die Rückmeldung entsprechender Daten sowie die Sensibilisierung der Trainerschaft für den Zusammenhang „Umgang mit Druck“ und sportliche Leistung, stellt die ersten Schritte bei der Vorbildwirkung durch die Bezugsperson Trainer dar.

Die im Rahmen des Projekts gewonnenen Daten über das dominante Motiv der einzelnen Sportler und Sportlerinnen sollten zudem zur Optimierung der Traineransprache und Feedback-Gestaltung sowie bei der individualisierten Formulierung von Zielvereinbarungen genutzt werden. Je passender die Zielformulierung zum Motiv und zur Impulsivität des Athleten bzw. der Athletin, desto größer werden Durchhaltewille und Engagement bei der Zielverfolgung sein und desto sicherer wird er bzw. sie vom Trainer auch in kritischen Situationen „zu greifen“ und zu motivieren sein. Ein Beispiel aus der Praxis soll dies verdeutlichen:

> Der Bundesstützpunkttrainer Schwimmen Berlin, hat die Effekte der optimierten Ansprache an einem objektiven Leistungsmaß getestet. Um ein Kriterium mit möglichst wenigen Einflussgrößen zu haben, wählte er die Anzahl von Klimmzügen, welche seine Schützlinge im Rahmen einer Leistungsüberprüfung geschafft hatten.
>
> Genau eine Woche nach dem ersten Test, stellte er sie wieder vor die Aufgabe, möglichst viele Klimmzüge zu schaffen. Anhand der Rückmeldung der individuellen Besonderheiten (dominantes Motiv & Impulsivität), optimierte er seine Instruktionen für jeden Einzelnen. Er führte die zweite Erhebung, wie auch die erste, allein durch. Von den individualisierten Ansprachen abgesehen, unterschied sich der zweite Test nicht vom Test der Vorwoche. Selbst das Trainingspensum war laut Aussage des Trainers vergleichbar.
>
> Ergebnis: Alle Teilnehmenden verbesserten sich im Leistungskriterium Klimmzüge.

Abschließend soll bekräftigt werden, dass eine systematische Talentsichtung unter Einbezug mentaler Leistungsvoraussetzungen für jeden Sportverband einen wichtigen Beitrag zum effektiven Einsatz seiner Ressourcen darstellt.

5 Literatur

Brunstein, J. C. (2006). Implizite und explizite Motive. In J. Heckhausen & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation und Handeln* (S. 235-254). Berlin: Springer.

Hampel, P., Petermann, F. & Dickow, B. (2001). *Der Stressverarbeitungsfragebogen von Janke und Erdmann (1997) angepasst für Kinder und Jugendliche (SVF-KJ)*. Göttingen: Hogrefe.

Hofer, J., Chasiotis, A. & Campos, D. (2006). Congruence between social values and implicit motives: Effects on life satisfaction across three cultures. *European journal of personality, 20* (4), 305-324.

Kuhl, J. & Scheffer, D. (1999). *Auswertungsmanual für den Operanten Motiv-Test (OMT)*. Unpublished manuscript.

Olympiastützpunkte Deutschland (2013, 04. Januar). *Olympiaauswertung 2012 – Positionen der Olympiastützpunkte*. Zugriff am 01. Juli 2014 unter http://www.osp-berlin.de/files/osps_deutschland_london_2012_neu.pdf

Schüler, J. & Wegner, M. (2015). Befinden und Motivation im Sport. Das Resultat einer Motiv-Sportziel-Passung. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 22* (1), 34-45.

Sieber, V. & Mempel, G. (2015). Der prognostische Wert von impliziten Motiven für die Talentdiagnostik im Schwimmsport: Die moderierende Rolle unbewusster Impulskontrolle. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 22,* S. 46-56.

Sportpsychologische Betreuung der Boccia Nationalmannschaft in der Saison 2015

(AZ 071610/15)

Karin Kerschensteiner-Steurenthaler, Christian Heiss & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam, Professur für Sportpsychologie

1 Hintergrund

Die Boccia Nationalmannschaft wurde in der Saison 2014/2015 erstmalig kontinuierlich und systematisch sportpsychologisch betreut. In einer ersten Phase, im März 2015, war schwerpunktmäßig die Wettkampfvorbereitung für die BC3[1] Spieler sowie das Vermitteln einer Kommunikationsstrategie für die BC1- und BC2-Spieler Thema. Als zweite Phase, im April 2015, wurde eine Wettkampfbegleitung der BC3 Spieler in Belgien realisiert. Schwerpunkt war das Etablieren tragfähiger Arbeitsbeziehungen zwischen Sportpsychologie, Athleten, Trainern und Assistenten. Phase drei, ab Mai 2015, war der intensiven Zusammenarbeit mit den BC4 Spielern gewidmet. Hier wurden klassische Inhalte der Sportpsychologie wie Visualisierung eingeführt sowie am Teambuilding gearbeitet. Für die BC1 und BC 2 Spieler galt es dem Kommunikationsskript („Boccia ABC“) den letzten Feinschliff zu geben und intensiv damit zu üben. Mit den BC3 Spielern wurde im Einzelcoaching vor allem an individuellen Themen gearbeitet. Parallel zu allen Phasen unterstützte die Sportpsychologie bei der Optimierung der Kommunikation zwischen Trainer und Athleten. Die folgenden Ausführungen beleuchten diese drei Phasen der sportpsychologischen Betreuung sowie die durchgeführten Coach-the-Coach Maßnahmen genauer.

1 siehe. Leitfaden paralympisches Klassifizierungssystem: http://www.dbs-npc.de/leistungssport-klassifizierung.html

2 Erste Betreuungsphase: Auftakt und Grundlegungen

Im Rahmen von Auftaktveranstaltungen für die Sportlerinnen und Sportler sowie Trainerinnen und Trainer wurden Ausblicke zu den geplanten sportpsychologischen Betreuungsleistungen im Saisonverlauf erarbeitet und individuelle Abfragen über je zentrale, individuelle Leistungsziele begonnen. Begleitend wurde die Struktur des Kommunikationsskripts für BC1- und BC2-Spieler sowie ein erstes Set an Handzeichen erarbeitet. Die sportpsychologische Unterstützung bestand darin, sowohl den Prozess zur Festlegung einer leicht verständlichen Zeichensprache, als auch einer geeigneten bildlichen und schriftlichen Darstellung im Skript zu begleiten. Außerdem waren vertiefende Abstimmungen mit dem Bundestrainer, im Rahmen eines Coach-the-Coach Prozesses, notwendig. Intensiv besprochen wurden Themen des Selbstmanagements sowie der Motivationsansprache.

3 Zweite Betreuungsphase: Wettkampfbegleitung

Die Wettkampfbegleitung fand im Rahmen des Internationalen Wettkampfes für BC3-Spieler in Blankenberge (Belgien) statt. Der Schwerpunkt auf der BC3 Mannschaft wurde bewusst gewählt, weil diese Mannschaft die besten Chancen auf eine Qualifikation für die Paralympics in Rio 2016 besaß. Der Fokus der gemeinsamen Arbeit lag auf der Verbesserung der Kommunikation sowohl der Spieler untereinander als auch der zwischen Trainer und Athleten. Auf Teamebene galt es vor allem, dabei zu unterstützen, dass Vereinbarung möglichst präzise formuliert werden, so dass zum Beispiel während Spielen keine

Zeit durch dysfunktionale Kommunikation eingebüßt wird. Ebenfalls war die Schaffung klarer Rollenzuschreibung Thema, so dass während Spielen z. B. klar sein würde, wer zu welchen Zeitpunkten Entscheidungskompetenz und -macht besitzt. Während Wettkampfbegleitungen wurden außerdem Beobachtungen zu den o. g. Themen durchgeführt und Ergebnisse an Spieler und Trainer zurückgemeldet. Ebenfalls wurden Wettkampfroutinen einzelner Athleten analysiert, um diese im weiteren Verlauf optimieren zu können. Hier stellte sich z. B. heraus, dass die Trainer die oft sehr unterschiedlichen Bedürfnisse und Wettkampfroutinen der Sportler in der Vergangenheit nicht immer ausreichend kannten und ihnen Rechnung trugen. Darüber hinaus bot sich die Möglichkeit, auch mit den Assistenten der Spieler in Kontakt zu kommen, so dass auch auf deren Aufgaben, Belastungen und Einschätzungen der Athleten eingegangen werden konnte. Hier zeigte sich innerhalb der BC3-Mannschaft ein inhomogenes Bild aus sehr gut eingespielten Athleten-Assistenten Teams und ständig wechselnden Athleten-Assistenten-„Paaren", die ein routiniertes Zusammenspiel zuweilen sehr schwierig werden ließen.

4 Dritte Betreuungsphase: Beteiligung an zentralen Lehrgangsmaßnahmen

Die sportpsychologischen Inhalte zur Begleitung der weiteren Lehrgangsmaßnahmen wurden an die individuellen Bedürfnisse der verschiedenen Spielerkategorien angepasst. Für die BC3-Spieler galt es vor allem, die im Rahmen der Wettkampfbegleitung in Belgien gesammelten Erfahrungen auszuwerten und konkrete Handlungsziele abzuleiten. Entscheidend war dabei die Optimierung von Kommunikationsprozessen zwischen den Spielern während des Trainings und in Wettkämpfen. Hierfür wurde über neu anzuschaffende Mikrophone, Headsets zur Verbesserung des Blickkontaktes im Spiel und zu optimierende Mikrophon-Lautsprecher nachgedacht, und es wurden Lösungen generiert, die im weiteren Verlauf der Saison umgesetzt werden sollten. Ein weiterer wichtiger Punkt war die Weiterentwicklung des Rollenverständnisses der BC3-Spieler untereinander. Hierzu wurden die Spieler z. B. dazu angeleitet, ihren Fokus auf die Stärken der jeweiligen Spielpartner zu legen und sich gegenseitig Rückmeldung über wahrgenommene Stärken zu geben. Maßnahmen wie diese führten zu einer wahrnehmbaren Stärkung des Teamzusammenhalts und halfen, ein eindeutiges Stärkenprofil der Mannschaft zu entwickeln. So konnte beispielsweise transparent und nachvollziehbar herausgestellt werden, wer als Kapitän der Mannschaft in Frage käme, was die Akzeptanz über Rollenzuschreibungen innerhalb der Mannschaft förderte.

Zur Verbesserung der Kommunikationsprozesse zwischen Spieler und Trainer wurde vor allem mit Reflexionsfragen gearbeitet. Auf diese Weise konnte geklärt werden, wie sich die Athleten Rückmeldungen und Anweisungen ihres Trainers vorstellen, so dass diese auch den Bedürfnissen der Athleten Rechnung tragen. Es zeigte sich, dass oftmals „weniger mehr" wäre, beispielsweise, dass der Callroom besser als „Ruheraum" zu nutzen wäre, um den Spielern die Möglichkeit zu geben, sich in Ruhe auf jeweils „ihr" Spiel vorzubereiten.

Für die BC4-Spieler bestand die Möglichkeit, ihren Lehrgang intensiv zum Visualisierungstraining zu nutzen. Dieses wurde mittels der Thematik „Spielen des Jackballs" ausgearbeitet. Die Spieler entwickelten je für sich ein inneres Drehbuch, in dem sie die drei Sinne Hören, Spüren und Sehen integrieren sollten. Es wurden Videoaufnahmen hergestellt, die die Spieler später für sich weiterverwenden konnten. So wurde – angesichts der eher beschränkten Trainingsmöglichkeiten für die Athleten am Wohnort – eine Möglichkeit geschaffen, die Technik des Jackball-Spielens eigenständig zu verbessern und intensiv zu üben.

Für die BC-1 und -2 Spieler wurde ebenfalls ein Schwerpunkt zur Verbesserung der Kommunikation gelegt. Hierzu wurde insbesondere das Kommunikations-Skript „Boccia ABC" finalisiert. Mit diesem Skript wurde eine bebilderte und mit verbalen Erläuterungen angereicherte Dokumentation über die wichtigsten Anweisungen im Spiel, z. B. „Legen", „Schießen" oder „Drücken", geschaffen. Dieses „Boccia ABC" soll es den den Spielern erleichtern, trotz eingeschränkter verbaler Verständigungsmöglichkeit klare und präzise „Kommandos" zu vermitteln.

Das Skript dient darüber hinaus als Gedächtnisstütze, welches auch außerhalb der Trainingszeiten genutzt werden kann.

5 Coach-the-Coach Maßnahmen

Nahezu alle mit den Trainern durchgeführten Maßnahmen galten der Nachbereitung der während der Lehrgangsmaßnahmen an die Spieler vermittelten Inhalte. Außerdem wurden Konsequenzen für das Trainerverhalten erarbeitet, die sich aus der Wettkampfbegleitung ergeben hatten.

6 Fazit und Ausblick

Die Erkenntnisse aus diesem Betreuungsprojekt validieren praktische Erfahrungen aus abgeschlossenen bzw. noch laufenden Forschungs- und Betreuungsprojekten im Behindertensport, etwa aus den Sportarten Rollstuhlcurling und Schwimmen. Ein wesentliches Hemmnis, nachhaltige Ergebnisse einer sportpsychologischen Begleitung zu erreichen, stellen die derzeit noch typischen dezentralen Trainingsstrukturen dar. Kontakt zur Sportpsychologie blieb auf die zentralen Lehrgangsmaßnahmen sowie die Wettkampfbegleitung beschränkt. Eine kontinuierlichere Betreuung der Athleten wäre notwendig, wenn es Ziel wäre, dass die Athleten beispielsweise zu größerer Selbstständigkeit im Trainingsprozess angeleitet würden. Ähnlich wie in Betreuungsprojekten zum paralympischen Schwimmen stellte sich heraus, dass Motivation und Motivationsförderung zentrale Themenbereiche bilden. Mit Blick auf Fortentwicklungen im Bereich der Mannschaftswettkämpfe wären in weiterführenden Projekten Maßnahmen zur Teamentwicklung zu integrieren.

Die Begleitung von DBS-Athleten in der Sportart Boccia stellt an die Sportpsychologie besondere Anforderungen, die sich aus den verschiedenen Schweregraden der Behinderungen der Spieler ergeben. Standardisierte Vorgehensweisen über die Klassifizierungsebenen hinweg, zum Beispiel wenn grundlegende Basisfertigkeiten (z. B. zur Aktivierungsregulation) vermittelt werden sollen, erscheinen kaum möglich, da über die verschiedenen Klassifizierungsebenen hinweg keine einheitlichen Kommunikations- und Verständigungsmöglichkeiten existieren.

Mit Blick auf mögliche Forschung ergeben sich aus diesem Projekt verschiedene Impulse zur Entwicklung sportpsychologischer Anforderungsprofile im Behindertenleistungssport. Beispielsweise ergeben sich diese aus den erarbeiteten Schlüsselkompetenzen für Trainer und Sportler (z. B. spezifische Kommunikationsfähigkeiten).

Die bisherige sportpsychologische Betreuung erschuf eine tragfähige Basis zur Fortführung und Weiterentwicklung von Zusammenarbeit mit Blick auf die Paralympischen Spiele 2016 und 2020. Aus unserer Sicht konnten in diesem Projekt wichtige Zwischenschritte bereits erreicht werden: Die handelnden Sportpsychologen wurden in ihrer Rolle als Begleiter der Boccia Nationalmannschaft von Trainer, Co-Trainer und Athleten akzeptiert und wertgeschätzt. Auf individueller Ebene wurde erreicht, dass sich Spieler auf die Bearbeitung sportpsychologischer Themen erstmalig einließen und sich in diesen übten. Schließlich erwies sich die Einzelarbeit mit den Trainern als wertvoll, insbesondere weil dies positiv zur Weiterentwicklung kommunikativer Prozesse aber auch zur Strukturlegung in der Trainings- und Wettkampforganisation beitrug.

Workshops zur Persönlichkeitsentwicklung in der männlichen und weiblichen Jugend des Deutschen Handballbundes (DHB)

(AZ 071611/15)

Jeannine Ohlert[1,2] (Projektleitung), Jens Kleinert[1,2] & Lothar Linz

[1]Deutsche Sporthochschule Köln, Psychologisches Institut, Abteilung Gesundheit & Sozialpsychologie
[2]Das Deutsche Forschungszentrum für Leistungssport Köln – momentum

1 Problem

Nachwuchsleistungssportler und -sportlerinnen sehen sich im Alltag vor die Herausforderung gestellt, nicht nur ihren Sport erfolgreich zu meistern und sich weiter zu entwickeln, sondern auch mit den gestiegenen Anforderungen des Schul- und Ausbildungssystems umzugehen, um ihre Karriere außerhalb des Sports aufzubauen (Beckmann et al., 2006). Aus diesem Grund wird in verschiedenen Elite-Einrichtungen des Sports immer wieder die Persönlichkeitsentwicklung als wichtiges Ziel der Ausbildung genannt, konkrete Maßnahmen können die Einrichtungen jedoch in den seltensten Fällen vorweisen. Daher wurde im Jahr 2012 das Projekt „Entwicklung und Evaluation eines sportpsychologischen Rahmenkonzepts für die männliche und weibliche Jugend des Deutschen Handballbundes unter besonderer Berücksichtigung einer entwicklungspsychologischen Perspektive“ von den Antragsstellern ins Leben gerufen, welches seit 2013 durch das BISp gefördert wird (AZ IIA1-071001/13-15; siehe auch Ohlert, Kleinert & Linz in diesem Band). Das Projekt basiert auf dem Konzept der Entwicklungsaufgaben nach Havighurst (1974) sowie dem theoretischen Modell zur Förderung der Persönlichkeitsentwicklung nach Fend (2000), welches die Umwelt eines Menschen in die Pflicht nimmt, zur Persönlichkeitsentwicklung beizutragen. Das Projekt konnte jedoch zunächst nicht problemlos wie geplant durchgeführt werden, denn aufgrund von finanziell bedingten Kürzungen vor allem im weiblichen Nachwuchsbereich konnten die geplanten Interventionsmaßnahmen nicht wie vorgesehen umgesetzt werden. Weiterhin ergaben sich aus der zunächst verpassten WM-Qualifikation des A-Kaders Männer mit anschließendem Austausch des Bundestrainers einige Strukturwechsel im männlichen Bereich und unklare Zuständigkeiten, die dazu führten, dass die sportpsychologischen Workshops im männlichen Bereich ebenfalls nicht wie geplant stattfinden konnten. Hinzu kam aus den gleichen Gründen eine finanziell schwierige Situation des Verbandes speziell im Jahr 2015.

Seit Frühsommer 2014 schafft der DHB jedoch neue Strukturen und mit ihnen auch ein verstärktes Commitment zur langfristigen Einbindung der Sportpsychologie in den Rahmentrainingsplan des DHB. Im weiblichen Bereich wurden für das Jahr 2015 wieder deutlich mehr Lehrgänge angesetzt, so dass eine Integration von sportpsychologischer Betreuung wieder möglich war. Für den männlichen Bereich wurde ein Mentor für die Eliteförderung, Wolfgang Sommerfeld, eingeführt, welchem auch die Persönlichkeitsentwicklung der jungen Sportler verstärkt am Herzen liegt und der nun die Koordination der sportpsychologischen Workshops im Rahmen der Lehrgänge übernimmt. Der DHB hatte bereits im Rahmen des laufenden Projekts durch die damals zuständigen Verantwortlichen zugesichert, langfristig sowohl die sportpsychologische Diagnostik als auch Betreuung aller vier Jugendkader selbst zu tragen. Die zuständigen Personen standen zu diesem Wort, sahen sich allerdings aufgrund der finanziell angeschlagenen Situation im Verband in 2015 noch nicht in der Lage, die Aufwendungen für die sportpsychologischen Workshops komplett zu tragen. Für das Jahr 2015 wurde daher das Betreuungsprojekt beantragt, in dessen Rah-

men übergangsweise die Hälfte der für das Jahr anstehenden Workshops stattfand (die andere Hälfte der Workshops wurde aus dem Etat des DHB finanziert). Dabei erfolgte eine Angliederung an das bereits laufende Projekt. Auf diese Weise wurde durch die geplanten Maßnahmen die Datenbasis für die Evaluation und somit die Validität der Daten gestärkt, auf deren Basis der Rahmentrainingsplan Sportpsychologie für den DHB erstellt wurde.

2 Methode

Das Betreuungsprojekt richtete sich direkt an alle Jugendnationalkader des Deutschen Handballbundes. Auf beiden Geschlechterseiten gibt es jeweils zwei Jugendkader, einen der jüngeren und einen der älteren Jahrgänge. Der „ältere" Kader nimmt, so er sich qualifiziert, jeweils an kontinentalen Meisterschaften oder Weltmeisterschaften teil, je nachdem, welcher der beiden Wettbewerbe in dem laufenden Jahr gerade stattfindet. Im weiblichen Bereich beginnt die Arbeit mit dem jüngeren Kader jedoch erst zu Jahresende und wurde daher nicht mehr ins Projekt einbezogen.

Es wurden pro Kader zwei Workshopthemen ausgewählt, welche im Laufe eines Jahres in Gruppenworkshops erarbeitet werden sollten. Die Auswahl der Themen erfolgte folgendermaßen: Es wurde eine Matrix der Themen erstellt, in welcher einerseits die von den Spielerinnen und Spielern genannte Wichtigkeit der Themen und andererseits die vorhandene mentale Kompetenz aufgrund der Diagnostik abgetragen ist. Es wurden diejenigen zwei Themen selektiert, welche bei hoher Relevanz für den jeweiligen Kader gleichzeitig die höchsten Defizite anhand der Diagnostik aufwiesen. Diese Auswahl erfolgte getrennt nach Geschlecht und Kadergruppe. Die Erstellung und Durchführung der Workshops erfolgte durch die bereits im Verband tätigen betreuenden Sportpsychologen. Dies ist insofern sinnvoll, als eine wesentliche Grundlage für gute Betreuungsqualität ein Vertrauensverhältnis zwischen Spielerinnen und Spielern sowie Sportpsychologe ist (Beckmann & Elbe, 2008; Kleinert & Wippich, 2012). Dieses Vertrauen kann sich erst im Verlaufe häufiger Kontakte herausbilden.

Um zu gewährleisten, dass die Arbeit der betreuenden Sportpsychologen im Sinne des Projekts erfolgt, wurde vor Beginn ein gemeinsames Briefing der beteiligten Personen durchgeführt. Zusätzlich erfolgte eine Qualitätssicherung der Erstellung und Durchführung der Workshops nach den innerhalb des BISp-Projekts „Qualitätssicherung in der Sportpsychologie" erarbeiteten Kriterien (u. a. Kleinert & Brand, 2011). Die Workshopinhalte wurden aus der relevanten Literatur, aufgrund der Erfahrungen früherer und aktueller Projekte im Nachwuchsbereich (z. B. Basketball-Talente – Langenkamp, 2008; mentaltalent – Anderten & Kleinert, 2015; Eliteschulen des Sports – Kleinert & Linz, 2008) sowie aus bereits vorhandenen Plänen der beteiligten Sportpsychologen erarbeitet.

Die Workshops wurden auf zwei zweitägige Kaderlehrgänge innerhalb einer halben Saison verteilt. Auf diese Weise erarbeiteten die Spielerinnen und Spieler innerhalb einer Saison zwei Workshopthemen in insgesamt vier Lehrgängen. Dabei wurde die Gruppe geteilt, so dass ein Teil zunächst ein Thema behandelte und der andere Teil mit dem anderen Thema begann. Diese Aufteilung ist relevant für die Evaluation der Einheiten. Die Workshops wurden in bestehende Lehrgangskonzepte eingebunden. Dieses Gruppensetting hat sich als praktikabel und gewinnbringend in der Arbeit mit jugendlichen Sportlerinnen und Sportlern erwiesen (vgl. z. B. Anderten & Kleinert, 2015; Engbert, Bührung & Beckmann, 2011). Zusätzlich bekamen die Teilnehmenden Trainingsaufgaben zur behandelten Thematik, welche unmittelbar im Lehrgang umgesetzt werden konnten. Außerdem erhielten sie Hausaufgaben, welche sie in der Zeit zwischen den beiden Lehrgängen erledigen sollten.

Die Evaluation der Workshops erfolgte mittels eines Warte-Kontrollgruppen-Designs: Durch die randomisierte Aufteilung der Teilnehmenden auf die beiden selektierten Themen diente während der ersten Halbsaison die jeweils andere Gruppe, welche das Thema nicht bearbeitete, als Kontrollgruppe. Vor der Behandlung des zweiten Themas wurde daher eine per Codes anonymisierte Befragung mit den teilnehmenden Spielerinnen und Spielern durchgeführt, welche spezifische Instrumente zu den bearbeiteten Themenkomplexen enthielt. Auf diese Weise

konnte herausgefunden werden, inwiefern erfolgte Verbesserungen in der Interventionszeit auch wirklich auf die jeweiligen Workshops zurückgeführt werden konnten. Gleichzeitig wurde sichergestellt, dass alle Teilnehmenden beide Themen bearbeiteten. Zusätzlich wurde nach Ende eines Themas mit dem QS17 (Kleinert & Ohlert, 2014) anonym überprüft, ob auch aus subjektiver Sicht der teilnehmenden Personen die Workshops erfolgreich waren.

3 Ergebnisse

Insgesamt wurden in 2015 Workshops in vier verschiedenen Jugendkadern durchgeführt: Im weiblichen Bereich wurden mit der A-Jugend die Themen *Selbstgesprächsregulation* und *Selbstwirksamkeitserwartung* erarbeitet. Im männlichen Bereich bekam der Jahrgang 99 sowie die Jahrgänge 96/97 jeweils die Themen *Weniger Fehler unter Druck* sowie *Wettkampfbezogene Entspannung* zu hören, mit dem Jahrgang 98 wurden *Stressresistenz* und *Umgang mit Nervosität* thematisiert. Durch die jeweils ganztägige Anwesenheit des Sportpsychologen konnten zudem noch Einzelbetreuungen und Trainercoachings realisiert werden.

Abb. 1: Sportpsychologischer Workshop mit der weiblichen Jugendmannschaft des DHB.

Die Evaluation der innerhalb dieses Betreuungsprojekts realisierten Workshops wurde in die Evaluation der über das Forschungsprojekt durchgeführten Workshops integriert und wird daher hier nicht separat dargestellt (siehe auch Ohlert, Kleinert & Linz in diesem Band). Sportlich war das Jahr für die DHB-Jugenden unterschiedlich erfolgreich: so konnte die weibliche Jugend die Europameisterschaft mit Platz 9 und der erfolgreichen Qualifikation für die Weltmeisterschaft im kommenden Jahr abschließen. Die männliche Jugend des Jahrgangs 96/97 verpasste bei der U19-Weltmeisterschaft den Einzug ins Achtelfinale knapp und belegte am Ende Platz 17. Der Jahrgang 98/99 wurde zunächst Zweiter beim Vier-Länder-Turnier und gewann anschließend den hochkarätig besetzten Sparkassen-Cup. Da die Workshops jedoch in erster Linie auf die langfristige Entwicklung abzielten, waren die sportlichen Ergebnisse zunächst zweitrangig. Eine Erkenntnis aus den Turnieren war auf Seiten der Trainer jedoch der Wunsch, in Zukunft den Sportpsychologen schon im Jugendbereich beim ersten großen Turnier dabei haben zu können, um die jungen Spielerinnen und Spieler in dieser für sie sehr großen Drucksituation noch besser unterstützen zu können.

4 Diskussion

Die im Projekt geplanten Workshops konnten wie geplant durchgeführt und ins Forschungsprojekt integriert werden, so dass hier eine optimale Verzahnung der beiden Projekte stattfand. Zudem machte sich die seit 2013 laufende Zusammenarbeit mit den beteiligten Sportpsychologen bemerkbar, was einen reibungslosen Ablauf des Projekts ermöglichte. Die Workshops wurden von den Spielerinnen und Spielern auf der einen Seite, aber auch von den beteiligten Bundestrainern auf der anderen Seite sehr geschätzt, so dass diesen auch ausreichen Raum bei den Lehrgängen eingeräumt wurde.

Die Workshops trugen zudem zur Systematisierung der sportpsychologischen Betreuung im Rahmen der neuen Verbandskonzeption des DHB (Linz & Ohlert, 2016) bei, so dass hier ein langfristiger Transfer in den eigenen Verband gewährleistet ist. Zudem kann die erstellte Verbandskonzeption als Modell für die Konzeptionen weiterer Spitzenverbände dienen.

5 Literatur

Anderten, M. & Kleinert, J. (2015). MentalTalent – Sportpsychologische Betreuung für den Nachwuchsleistungssport in NRW. *Leistungssport, 45* (6), 12-18.

Beckmann, J. & Elbe, A.-M. (2008). *Praxis der Sportpsychologie im Wettkampf- und Leistungssport*. Balingen: Spitta.

Beckmann, J., Elbe, A.-M., Szymanski, B. & Ehrlenspiel, F. (2006). *Chancen und Risiken. Vom Leben im Verbundsystem von Schule und Leistungssport*. Köln: Sportverlag Strauß.

Engbert, K., Bührung, N. & Beckmann, J. (2011). Sportpsychologische Betreuung der Ski-Alpin Herren Nationalmannschaft des Deutschen Skiverbandes (DSV). In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2010/2011* (S. 249–252). Köln: Sportverlag Strauß.

Fend, H. (2000). *Entwicklungspsychologie des Jugendalters: Ein Lehrbuch für pädagogische und psychologische Berufe*. Opladen: Leske + Budrich.

Havighurst, R.J. (1974). *Developmental tasks and education* (3rd ed.). New York: McKay.

Kleinert, J. & Brand, R. (2011). Qualitätsmanagement in der sportpsychologischen Betreuung im Leistungssport. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 18* (2), 60-72.

Kleinert, J. & Linz, L. (2008). *Systematische Entwicklung mentaler Stärke bei Nachwuchsathleten am Standort der Eliteschule des Leistungssports in Leverkusen*. Projekt des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Bonn (AZ 071603/06-08).

Kleinert, J. & Ohlert, J. (2014). Ergebnisqualität in der sportpsychologischen Beratung und Betreuung. Konstruktion und erste Ergebnisse des Befragungsinventars QS17. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 21* (1), 13-22.

Kleinert, J. & Wippich, S. (2012). Vertrauen als Merkmal von Beziehungsqualität. Modellentwicklung und explorative Interviews im Kontext sportpsychologischer Betreuung. *Organisationsberatung, Supervision, Coaching, 19*, 425-441.

Langenkamp, H. (2008). Diagnostische Informationen zur Talentsichtung aus sportpsychologischer Sicht. In A. Ferrauti, P. Platen & J. Müller (Hrsg.), *Sport ist Spitze. Nachwuchsleistungssport in Nordrhein-Westfalen auf dem Prüfstand* (S. 198–209). Aachen: Meyer & Meyer.

Linz, L. & Ohlert, J. (2016). Sportpsychologische Verbandskonzeption des Deutschen Handballbundes 2016-2020. Köln: Sportverlag Strauss.

Diagnostik und Evaluation für den Nachwuchs im Wasserspringen: Ableitungen für Sportler, Trainer und Sportpsychologen

(AZ 071612/15)

Oliver Stoll (Projektleitung), Ina Blazek & Jan Pithan
Universität Halle-Wittenberg, Philosophische Fakultät II,
Institut für Kommunikation, Medien und Sport, Department Sportwissenschaft

1 Einleitung

Aufgrund der Kooperation des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp) mit dem Deutschen Schwimmverband (DSV), Fachsparte Wasserspringen und der Martin-Luther-Universität, Department Sportwissenschaft, Arbeitsbereich Sportpsychologie, konnten in den vergangenen 4 Jahren sowohl Forschungs- als auch Betreuungsprojekte umgesetzt werden. So beraten die sportpsychologischen Experten Prof. Dr. Oliver Stoll und M.A. Ina Blazek sowie M.A.. Jan Pithan die Fachsparte Wasserspringen bei Trainer- aus- und -fortbildungen und nationalen sowie internationalen Maßnahmen und Wettkämpfen. Der hieraus entstandene Transfereffekt wird vom Institut für angewandte Trainingswissenschaft (IAT) in Leipzig durch Dr. Thomas Köthe und Dr. Niklas Noth unterstützt.

2 Umsetzung

Um die neu gewonnenen Forschungserkenntnisse des Forschungsprojektes zur Videounterstützung im Wasserspringen (Pithan & Stoll, 2012) evaluieren und für die Praxis nutzbar zu machen, wurden innerhalb des Betreuungsprojektes 2015 die adaptierten Interventionsansätze im Wasserspringen umgesetzt. Dadurch können nun einheitliche Qualitätsstandards für die Umsetzung des Mentalen Trainings nach dem PETTLEP-Ansatz (Holmes & Collins, 2001) für die Athleten und Athletinnen und die zu betreuenden Stützpunkttrainer- und -trainerinnen gegeben werden. Das Bewegungsvorstellungstraining gilt als zentraler Bestandteil der sportpsychologischen Betreuung im Wasserspringen. Ebenfalls wurden neben dem Bewegungsvorstellungstraining auch weitere Interventionsansätze zur Motivationsregulation und Einstellungskontrolle während der Betreuungstage mit den Athleten und Athletinnen umgesetzt:

- Verfahren zur Konzentrationssteigerung (orientiert an Engbert, 2011)
- Psychoregulation (Autogenes Training nach Schultz (1952))
- Psycho-Hygiene (PT) Atmung nach Preis (2014).

Laut Projektantrag sollten auch neue Erkenntnisse zur Persönlichkeitsforschung im Wasserspringen erzielt werden. Dieses Vorhaben konnte jedoch aufgrund der begrenzten 20 Betreuungstage nicht realisiert werden. Vielmehr wurden diese benötigt, um die Vor- und Nachmessungen an den drei verschiedenen Stützpunkten – Dresden, Berlin und Halle – durchzuführen, die die Evaluierung des videounterstützten Bewegungsvorstellungstrainings für die Athleten und Athletinnen ermöglicht haben. Weiterhin dienten Wettkampfbeobachtungen im Projektverlauf dazu, den Einsatz der am PETTLEP-Ansatz orientierten Übungen zur Bewegungsvorstellung zu prüfen und deren Wirksamkeit, zumindest auf einer qualitativen Ebene bei den Athleten und Athletinnen zu erfragen.

3 Inhaltliche Schwerpunkte

Der Schwerpunkt des Betreuungsprojektes 2015 lag in der Evaluierung des sportartspezifischen Mentalen Trainings nach dem PETTLEP-Ansatz

(Holmes & Collins, 2001), welches im bewilligten Forschungsprojekt entwickelt wurde (Pithan & Stoll, 2012). Gemäß dem Forschungsprojekt wurde zu Beginn des Bewegungsvorstellungstrainings eine umfangreiche Diagnostik mit den Athleten und Athletinnen durchgeführt. Da die EEG-Messungen sehr zeitaufwendig waren, nahmen durch die Trainer und Trainerinnen 16 ausgewählte Athleten und Athletinnen (C-Kader) teil. Die Ergebnisse dienten als Grundlage für die individuelle videogestützte Gestaltung des Bewegungsvorstellungstrainings. Sowohl Bewegungsvorstellungen (BV) als auch Bewegungsbeobachtungen (BB) dienten dabei im Training den simulierten Bewegungen. Wie im folgenden Abschnitt nachzulesen, wurden erste Untersuchungsergebnisse bereits zur asp-Tagung im Mai 2015 in Freiburg präsentiert und veröffentlicht (Pithan, Blazek & Stoll, 2015). Die vollständigen Forschungsergebnisse werden in der Dissertation von Jan Pithan noch 2016 veröffentlicht.

2.1 Methode

Untersuchungsgegenstand war nach Rücksprache mit den Trainern und Trainerinnen ein 2,5 Auerbach, gehockt (305c) von 3 Meter. Teilgenommen an der Erhebung mittels EEG (32-Kanal) haben 16 Wasserspringer und Wasserspringerinnen (C-Kader). Vergleichspunkte und Grundlage der ereignis-korrelierten Desynchronisation der zentralen Alpha-Aktivität (8-12 Hz; (2 x 2000 ms) der BV (intern; BVi/ extern; BVi) und BB (intern; BBi/ extern; BBe).

2.2 Ergebnisse

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung im 4(Zeit) x 4(Bedingungen)-Design ergab Haupteffekte für Zeit ($p = .052$) und Bedingung ($p < .001$) und einen Interaktionseffekt Zeit*Bedingung ($p < .001$). Innersubjekt Kontraste zeigten Unterschiede zwischen BV und BB ($p = .002$). Eine Differenzierung zwischen den Perspektiven war bei der BB ($p = .004$), nicht aber bei der BV möglich (siehe Tab. 1).

2.3 Diskussion

Die fehlende Differenzierbarkeit der visuellen Perspektive bei der BV lässt sich durch den uneinheitlichen und gemischten Gebrauch der Athleten und Athletinnen erklären. BBi scheint einen Mehrwehrt zur bereits im Training genutzten BBe zu bieten.

4 Transfereffekte

Die gewonnenen Daten und sportpsychologischen Erkenntnisse wurden den Trainern und Trainerinnen sowohl in der Jugendtrainertagung im September 2015 als auch bei der Trainer-A-Lizenzverlängerung im November durch die Projektmitarbeiter Jan Pithan und Ina Blazek referiert. Es sind bereits weitere Schulungen der Trainer und Trainerinnen im März 2016 in Zusammenarbeit mit dem IAT in Leipzig geplant. Die bisherigen Erkenntnisse und entstandenen sportpsychologischen Trainingsformen im Wasserspringen werden praxisnah aufbereitet (siehe Tab. 2); somit haben die Sportlerinnen und Sportler die Möglichkeit, die in den Maßnahmen kennengelernten Übungen und deren Durchführung zu reflektieren. Unabhängig von der Anwesenheit der Verbandspsychologen können die an den Stützpunkten Leipzig, Berlin, Rostock und Dresden tätigen sportpsychologischen Experten und Expertinnen die Kaderathleten und Kaderathletinnen einheitlich und qualitätsgesichert im Wasserspringen unterstützen.

Aus den vergangenen Jahren der Zusammenarbeit ist die Nachfrage der kontinuierlichen sportpsychologischen Beratung für die Fachsparte

Tab. 1: Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
age	16	13	18	15,06	1,611
exp	16	5	13	9,12	1,962
gender	16	1	2	1,63	.,500
gültige Werte (Listenweise)	16				

Wasserspringen gewachsen. So ist die Betreuung im Nachwuchsbereich auch für 2016 geplant. Weiterhin bilden die Verbandspsychologen Oliver Stoll und Ina Blazek die angehenden Trainer und Trainerinnen im Bereich der Sportpsychologie weiter und stehen ebenfalls im Dialog mit den Verantwortlichen für Wasserspringen im IAT Leipzig.

Tab. 2: Sportpsychologische Tools zur Beratung und Betreuung im Nachwuchs-Wasserspringen

Interventionen	Alter	Anwendung	Inhalte
Emotionsregulation	Ab 10 Jahren	Zu Beginn geführt durch die sportpsychologischen Experten /Expertinnen, dann eigene Anwendung durch die Athleten und Athletinnen in kritischen Trainings- und Wettkampfsituationen	Gedankensteuerung mithilfe eines selbstgewählten Symbols: negative Selbstgespräche in positive umformulieren
	Ab 10 Jahren	Zu Beginn im Liegen, später im Sitzen (Droschkenkutschersitz) oder Stehen	Atementspannung mithilfe von Wörtern: „ein“ und „aus“
		Zu Beginn in entspannten Situationen zu Hause oder direkt nach dem Training, Anleitung vom Sportpsychologen oder dem Trainer, auch als Audioversion möglich - später Anleitung durch die Sportler bzw. Sportlerinnen selbst	Autogenes Training extra für Kinder und klassisch nach Schultz
	Ab 12 Jahren	Zu Beginn wird der Body Scan eingesetzt, später dann Konfrontationen mit emotional belastenden Situationen	Übungen der Achtsamkeit „Im Hier und Jetzt“ sein - alles darf sein und hat seinen Platz - Akzeptanz aufbauen - ICH-Botschaften - Bewusste Körperwahrnehmung
Motivationsregulation	Ab 10 Jahren	Ausgangspunkt: ITP-Gespräche, vierteljährliche Rücksprachen mit Trainern/Trainerinnen: Ziel erreicht oder nicht? Dabei wird zwischen Prozess- und Ergebniszielen unterschieden.	Zielsetzung
	Ab 10 Jahren-Übergang Grundschule-Sportschule	Vereinbarkeit von Schule und Leistungssport - Wochenpläne mit entsprechenden Aufgaben und Erholungsphasen erarbeiten	Selbstmanagementtraining
	Ab 10 Jahren	Nach Trainingseinheiten und Wettkämpfen im Gespräch mit den Trainern/Trainerinnen oder den betreuenden sportpsychologischen Experten/Expertinnen	Attributionstraining nach Erfolg und Misserfolg
Bewegungsvorstellung	Ab 10 Jahren	Beobachtung außen durch Videoanalyse der eigenen Sprünge, bei Neuerlernungen: Sprünge anderer Sportler auf Expertisenniveau	Mentales Training im engeren Sinne nach dem PETTLEP-Ansatz
		Die ideomotorische Perspektive kann bei den Athleten durch folgende Fragen nach den Sprüngen geschult werden: Was hast Du im Sprung bemerkt? Wo hattest Du genug oder zu wenig Spannung?	Ideomotorisches Training

5 Literaturverzeichnis

Blazek, I. & Stoll, O. (2011). Chancen der Sportpsychologie im Wasserspringen. *Swim & More, (2)*, 12.

Engbert, K. (2011). *Mentales Training im Leistungssport. Ein Übungsbuch für den Schüler- und Jugendbereich*. Stuttgart: Neuer Sportverlag.

Holmes, P.S., & Collins, D.J. (2001) The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of applied sport psychology, 13* (1), 60-83.

Pithan, J.M. & Stoll, O. (2012). Technische Lösung zur Erweiterung des videogestützten Techniktrainings im Wasserspringen um die interne Perspektive. *Leistungssport, 42* (5).

Pithan, J.M., Blazek, I. & Stoll, O. (2015). Der Einfluss von Bewegungsvorstellung und –beobachtung auf die zentrale Alpha-Aktivität im Wasserspringen. In: K. Wunsch, J. Müller, H. Mothes, A. Schöndube, N. Hartmann, & R. Fuchs (Hrsg.), *Stressregulation und Sport*. Hamburg: Wertdruck.

Preis, F. (2014). *Sportpsychologisches Athletentraining (SAT). Das Manual für Sportpsychologen*. Leipzig: Mediendesign.

Schultz, J. H. (1952). *Autogenes Training – Konzentrative Selbstentspannung* (7. Aufl). Stuttgart: Thieme Verlag.

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung der Nationalmannschaft Behindertensport Sportschützen

(AZ 071619/15)

Dafni Bouzikou & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam

1 Einführung

Das Ziel der sportpsychologischen Betreuung der Nationalmannschaft der Behindertensport-Sportschützen war die Optimierung der Leistungsvoraussetzung der Athletinnen und Athleten, die Entwicklung einer gut funktionierenden Trainingsgruppe und die Unterstützung des Trainerteams bei der Erreichung möglichst vieler Quotenplätze für die Paralympics 2016 in Rio de Janeiro.

Die Mannschaft vom Cheftrainer Rudi Krenn erkämpfte sich 2015 in den IPC Weltcups in Kroatien, Australien und USA fünf Quotenplätze in 4 Disziplinen (R1, R3, R6, R8). Damit belegte Deutschland zusammen mit drei weiteren Ländern den guten 10. Platz. Insgesamt haben 40 Länder Quotenplätze im Sportschießen errungen. Die Quotenplätze für Deutschland sicherten Natascha Hiltrop, Elke Seeliger, Bernhard Fendt, Norbert Gau, Josef Neumaier.

2 Verlauf, Methode und Ergebnisse

Die Athletinnen und Athleten, der Cheftrainer, die Disziplintrainer und die Physiotherapeuten haben der sportpsychologischen Betreuung von Anfang eine große Bedeutung beigemessen. In der Sportart Sportschießen muss niemand mehr überzeugt werden, dass sportpsychologisch ausgeprägte Fähigkeiten und Fertigkeiten Vorrausetzung zur Erbringung von sportlichen Höchstleitungen sind.

Deshalb waren alle Teilnehmenden im Hinblick auf das Projekt sehr offen, erwartungs- und hoffnungsvoll gestimmt.

Die Betreuungsarbeit, erfolgte im Rahmen der Lehrgänge und den Weltcup Qualifikationen (Februar-Mai) in Suhl und gliederte sich in die folgenden Arbeitsschwerpunkte:

2.1 Gruppenentwicklungsmaßnahmen

Sportschießen ist eine Individualsportart, in der jede Athletin und jeder Athlet im Wettkampf ganz auf sich allein gestellt ist und er oder sie keinerlei Unterstützung von seinen Teamkolleginnen und Teamkollegen bekommt. Trotzdem sind alle in einer festen Trainingsgruppe, sobald sie für die Nationalmannschaft nominiert werden. Die Gruppenprozesse galt es zu verstehen und gemeinsam eine Gruppenwirklichkeit zu erarbeiten. Dazu standen Themen wie Erarbeitung gemeinsamer Ziele, Werte, Visionen und die sozialen Gruppenregeln im Vordergrund. Dies geschah in Form von Workshops, die bei den jeweiligen Lehrgängen stattfanden.

Abb. 1: Eindrücke aus den Workshops

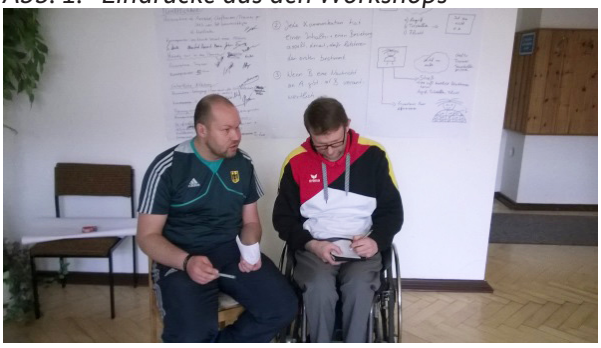


Abb. 2-4: Eindrücke aus den Workshops

2.2 Individuelle Betreuung der Athleten

Zu Beginn der sportpsychologischen Betreuung der Athletinnen und Athleten standen das gegenseitige Kennenlernen und die Bildung einer vertrauensvollen Arbeitsbeziehung im Vordergrund.

Bei allen war ein Bewusstsein vorhanden, dass psychische Regulationsvoraussetzungen leistungsbestimmend sind. Schlechte Schießergebnisse wurden oft auf sportpsychologische Ursachen zurückgeführt. Vor allem, wenn fest stand, dass es keine technischen Defekte gab.

Die Grundlage der sportpsychologischen Betreuung war neben der Trainingsbeobachtung die Auswertung und Besprechung der Ergebnisse aus den diagnostischen Fragebögen.

Folgende Fragebögen wurden eingesetzt:

- AMS-Sport (Achievement Motivation Scale-Sport) – Fragebogen zur Leistungsmotivation (Elbe, Wenhold, & Müller, 2005)
- VKS (Volitionale Komponenten im Sport) – Fragebogen zu Fertigkeiten und Defiziten in der Selbstregulation (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009)
- WAI-T (Wettkampfangst-Inventar-Trait) – Fragebogen zur Wettkampfängstlichkeit (Brand, Ehrlenspiel, & Graf, 2009).

Basierend auf den schon vorhandenen sportpsychologischen Fertigkeiten und Fähigkeiten und auf den Fragebögen-Ergebnissen, wurden in Einzelgesprächen mit den Athletinnen und Athleten die individuellen sportpsychologischen Trainingsmaßnahmen aufgezeigt. Dies waren unter anderem Atemübungen/Atementspannungsübungen, Selbstregulationsgespräche, Aufmerksamkeitsregulation, Angst- und Stressbewältigung und Misserfolgsverarbeitung.

Bei jedem Lehrgang wurden im Training gezielt Drucksituationen unter sehr wettkampfnahen Bedingungen simuliert. Dadurch konnten die Athletinnen und Athleten die mentalen Techniken ausprobieren und überprüfen, so dass sie bei Bedarf neu angepasst werden konnten. Den Athletinnen und Athleten wurde nahe gelegt, die abgestimmten mentalen Techniken in ihre Trainingsroutine beim Heimtraining zu integrieren.

Weitere Themen in den Einzelgesprächen mit den Athletinnen und Athleten waren die eigene Rolle, Integration und Akzeptanz in der Gruppe, der Umgang mit Konkurrenz und Kooperation innerhalb der Trainingsgruppe, die Beziehung zum Cheftrainer und den Disziplintrainern, private, familiäre Probleme, Vereinbarkeit der selbstständigen Trainingsplanung/Trainingsdurchführung (viele Athletinnen bzw. Athleten haben keinen Heimtrainer oder eine Heimtrainerin) mit Schule/Studium/Beruf.

2.3 Sportpsychologische Teamsupervision mit dem Cheftrainer, den Disziplintrainern und dem Physiotherapeuten

Im Fokus der Teamsupervision stand die Reflektion der Arbeit mit den Athletinnen und Athleten.

Der Gewinn für die Teilnehmenden war die Verbesserung der Rollenkompetenz, des Rollenverständnisses (mit den oft widersprüchlichen an sie herangetragenen Erwartungen), die Sensibilisierung der Selbst- und Fremdwahrnehmung, die Erweiterung der Kommunikations- und Konfliktfähigkeit.

Darüber hinaus waren die Sitzungen ein Beitrag zur Qualifizierung der Arbeit und dienten als eine ressourcenorientierte Unterstützungsmaßnahme. Durch die sehr offene Bereitschaft aller Beteiligten konnten Konflikte früh aufgedeckt, besprochen und gelöst werden.

2.4 Einzelsitzungen mit dem Cheftrainer

Ein fester Bestandteil der sportpsychologischen Betreuung waren die Einzelgespräche mit dem Cheftrainer Rudi Krenn. Die sportpsychologische Expertin und der Cheftrainer hatten eine sehr vertrauensvolle Arbeitsbeziehung aufbauen können, die es ermöglichte, offen über Themen wie Führung, Kommunikation und den Umgang mit Konflikten zu sprechen.

Darüber hinaus war die hohe Bereitschaft und Fähigkeit des Cheftrainers zur ständigen Selbstreflexion und damit auch zu einem ständigen Ausbalancieren von angemessener Nähe und Distanz in professionellen Beziehungen zu den Athletinnen und Athleten optimal.

3 Ausblick und Fazit

Das oben vorgestellte Projekt wurde mit der finanziellen Unterstützung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (BISp) umgesetzt. Die Betreuungsarbeit wurde als sehr hilfreich erlebt und dankend von allen Beteiligten der Nationalmannschaft angenommen.

Die Erreichung der 5 Quotenplätze für RIO 2016 war ein guter Erfolg. Im Vergleich zu den vergangenen Jahren fiel bei den internationalen Wettkämpfen auf, dass durch das neue Qualifikationssystem im Sportschießen die Konkurrenz in den anderen Ländern mit größerer Professionalität, Kontinuität und Systematik in der Vorbereitung der Athleten und Athletinnen arbeitet.

Im Hinblick auf die Paralympischen Spiele 2016 in Rio de Janeiro ist eine Weiterführung der sportpsychologischen Betreuungsarbeit wünschenswert, damit die begonnene gute Zusammenarbeit mit den Athletinnen und Athleten dem Cheftrainer und seinem Betreuerteam ausgebaut werden kann.

Das Ziel jedoch ist, über das Jahr 2016 hinaus die sportpsychologische Betreuung im Sportschießen des DBS als festen Bestandteil der Trainings- und Wettkampfpraxis zu etablieren. Dafür müsste der DBS auch finanzielle Mittel für die Nationalmannschaft zu Verfügung stellen.

4 Literatur

Antonovsky, A. & Franke, A. (1997). *Salutogenese: Zur Entmystifizierung der Gesundheit*. Tübingen: DGVT-Verlag.

Beckmann, J. (1991). Erhöhte Konzentration als Folge von Aufmerksamkeitsstörungen: Ein Zwei-Phasen-Modell. In J.-P. Janssen, E. Hahn & H. Strang (Hrsg.), *Konzentration und Leistung* (S. 75–85). Göttingen: Hogrefe.

Beckmann-Waldenmayer, D. (2012). Ein systemisches Betreuungsmodell für den Nachwuchsleistungssport. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Hrsg.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (S. 70-81). Balingen: Spitta.

Beckmann, J. (2012). Sportpsychologische Praxis. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Hrsg.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (S. 11-20). Balingen: Spitta.

Brand, R., Ehrlenspiel, F. & Graf, K. (2009). *Wettkampf-Angst-Inventar (WAI). Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampfängstlichkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Draksal, M. (1987). *Psychologie im Schießsport*. Leipzig: Draksal.

Draksal, M. (2003). *Mentale Wettkampfvorbereitung für Sportschützen. Ein praktisches Arbeitsbuch für den Schießsport* (2., völlig überarb. Neuauflage). Leipzig: Draksal.

Draksal, M. (2005). *Mehr Konzentration im Sport. Das große Handbuch für Sportler, Übungsleiter und Trainer*. Leipzig: Draksal.

Eberspächer, H. (1990). *Mentales Training. Ein Handbuch für Trainer und Sportler* (5. Auflage). München: Copress 2001.

Elbe, A.-M. (2004). Testgütekriterien des Deutschen Sport Orientation Questionnaires. *Spectrum der Sportwissenschaft, 16*, 96-107.

Elbe, A.-M., Wenhold, F. & Müller, D. (2005). Zur Reliabilität und Validität des AMS-Sport – ein Instrument zur Bestimmung des sportspezifischen Leistungsmotivs. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 12*, 57-68.

Engbert, Kai (2011). *Mentales Training im Leistungssport*. Stuttgart:Neuer Sportverlag.

Eskau, A. (2011). *Gesundheitsmanagement und Sportpsychologie im Leistungssport der Menschen mit Behinderungen* (Arbeitstagung, 31. Mai & 1. Juni 2011 in Bonn). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.

Herrigel, Eugen (2003). *Zen in der Kunst des Bogenschießens*. München: Barth-Verlag.

Hoog, J. & Kellmann, M. (2002). Debriefing im Leistungssport. *Psychologie und Sport, 9*, 90-96.

Kaminski, G. (1994). „Konzentration" im Sport aus transaktionaler Sicht. *Psychologie und Sport, 1*, 43–55.

Kellmann, M.& Beckmann, J. (2004). Sport und Entspannungsverfahren. In D. Vaitl & F. Petermann (Hrsg.), *Entspannungsverfahren. Das Praxishandbuch* (S. 320-331). Weinheim: Beltz.

Kleinert, J. (2003). Erfolgreich aus der sportlichen Krise. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen. In *BLV Sportwissen* (S. 175). München: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Kratzer, H. (2000). Psychologische Inhalte der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung. *Leistungssport, 3*, 4-10.

Langenkamp, H. (2009). Sportpsychologische Betreuung der Olympiamannschaft – Teil Leichtathletik – bei den Olympischen Spielen in Peking 2008. In G. Neumann (Hrsg.), *Sportpsychologische Betreuung des deutschen Olympia- & Paralympicteams 2008. Erfolgsbilanzen – Erfahrungsberichte – Perspektiven* (S. 35-53). Köln: Sportverlag Strauß.

Liesenfeld, M. (2009). Sportpsychologische Betreuung der Schwimmnationalmannschaft. In G. Neumann (Hrsg.), *Sportpsychologische Betreuung des deutschen Olympia- & Paralympicteams 2008. Erfolgsbilanzen – Erfahrungsberichte - Perspektiven* (S. 55-58). Köln: Sportverlag Strauß.

Liesenfeld, M. (2012). Sportpsychologische Beratung im Schwimmsport. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Hrsg.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (S. 316-324). Balingen: Spitta.

Linz, L. (2004). *Erfolgreiches Teamcoaching. Ein sportpsychologisches Handbuch für Trainer*. Aachen: Meyer& Meyer

Nimz, G. (2012). *Der Sportpsychologe im Trainerstab: Entwicklung eines systemtheoretischen Modells zielführender Kommunikationsbeziehungen im Spitzensport*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.

Schippke, D. & Roth, K (1999). Techniktraining im Spitzensport: Das Prinzip der optimalen Aufmerksamkeitszuwendung. In D. Alfermann & O. Stoll, (Hrsg.), *Motivation und Volition im Sport – Vom Planen zum Handeln* (S. 248-253). Köln: bps.

Schulz von Thun, F. (1998). *Miteinander reden 1. Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Reinbek: Rowohlt.

Schwarzer, R. (1993). *Stress, Angst und Handlungsregulation* (3. überarb. und erweiterte Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.

Reinkemeier, H. & Bühlmann, G. (2010). *Die Psyche des Schusses* (2. Auflage). Dortmund: MEC-Verlag.

Rosenberg, M.(2006] *Gewaltfreie Kommunikation. Aufrichtig und einfühlsam miteinander sprechen. Neue Wege in der Mediation und im Umgang mit Konflikten*. Paderborn: Junfermann.

Wenhold, F., Elbe, A.-M.& Beckmann, J. (2009). Volitionale Komponenten im Sport (VKS), Manual. Köln: Sport und Buch Strauß.

Sportpsychologische Betreuung der Rollstuhlcurling Nationalmannschaft 2014/2015

(AZ 071620/15)

Sandra Ückert (Projektleitung), Kai Engbert & Christian Heiss
Hochshule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst GmbH, Berlin

1 Problem

Das Nationalteam Rollstuhlcurling konnte bereits seit einigen Jahren seine Leistungsfähigkeit in wichtigen Wettkämpfen nicht abrufen. So wurde mehrfach der Aufstieg in die Weltgruppe verpasst, und auch die paralympischen Winterspiele 2014 fanden ohne Beteiligung des Deutschen Rollstuhlcurling Nationalteams statt. Auf Initiative des verantwortlichen Bundestrainers Bernd Weisser wurde im Herbst 2014 erstmals ein Sportpsychologe als Teil des Funktionsteams um das Nationalteam integriert. Die sportpsychologische Betreuung verfolgte dabei team- und individuumsbezogene Ziele. Auf Teamebene stand die Erhöhung einer kollektiven Selbstwirksamkeit, sowie die Verbesserung der mannschaftlichen Geschlossenheit im Fokus. Auf Ebene der Spieler und Spielerinnen ging es vor allem um die Erarbeitung individueller mentaler Handlungsroutinen zur Optimierung mentaler Handlungsstabilität unter Wettkampfdruck.

2 Methode

Als betreuender Sportpsychologe begleitete Dr. Christian Heiss die Nationalmannschaft Rollstuhlcurling in der Wettkampfsaison 2014/2015 an insgesamt 22 Tagen. Die sportpsychologische Begleitung umfasste Trainings- und Wettkampfbetreuungen und kann in folgende Phasen unterteilt werden:

Die erste Phase umfasste den Zeitraum von September – Dezember 2014. Schwerpunkt in der Startphase war die Etablierung einer Arbeitsbeziehung zwischen dem Sportpsychologen, den Spielern bzw. Spielerinnen, dem Bundestrainer und dem Unterstützerteam (u. a. Physiotherapie, Teammanagerin). In diesem Rahmen wurden alle Teammitglieder über die Möglichkeiten und Grenzen der sportpsychologischen Betreuung informiert. Darüber hinaus stand die gezielte Vorbereitung und Begleitung der WM Qualifikation im Fokus. Hierbei wurden im Wesentlichen teambezogene Inhalte zur Stärkung der kollektiven Selbstwirksamkeit des Nationalkaders fokussiert. Die zweite Phase umfasste den Zeitraum von Januar – März 2015. Hierbei stand die unmittelbare WM Vorbereitung sowie die Begleitung des WM Turniers im Mittelpunkt. Die abschließende dritte Phase umfasste den Zeitraum von April – Juli 2015. In diesem Rahmen stand im Wesentlichen die Nachbetrachtung der vergangenen Wettkampfsaison im Fokus.

3 Ergebnisse

Innerhalb der Rollstuhlcurlingnationalmannschaft ist die sportpsychologische Betreuung als wichtiges Element für ein leistungssportliches Training und eine positive Leistungsentwicklung integriert. Der Sportpsychologe ist als vollwertiges Mitglied des „Teams hinter dem Team“ akzeptiert und es wurde eine stabile Arbeitsbeziehung zu allen Teammitgliedern etabliert.

Auf teambezogener Ebene standen teambezogene Inhalte zur Stärkung von aufgabenbezogener und sozialer Kohäsion, sowie zur Stärkung der mannschaftlichen Geschlossenheit im Mittelpunkt. Dies beinhaltete u. a.:

- Konkretisierung teambezogener Rollen und Hierarchien
- Konkretisierung mannschaftsbezogener Leistungs- und Ergebnisziele
- Wettkampfkommunikation innerhalb des Teams

- Strukturierung teambezogener Aktivitäten zur optimalen Wettkampfvorbereitung (u.a. Mannschaftsbesprechungen).

In der Konsequenz ergaben sich hieraus positive Effekte auf die kollektive Selbstwirksamkeit des Teams. Exemplarisch zeigt Abb. 1 die Gegenüberstellung individueller und kollektiver Stärken, die im Rahmen der WM Begleitung gemeinsam erarbeitet wurden. Dabei war die Balance individueller und kollektiver Fertigkeiten für die Teamleistung besonders entscheidend (Linz, 2014).

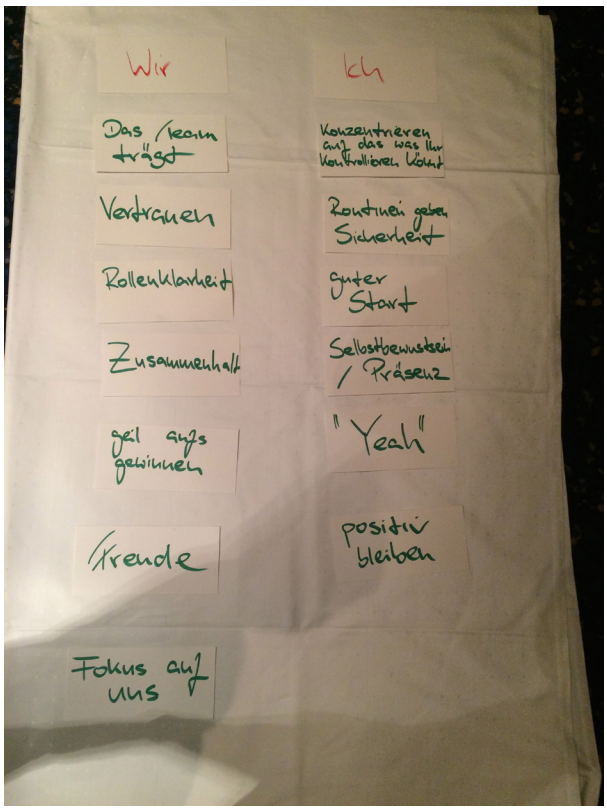


Abb. 1. Gegenüberstellung kollektiver und individueller Stärken

Im Rahmen der Wettkampfbetreuung konnten im Wesentlichen drei Herausforderungen identifiziert werden: Erstens ein konstruktiver Umgang mit Misserfolgen, zweitens eine gezielte Planung von Erholung und Regenerationszeiten und drittens der Umgang mit Leistungs- und Erwartungsdruck in entscheidenden Finalspielen.

Die sportpsychologische Betreuung des Teams erfolgte in regelmäßigen Abständen i. d. R. im Rahmen zentraler Teamsitzungen sowohl zur Vor- als auch zur Nachbereitung der Wettkämpfe. Schwerpunkte dabei waren die sachliche Nachbetrachtung der Spielergebnisse, die Identifikation individueller und kollektiver Stärken und Schwächen (siehe Abb. 1) sowie die Überprüfung und Rationalisierung irrationaler Überzeugungen und dysfunktionaler Denkmuster.

Zusammenfassend zeigte sich, dass der Sportpsychologe im Rahmen der Wettkampfbetreuung vielfach als Prozessmoderator gefragt ist, der für Spieler bzw. Spielerinnen, Trainer und Betreuende einen passenden Rahmen schafft, damit ein sachbezogener Austausch zu erfolgskritischen Faktoren erfolgen kann. In diesem Rahmen ist der Sportpsychologe für alle Teammitglieder ein wichtiger Ansprechpartner zur Klärung persönlicher Anliegen, dem Umgang mit Leistungs- und Erwartungsdruck und einer präventiven Deeskalation von Teamkonflikten.

4 Diskussion

Aus dem vorliegenden Betreuungsprojekt ergeben sich praxisorientierte Transfermöglichkeiten. Dies umfasst vor allem Anregungen zur Entwicklung sportpsychologischer Anforderungsprofile im Behindertenleistungssport sowohl auf der Ebene psychosozialer Fähigkeiten im Trainerbereich als auch hinsichtlich der psychosozialen Fähigkeiten für Sportler und Sportlerinnen.

Vor dem Hintergrund dezentraler Trainingsstrukturen sowie einer hinsichtlich Wissen, Alter und Können äußerst heterogenen Athletengruppe benötigen Trainer bzw. Trainerinnen und Betreuende vertiefende Kompetenzen in Projektmanagement, Kommunikations- und Konfliktfähigkeit sowie ein grundlegendes Wissen zu den Zusammenhängen von Erholung und Belastungsfähigkeit aus physischer und psychischer Sicht.

Besonders die Dezentralität der Trainingsstrukturen, sowie die geringe Anzahl gemeinsamer Lehrgangsmaßnahmen, erfordert eine hohe planerische und organisatorische Kompetenz der verantwortlichen Trainer und Trainerinnen. Dazu existiert besonders unter Wettkampfbedingungen ein erhöhtes Konfliktrisiko zwischen den Sportlern. Dies hat u. a. den Hintergrund, dass alle Sportler und Sportlerinnen auf

begrenzte zeitliche Ressourcen des Betreuerteams (z. B. Physiotherapie) zurückgreifen. Hinzu kommt, dass aufgrund der unterschiedlichen Art der Behinderung spezifische Privilegien an Aktive ausgesprochen werden müssen (z. B. in Fragen des Transports oder der Zimmerbelegung). An diesen Punkten ist der Trainer bzw. die Trainerin vielfach als Mediations- und Konfliktexperte gefragt. Letztlich sollten die verantwortlichen Trainer und Trainerinnen über Grundlagenwissen zur physischen und psychischen Stressverarbeitung verfügen. In diesem Kontext gilt es, Erholung und Regeneration gezielt zu planen und zu steuern. Dies ist im Kontext des Behindertenleistungssports von entscheidender Bedeutung, da die jeweiligen Athleten und Athletinnen über begrenzte Ressourcen auf physischer und psychischer Ebene verfügen. Hierbei spielt u. a. eine Rolle, dass viele mit chronischen Schmerzen konfrontiert sind. Dementsprechend sollte auf Trainerebene im Bereich der psychosomatischen Erkrankungen entsprechendes Grundlagenwissen vorhanden sein.

Mit Blick auf die Aktiven ergeben sich ebenfalls einige Anknüpfungspunkte zur Ableitung genereller und sportartspezifischer Anforderungsprofile. Eine generelle Herausforderung für die sportpsychologische Betreuung im Behindertenleistungssport sind dezentrale Trainingsstrukturen im Behindertenleistungssport, die die kontinuierliche und systematische sportpsychologische Betreuung erschweren. Ein weiterer Aspekt, der in vielen Betreuungsprojekten im Behindertenleistungssport immer wieder thematisiert wird, ist die schwierige Balance zwischen Leistungs- und Rehabilitationssport. Dieses Spannungsverhältnis wird durch die reduzierte Grundgesamtheit im Behindertensport noch verstärkt und offenbarte sich auch im Rahmen der Betreuung der Rollstuhlcurlingnationalmannschaft an verschiedenen Stellen (u. a. hohe Heterogenität hinsichtlich Leistungsmotivation, Selbstkonzept als Leistungssportler bzw. -sportlerinund individueller Trainingsgestaltung).

Für die Sportart Rollstuhlcurling ergeben sich aus der bisherigen Betreuung ebenfalls einige Anknüpfungspunkte hinsichtlich eines sportspezifischen Anforderungsprofils im psychosozialen Bereich.

Dazu zählen:

- Funktionale Ausrichtung von Aufmerksamkeit, Gedanken und Emotionen
- Umgang mit Misserfolgen bzw. Fehlsteinen
- Teaminterne Kommunikation nach Fehlsteinen
- Abstimmung und Rollenklärung zwischen Skip und Vize-Skip
- Umgang mit Perfektionismus und überhöhten Leistungsstandards (u. a. interindividueller Vergleich)
- Effektives Coaching innerhalb von Auszeiten.

Die praxisorientierten Anregungen sollten möglichst in Projekten mit einem stärker forschungsorientierten Profil überprüft werden. Dabei erscheint die Orientierung an der Entwicklung sportspezifischer Anforderungsprofile in und außerhalb des Behindertenleistungssports empfehlenswert (siehe zusammenfassend Stoll, Achter und Jerichow, 2010).

Zusammenfassend konnten auf sportlicher Ebene mit dem siebten Platz bei der WM sowie dem damit verbundenen Verbleib in der Weltgruppe in der Wettkampfsaison 2014/2015 alle Ziele erreicht werden. Aus sportpsychologischer Perspektive zeigten sich vor allem auf Team- und Gruppenebene deutlich positive Effekte. Zusätzlich bilden die eingeleiteten Maßnahmen (u. a. systematische Integration des Sportpsychologen in das Team) eine solide Basis zur systematischen Fortführung der sportpsychologischen Betreuung mit Blick auf die Paralympics 2018.

5 Literatur

Linz, L. (2014): *Erfolgreiches Teamcoaching* (4. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer.

Stoll, O., Achter, M. & Jerichow, M. (2010). *Vom Anforderungsprofil zur Intervention. Eine Expertise zu einem langfristigen sportpsychologischen Beratungs- und Betreuungskonzept für den Deutschen Schwimm-Verband e. V.* Köln: Sportverlag Strauß.

Sportpsychologische Eingangsdiagnostik und Betreuung Nationalmannschaft Rollstuhlbasketball Herren 2015

(AZ 071621/15)

Dafni Bouzikou & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam

1 Hintergrund

Der verpasste Viertelfinaleinzug bei der letzten Weltmeisterschaft 2014 in Incheon/Südkorea war für Bundestrainer Nicolai Zeltinger mit dem Betreuerteam der Anlass, nach einer genauen Auswertung und Analyse, eine sportpsychologische Betreuung für die Nationalmannschaft Rollstuhlbasketball Herren im Jahr 2015 zum ersten Mal in Anspruch zu nehmen. Im September 2015 stand die Europameisterschaft in England, die gleichzeitig als Qualifikationswettkampf für die Paralympischen Spiele in Rio 2016 war, als Wettkampfhöhepunkt an.

2 Verlauf, Methode und Ergebnisse

Das Team hatte wenige Vorerfahrungen mit dem Thema Sportpsychologie. Die Offenheit für das Projekt war nicht bei allen Teammitgliedern gleich. Deshalb galt es zu Beginn der sportpsychologischen Betreuung, aus einer gruppendynamischen Perspektive heraus das Team arbeitsfähig zu bekommen.

Als erste Maßnahme wurde mit den gesamten Teammitgliedern der Nationalmannschaft in einer guten Gesprächsatmosphäre über die Erwartungen und Befürchtungen des Projektes diskutiert.

Aufbauend darauf wurden verschiedene Teamentwicklungsmaßnahmen bei fast allen Lehrgängen in Form von Workshops durchgeführt. Die Bearbeitung der Themen Kommunikation, Regeln, Werte, Rollen und Aufgaben im Team, Feedback und Umgang mit Konflikten standen im Mittelpunkt. Dadurch entwickelte die Gruppe in der Vorbereitungszeit eine gemeinsam geteilte soziale Wirklichkeit, auf die der Cheftrainer in schwierigen Situationen immer wieder zurückgreifen konnte.

Die Auswertung der Fragebögen zur Mannschaftskohäsion (MAKO-02 Fragebogen Lau & Stoll, 2002) kurz vor Beginn der EM bestätigte den wahrgenommenen Zusammenhalt und die tragfähigen Beziehungen innerhalb der Mannschaft.

Einer der richtungsweisenden Workshops war der, in dem es um die individuellen und teambezogenen Ziele für das Jahr 2015 ging. In einer kontroversen und langen Diskussion wurden die teambezogenen Ziele gemeinsam mit allen Mitgliedern der Nationalmannschaft erarbeitet, schriftlich festgehalten und von allen unterschrieben. Am Ende konnte sich jedes Teammitglied mit den Zielen identifizieren.

Abb. 1: Workshop „Erarbeitung der Teamziele 2015“

Der Einsatz der diagnostischen Fragebögen ermöglichte einen schnellen Zugang zu den Athleten. In Einzelgesprächen wurden die Ergebnisse der Fragebögen besprochen und weitere sportpsychologische Trainingsformen daraus abgeleitet. FundaMentale Trainingsfor-

men, wie Wahrnehmungs- & Konzentrationstraining, Fertigkeitstraining-, Mentales Training, Motivationstraining, Psychoregulationstraining wurden angewendet (Neumann, 2003).

Durch den regelmäßigen Austausch zwischen den Athleten und der sportpsychologischen Expertin bei den Lehrgängen und Wettkämpfen konnten die Trainingsformen kontrolliert, angepasst und gegebenfalls optimiert werden, so dass eine Leistungssteigerung des Einzelnen und somit der Mannschaft zu beobachten war. In den Einzelgesprächen kamen auch Themen, wie berufliche Zukunftsängste, Probleme in der Partnerschaft, Athleten-Trainer Beziehung, Rolle im Team zur Sprache.

Folgende Fragebögen wurden eingesetzt:

- VKS (Volitionale Komponenten im Sport) – Fragebogen zu Fertigkeiten und Defiziten in der Selbstregulation (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009)
- WAI-T (Wettkampfangst-Inventar-Trait) – Fragebogen zur Wettkampfängstlichkeit (Brand, Ehrlenspiel, & Graf, 2009).

Neben der Betreuungsarbeit mit den Athleten stand auch die Arbeit mit dem gesamten Betreuungsteam im Vordergrund. In Form von Teamsupervision hatte das interdisziplinäre Team (Cheftrainer, Co-Trainer, Physiotherapeutinnen, Mannschaftsarzt, Teammanager, Techniker) die Chance in einem geschützten Raum unter professioneller Anleitung, die Qualität ihres beruflichen Handelns mit den Athleten zu reflektieren. Hier wurden die unbewussten und vorbewussten Beziehungsabläufe untereinander oder in Bezug auf die Athleten in der Teamsupervision an konkreten Praxisfällen, die die Teilnehmer mitbrachten, reflektiert und bearbeitet. Daraus ließen sich dann Verhaltensmöglichkeiten (Interventionen) ableiten. Das Betreuerteam zog in Bezug auf den Umgang mit den Anliegen oder Problemen der Athleten an einem Strang.

Ein weiterer Baustein der sportpsychologischen Betreuung war die Einzelarbeit mit dem Cheftrainer. Die Rollenreflexion und die Führungskompetenz des Cheftrainers standen im Mittelpunkt der Beratung. Darüber hinaus galt es, den gesamten Teamentwicklungsprozess sehr eng zu begleiten und zu steuern, damit frühzeitig die individuellen und mannschaftsbezogene Themen sowohl im Training als auch im Wettkampf abgepuffert werden konnten. Das erforderte eine vertrauensvolle Arbeitsbeziehung zwischen dem Cheftrainer und der sportpsychologischen Expertin. Alle Teammaßnahmen und Interventionen der sportpsychologischen Expertin wurden im Vorfeld mit dem Cheftrainer abgesprochen.

Das Team war auf den Punkt in allen Bereichen optimal vorbereitet. Das spiegelte sich in den Ergebnissen der Vorrunde wider. Es wurden alle Gruppenspiele gewonnen. Das Ticket für die Teilnahme an den Paralympischen Spielen 2016 war mit dem Sieg des Achtelfinals gegen Israel gelöst worden. Darüber hinaus gewann das Team die Bronzemedaille bei der Europameisterschaft 2015.

Abb. 2: Nationalmannschaft Rollstuhlbasketball – Herren 2015

3 Ausblick und Fazit

Die sportpsychologische Betreuung der Nationalmannschaft Rollstuhlbasketball – Herren war ein voller Erfolg.

Die regelmäßige individuelle Einzelbetreuung der Athleten während der Lehrgänge und der Wettkämpfe verbesserte ihre mentalen Leistungsfähigkeiten. Damit sie weiter an ihren individuellen Themen arbeiten können, wurde den Athleten nahe gelegt, die sportpsychologischen Angebote der OSP's in ihren Heimatorten in Anspruch zu nehmen.

So ein Projekt steht und fällt mit dem Bundestrainer. Durch die große Bereitschaft des Bundestrainers, sein berufliches Handeln zu reflektieren und immer wieder kritisch zu hinterfragen, konnte er die hochkomplexe Aufgabe, eine Nationalmannschaft zu führen, zum Erfolg bringen. Auch durch seine Offenheit gegenüber der Sportpsychologie fungierte er für einige Teammitglieder als Vorbild, die anfänglich noch Berührungsängste und Widerstände hatten.

Am Ende der Betreuungszeit war der Ruf nach einer Fortsetzung des Projektes im nächsten Jahr groß. Voraussichtlich wird der größte Teil der Mannschaft bestehen bleiben. Somit wäre eine Weiterführung der sportpsychologischen Betreuung basiert auf den guten Erfahrungen aus diesem Jahr erstrebenswert.

4 Literatur

Beckmann, J. & Trux, J. (1991). Wen lasse ich wo spielen? Persönlichkeitseigenschaften und die Eignung für bestimmte Positionen in Sportspielmannschaften. *Sportpsychologie, 5* (3), 18–21.

Brand, R., Ehrlenspiel, F.& Graf, K. (2009). *Wettkampf-Angst-Inventar (WAI). Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampfängstlichkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Köln: Sportverlag Strauß.

Eberspächer, H. (1990). *Mentales Training. Ein Handbuch für Trainer und Sportler* (5. Auflage).München: Copress 2001.

Kleinert, J. (2003). Erfolgreich aus der sportlichen Krise. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen. In *BLV Sportwissen* (S. 175). München; Wien; Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Kleinert, J. & Schubert, N. (2010). „Was hab' ich denn davon" Zufriedenheit in Trainerteams, *Leistungssport, 40* (4), 15-19.

Lau, A. & Stoll, O. (2002). Validität und Reliabilität des Fragebogens zur Mannschaftskohäsion von Sportspielmannschaften (MAKO-02). In S. Schulz (Hrsg.), *Bericht über den 43. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Berlin* (S. 374). Lengerich: Papst Science Publishers.

Lau, A., Stoll, O. & Hoffmann, A. (2003). Diagnostik und Stabilität der Mannschaftskohäsion in den Sportspielen. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge, 44* (2), 1-24.

Lau, A. & Schliermann, R (2012). *Mentaltraining im Basketball und Rollstuhlbasketball*. Hamburg: Feldhaus, Ed. Czwalina.

Linz, L. (2004). *Erfolgreiches Teamchoaching. Ein sportpsychologisches Handbuch für Trainer*. Aachen: Meyer&Meyer.

Lobinger, B. (2003). Verständigungsprobleme. Wenn die Chemie nicht mehr stimmt. In Kleinert, J. (Hrsg.), *Erfolgreich aus der sportlichen Krise. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen* (S. 151-168). München/Wien/Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Neumann, G. (2003). Basketball FundaMental Training. Zur Entwicklung, Durchführung und Evaluation eines personzentrierten psychologischen Trainingsprogramms zur situationsspezifischen Wettkampfoptimierung im Leistungssport Basketball. Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.). *Wissenschaftliche Berichte und Materialien, Band 13*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Wenhold, F., Elbe, A.-M. & Beckmann, J. (2009). *Volitionale Komponenten im Sport (VKS)*. Köln: Sportverlag Strauß.

Sportpsychologische Betreuung der Nationalmannschaft Behindertensport Schwimmen sowie Entwicklung eines sportpsychologischen Ausbildungscurriculums für (paralympische) Coaches

(AZ 071622/15)

Anke Delow & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam, Professur für Sportpsychologie

1 Hintergrund

Die sportpsychologische Betreuung einer Nationalmannschaft ist zum Glück im deutschen Spitzensport seit geraumer Zeit gelebte und verlässliche Praxis.

Ob sie nun für einen Fachverband des Deutschen Olympischen Sportbunds oder für eine Abteilung des Deutschen Behindertensportbundes stattfindet, macht allerdings einen großen Unterschied.

Der DOSB hat die Sportpsychologie auf eine strukturell verlässliche Basis gestellt und auch finanzielle Entsprechungen geschaffen. Ermutigend ist die Flexibilität und Kreativität, mit der die verschiedenen Akteure an die Sache herangehen, denn diese Lebendigkeit spricht für ein starkes Bewusstsein der Notwendigkeit einer sportpsychologischen Betreuung. Dass auch bei der „DOSB-Sportpsychologie“ immer wieder Anpassungen nötig sein werden, sollte selbstverständlich sein.

Im DBS stellt sich die Lage bisher noch anders dar. Hier muss Kreativität oft noch als „ehrenamtlicher“ Enthusiasmus und auch Verzicht ausgelegt werden. Da die Etats der Nationalmannschaften bzw. Abteilungen bisher keine sportpsychologischen Leistungen ausweisen, stehen die Bundestrainerinnen bzw. trainer vor der Herausforderung und der Verantwortung, ggf. selbst Mittel dafür vorzusehen (die für andere Belange dann fehlen) oder ‚externe‘ Quellen anzuzapfen.

In der Nationalmannschaft Behindertensport Schwimmen hatten und haben wir den „Luxus“, die Sportpsychologie als Aspekt modernen Spitzensports mit Unterstützung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft aufzubauen. Diese Förderung hat uns in die Lage versetzt, die Organisation kennen zu lernen, die Besonderheiten der Sportart und ihre paralympische Gestaltung zu durchdringen, persönliche Beziehungen zu knüpfen und zu pflegen und auf diesem Hintergrund die fachliche Expertise der Sportpsychologie im Feld bekannt zu machen und zur Wirkung zu bringen. Dafür sind wir dem Bundesinstitut für Sportwissenschaft sehr dankbar. Uns ist bewusst, dass eine vergleichbare Entwicklung auf andere Weise nicht oder kaum zu bewerkstelligen gewesen wäre.

Wir stehen auf der Grundlage dieser Entwicklung jetzt mit voller Energie in der Vorbereitung auf die Paralympischen Spiele in Rio de Janeiro 2016. Dafür sind diverse bewährte Werkzeuge im Einsatz, die uns optimistisch auf den Höhepunkt des paralympischen Zyklus‘ sehen lassen. Die Aktiven, die Trainerschaft und die Betreuerteams kennen diese Werkzeuge und tragen ihrerseits zur Wirksamkeit bei.

Im Jahr 2015 handelte es sich dabei um drei A- und neun B-Kader sowie die Bundestrainerin, um die Co-Trainer der Nationalmannschaft und mehrere Stützpunkttrainerinnen und -trainer.

2 Methoden

Verlässliche Grundlage der Arbeit ist und bleibt das Modell des systematischen Aufbaus der sportpsychologischen Betreuung mit seinen drei Ebenen Grundlagentraining, Fertigkeitstraining und Krisenintervention. Dabei stützten

wir uns weiter auf die Eingangsdiagnostik, um die Sportler-Trainer-Interaktion zu steuern und zielgenau Interventionen einsetzen zu können (Kellmann & Beckmann, 2003).

Zusammenfassung der fachlichen Betreuungsaspekte:

- Sportpsychologische Eingangsdiagnostik (ggf. für Behinderte modifiziert) für Neuzugänge
- Auswertung der Fragebögen für Neuzugänge
- Diagnostik und Auswertung zum PCQ (Gardner & Moore, 2006)
- Rückmeldung der Ergebnisse der Diagnostik an Trainerin bzw. Trainer und Athletin bzw. Athlet, anlassbezogene Auffrischungen
- Einzelbetreuung für ausgewählte Athletinnen und Athleten, teilweise am Heimatstützpunkt sowie auf den Lehrgängen und Wettkämpfen der Nationalmannschaft
- Coach-the-Coach, u. a. für die Stützpunkttrainerinnen bzw. -trainer
- Teambuilding in der Nationalmannschaft und mit dem Betreuerstab
- Themenbezogene Vermittlung von Grundfertigkeiten während der Lehrgänge und am Stützpunkt über ein personenbezogenes Sportpsychologie-Handbuch
- Wettkampfbeobachtung und –betreuung des Teams zum Wettkampfhöhepunkt und nach Bedarf
- Debriefing.

Sportartspezifische Spezifika (Liesenfeld, 2012) sind zu beachten und beim jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkt in Betracht zu ziehen.

Zusammenfassung der inhaltlichen Schwerpunkte:

- Zielsetzungstraining (Linz, 2004)
- Selbstgesprächsregulation (Eberspächer, 1990)
- Psychoregulation (Kellmann & Beckmann, 1993)
- Mentales Training / Visualisierung (Eberspächer, 1990)
- Kommunikationsoptimierung (Schulz von Thun, 1981)
- Konfliktmanagement (Lobinger, 2003)
- Teambuilding (Linz, 2004)
- Coach the Coach (Linz, 2004)
- Selbstwirksamkeits- / Prognosetraining (Eberspächer, 1990)
- Wettkampfvorbereitung und –betreuung (Kratzer, 2000), (Langenkamp, 2009), (Liesenfeld, 2009)
- Verletzungsmanagement
- Krisenmanagement (Kleinert, 2003).

Folgende Diagnostische Verfahren fanden Anwendung:

- AMS-Sport (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009a)
- SOQ (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009b)
- HOSP (Beckmann & Wenhold, 2009)
- VKS (Wenhold, Elbe, & Beckmann, 2009c)
- WAI-T (Brand, Ehrlenspiel, & Graf, 2009)
- PCQ (Gardner & Moore, 2006).

Tab. 1: Fragebogen-Profilübersicht für den Athleten/die Athletin und die Bundestrainerin

Fragebögen Volition				
HOSP	HLOM	HLOP	HLOT	
Wert	7	10	10	
Fazit	normal	eher Macher	normal	
Notizen				
VKS	SO	SB	AM	FV
Wert	2,88	0,78	0,30	0,00
Fazit	hoch	niedrig	normal	niedrig
Notizen	⊕	⊕		⊕

Fragebögen Motivation				
AMS-Sport	HE	FM	NH	GLM
Wert	44	5	39	49
Fazit	hoch	normal	hoch	normal
Notizen	⊕		⊕	
SOQ	WO	GO	ZO	
Wert	65	26	30	
Fazit	hoch	normal	normal	
Notizen	⊕ ⊕			

Fragebogen Wettkampfangst			
WAI-T	SA	BE	KS
Wert	6	7	4
Fazit	optimal		
Notizen		⊕	

3 Verlauf und Ergebnisse

Die sportpsychologische Betreuung stützt sich auf eine Reihe von Komponenten, die bereits beschrieben wurden und in ihrem Zusammenwirken die Qualität des Ergebnisses ausmachen.

Der Jahreshöhepunkt war in der Saison 2015 die Weltmeisterschaft in Glasgow.

Abb. 1: Schauplatz der Weltmeisterschaft Glasgow

Deutschland trat mit zwölf SchwimmerInnen an, von denen sieben Medaillen gewannen. Insgesamt wurden zwei Gold-, vier Silber- und fünf Bronzemedaillen gewonnen. Außerdem wurden elf persönliche Bestzeiten erzielt, an denen die Jüngeren den Löwenanteil hatten.

Abb. 2: Verena Schott und Daniela Schulte waren aus unserem Team am erfolgreichsten.

Ein Schwerpunkt des Projektes war im Jahr 2015 die paralympische Traineraus- und –weiterbildung.

Die mit uns kooperierenden Trainerinnen und Trainer haben uns ihre Expertise zur Verfügung gestellt, um den Bedarf an Fachwissen und spezifischen Kompetenzen zielgenau zu erfassen. Im Zusammenspiel mit unseren eigenen Erfahrungen ergibt sich nun ein Bild, was als Grundlage für den Aufbau eines paralympischen Curriculums für Coaches dienen kann. Im Ergebnis sehen wir folgende Aspekte im Mittelpunkt:

1. Zur Verbreiterung der Basis einer ergiebigen Nachwuchspyramide erscheint es sinnvoll, einen Veranstaltungstyp zur Verfügung zu haben, welcher interessierten Trainerinnen bzw. Trainern erste Grundlagen paralympischen Leistungssports vermittelt und Schwellenängste abbaut. Eine solche Veranstaltung könnte gekoppelt werden mit einer Hospitation bei einem Wettkampf. Da die Nachwuchsgewinnung im paralympischen Sport schon per se mit spezifischen Schwierigkeiten verbunden ist, aber eine unabdingbare Voraussetzung der Leistungsentwicklung darstellt, ist die Motivation und Ermutigung von interessierten Trainerinnen bzw. Trainern umso wichtiger.
2. Ein solches Einführungsmodul bedarf dann einer Ergänzung durch Informationen über Wettkampfformen und Klassifizierungsmodalitäten. Diese Informationen sollten auch ständig online verfügbar sein (wie dies ja auch schon der Fall ist).
3. Darüber hinaus ist der Klassifizierungsprozess ein eigenständiges Thema für Aus- und Weiterbildung. Paralympische Trainerinnen und Trainer brauchen ein Bewusstsein darüber, was die Bewertung eines Menschen anhand von körperlichen Merkmalen bedeutet und wie die Art und Weise von den

Betroffenen wahrgenommen und gedeutet wird. Im Ergebnis eines entsprechenden Reflexionsprozesses sollte eine pädagogisch professionelle Begleitung der Klassifizierung (der erstmaligen nationalen, der erstmaligen internationalen, ggf. turnusmäßiger Wiederholungen oder Reviews) durch die Coaches stehen. Wie Athletinnen und Athleten den Klassifizierungsprozess erleben, hat unmittelbare Auswirkungen auf ihre Leistungsbereitschaft und ihr Selbstbewusstsein.

4. Paralympische Trainerinnen und Trainer brauchen ihrer Aussage nach auch Informationen über physiologische Merkmale von Behinderungen und Empfehlungen für den trainingsmethodischen Umgang damit. Inwiefern hierzu Fortbildungen sinnvoll durchzuführen sind, lässt sich nicht ohne weiteres absehen. Auch hier scheint jedoch eine online-Plattform mit einem Set an grundlegenden Daten und Empfehlungen zu den häufigsten Behinderungen im paralympischen Sport denkbar.
5. In der Praxis taucht weiterhin immer wieder das Thema Kommunikation mit Sehbehinderten und Gehörlosen auf. Trainerinnen und Trainer mit den spezifischen Bedürfnissen von Blinden und visuell eingeschränkten Sportlerinnen und Sportlern sowie von Gehörlosen vertraut zu machen und alltagstaugliche Routinen zu entwickeln, kann die Trainer-Sportler-Beziehung bei den Betroffenen wesentlich stärken und zu gemeinsamen Erfolgen beflügeln.
6. Da Trainingsgruppen im paralympischen Sport oftmals sehr heterogen sind (biologisches Alter, Trainingsalter, Geschlecht, Behinderung, Startklasse...), kann es auch sinnvoll sein, differenziertes Trainieren bzw. Lernen und Coachen zu vermitteln.
7. In diesem Zusammenhang ist immer wieder auch die Begleitung der Einzelsportlerinnen bzw. -sportlern und der Gruppe im Umgang mit unterschiedlichen Erfolgschancen aufgrund der Zusammensetzung von Starterfeldern in den jeweiligen Startklassen gefragt. Die Chance auf vordere Platzierungen besteht in unterschiedlichem Maße, je nachdem wie groß Starterfelder in der Startklasse sind, welche Behinderungen dort zusammengefasst sind und wie die aktuelle Konkurrenzsituation sich darstellt. Sportler und Sportlerinnen vergleichen ihren Aufwand anhand von Kosten-Nutzen-Verhältnissen – erreichbare Platzierungen bei Wettkämpfen stehen dazu nicht immer in motivierenden Zusammenhängen.
8. Leistungssport im paralympischen Sport – das sind noch mehr als im olympischen Sport sehr individuelle Geschichten. Der Zugang zu den Athletinnen bzw. Athleten verliert oder gewinnt mit der Vertrautheit mit dieser Geschichte. Daher ist auch das Thema Biografie und Behinderung Gegenstand potenzieller Trainerfortbildungen. Wie sich die Behinderung biografisch darstellt, z. B. ob es sich um eine Geburtsbehinderung oder eine erworbene Behinderung handelt, wie es zur Behinderung gekommen ist, hat unterschiedlichste Auswirkungen darauf, wie die Betroffenen selbst und wie ihre Familien mit der Situation umgehen und welche Rolle der Leistungssport für sie spielt.
9. In diesem Zusammenhang tauchen auch die Eltern als wichtige Bezugspersonen im Kontext von Aus- und Weiterbildung im paralympischen Sport auf. Es kann hier darum gehen, Trainerinnen und Trainern mehr Sicherheit im Umgang mit den Eltern ihrer Schützlinge zu geben oder auch Eltern selbst als Zielgruppe von entsprechenden Maßnahmen zu betrachten.
10. Als vorläufig letzte Anregung für spezifisch paralympische Themen von Trainerfortbildung soll hier darauf hingewiesen werden, dass psychoregulative Verfahren für einige Behinderungen modifiziert werden sollten. Auch dazu können Fortbildungen paralympische Trainerinnen und Trainer ins Bild setzen und z. B. zu Empfehlungen für Sportler bzw. Sportlerinnen mit Hemiparesen führen.

Wie hier dargelegt, existiert somit eine erste Zusammenstellung potenzieller Themen, welche nun mit Inhalten zu füllen ist. Im Rahmen des Projektes sind wir bestrebt, allmählich Module zu erarbeiten und im Feld anzubieten. Auch hier wird es interessant sein, Erfahrungen auszutauschen und auf diese Weise den Horizont zu erweitern. In jedem Fall ist in diesem Zusammenhang ein großer Gewinn für den

gesamten Leistungssport im DBS zu erwarten, der der Nachwuchsarbeit genauso wie dem Spitzenbereich zugutekommen sollte.

4 Fazit und Ausblick

Das Jahr 2016 mit den paralympischen Spielen bedeutet eine große Herausforderung für alle Akteure des Spitzensports. Die Paralympics sind der Höhepunkt von Sportler- und Trainerkarrieren. Dementsprechend anspruchsvoll sind die Vorbereitung und der Wettkampf selbst.

Diese herausgehobene Bedeutung des olympischen bzw. paralympischen Jahres lässt aber auch eine sehr interessante Arbeit und aussagekräftige Erfahrungen erwarten, auf die wir uns freuen und die wir aufmerksam und mit Weitsicht beobachten und reflektieren wollen.

Mit Hilfe der Förderung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft werden wir dazu noch einmal Gelegenheit haben.

Das Jahr 2016 ist aber außerdem ein neuralgischer Zeitraum, denn jetzt muss es gelingen, die Sportpsychologie strukturell und finanziell auch im deutschen paralympischen Sport zu verankern. Wenn „unsere“ Nationalmannschaft Schwimmen des DBS und auch andere Abteilungen von den bisherigen Erfahrungen profitieren sollen, braucht es diese institutionelle Absicherung.

5 Literatur

Beckmann-Waldenmayer, D. (2012). Ein systemisches Betreuungsmodell für den Nachwuchsleistungssport. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Eds.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (pp. 70-81). Balingen: Spitta.

Beckmann, J., & Wenhold, F. (2009). *Handlungsorientierung im Sport (HOSP), Manual*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Brand, R., Ehrlenspiel, F., & Graf, K. (2009). *Wettkampf-Angst-Inventar (WAI). Manual zur komprehensiven Eingangsdiagnostik von Wettkampfangst, Wettkampfängstlichkeit und Angstbewältigungsmodus im Sport*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Eberspächer, H. (1990). *Mentales Training. Ein Handbuch für Trainer und Sportler* (5. ed.). München: Copress 2001.

Gardner, F. L., & Moore, Z. E. (2006). *Clinical sport psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Kellmann, M., & Beckmann, J. (1993). Sport und Entspannungsverfahren. In D. Vaitl & F. Petermann (Eds.), *Entspannungsverfahren. Das Praxishandbuch* (3. ed., pp. 320-331). Weinheim; Basel: Beltz 2004.

Kellmann, M., & Beckmann, J. (2003). Research and intervention in sport psychology: New perspektives on an inherent conflict. *International journal of sport and exercise Psychology, 1*, 13-26.p

Kleinert, J. (2003). Erfolgreich aus der sportlichen Krise. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen. In *BLV Sportwissen* (pp. 175). München; Wien; Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Kratzer, H. (2000). Psychologische Inhalte der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung. *Leistungssport, 3*, 4-10.

Langenkamp, H. (2009). Sportpsychologische Betreuung der Olympiamannschaft - Teil Leichtathletik – bei den Olympischen Spielen in Peking 2008. In G. Neumann (Ed.), *Sportpsychologische Betreuung des deutschen Olympia- & Paralympicteams 2008. Erfolgsbilanzen – Erfahrungsberichte – Perspektiven* (pp. 35-53). Köln: Sportverlag Strauß.

Liesenfeld, M. (2009). Sportpsychologische Betreuung der Schwimmnationalmannschaft. In G. Neumann (Ed.), *Sportpsychologische Betreuung des deutschen Olympia- & Paralympicteams 2008. Erfolgsbilanzen – Erfahrungsberichte – Perspektiven* (pp. 55-58). Köln: Sportverlag Strauß.

Liesenfeld, M. (2012). Sportpsychologische Beratung im Schwimmsport. In D. Beckmann-Waldenmayer & J. Beckmann (Eds.), *Handbuch sportpsychologischer Praxis. Mentales Training in den olympischen Sportarten* (pp. 316-324). Balingen: Spitta.

Linz, L. (2004). *Erfolgreiches Teamchoaching. Ein sportpsychologisches Handbuch für Trainer*. Aachen: Meyer&Meyer.

Lobinger, B. (2003). Verständigungsprobleme. Wenn die Chemie nicht mehr stimmt. In J. Kleinert (Ed.), *Erfolgreich aus der sportlichen Krise. Mentales Bewältigen von Formtiefs, Erfolgsdruck, Teamkonflikten und Verletzungen* (pp. 151-168). München/Wien/Zürich: BLV Verlagsgesellschaft mbH.

Schulz von Thun, F. (1981). *Miteinander reden 1. Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation* (Vol. 1). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1998.

Wenhold, F., Elbe, A.-M., & Beckmann, J. (2009a). *Fragebogen zum Leistungsmotiv im Sport (AMS-Sport), Manual*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Wenhold, F., Elbe, A.-M., & Beckmann, J. (2009b). *Leistungsorientierung im Sport (SOQ), Manual*. Köln: Sport und Buch Strauß.

Wenhold, F., Elbe, A.-M., & Beckmann, J. (2009c). Testgütekriterien des Fragebogens VKS zur Erfassung volitionaler Komponenten im Sport. *Zeitschrift für Sportpsychologie, 16* (3), 91-103.

Sportpsychologische Betreuung der Rollstuhlcurling Nationalmannschaft 2015/2016

(AZ 071625/15-16)

Christian Heiss & Ralf Brand (Projektleitung)
Universität Potsdam, Professur für Sportpsychologie

1 Hintergrund

Im Mittelpunkt stand die systematische Fortführung der sportpsychologischen Begleitung der Nationalmannschaft Rollstuhlcurling. Dabei sollten positive Auswirkungen des ersten Betreuungsjahres (2014/2015) stabilisiert werden (u. a. Stärkung kollektive Selbstwirksamkeit) sowie einige Schwachpunkte des ersten Betreuungsjahres (u. a. Regelmäßigkeit des mentalen Trainings) reduziert werden. Im Projektverlauf bestand die größte Herausforderung in der Etablierung einer funktionalen Teamzusammenstellung hinsichtlich Hierarchie, Aufgabenteilung und Zusammenarbeit, bedingt durch den Ausfall eines langjährigen Spielers auf der zentralen Skip Position.

2 Methode

Als betreuender Sportpsychologe begleitete Dr. Christian Heiss die Nationalmannschaft Rollstuhlcurling in der Wettkampfsaison 2015/2016 an insgesamt 16 Tagen. Dabei wurde im gesamten Verlauf sowohl auf kollektiver Ebene des Teams, als auch auf individueller Ebene der Spieler und Spielerinnen gearbeitet. Auf Ebene der Spielerinnen und Spieler bildete dabei der Einsatz psychometrischer Fragebögen zur Ableitung individueller mentaler Stärken- und Schwächenprofile einen methodischen Schwerpunkt. Hierbei wurden u. a. in Anlehnung an Elbe, Wenhold, Beckmann & Ehrlenspiel (2005) selbstregulatorische Handlungskompetenzen erfasst, da die Fähigkeit zur ausdauernden Zielverfolgung zu den mentalen Schlüsselkompetenzen im Behindertenleistungssport zählt. Die mentalen Stärken- und Schwächenprofile bildeten im weiteren Verlauf die Grundlage zur Entwicklung individualisierter mentaler Trainingspläne. Auf Ebene des Teams übernahm der Sportpsychologe vornehmlich die Rolle als Prozess- und Methodenexperte und gestaltete in dieser Funktion für das Team einen passenden Rahmen zur Identifikation kollektiver Stärken und Ressourcen.

3 Ergebnisse

Durch die fortlaufende Betreuung der Rollstuhlcurling Nationalmannschaft konnte eine sportpsychologische Kultur innerhalb der Nationalmannschaft etabliert werden. Auf Trainer- und Sportlerebene ist die Arbeit an mentalen Leistungsreserven auf Team- und Individualebene ein zunehmend normales Element im Rahmen der Lehrgänge des Nationalteams. Alle Sportler und Sportlerinnen sind mittlerweile mit der Idee des „mentalen Werkzeugkoffers“ vertraut und besitzen ein grundlegendes Verständnis zu zentralen mentalen Fertigkeiten (Abb. 1).

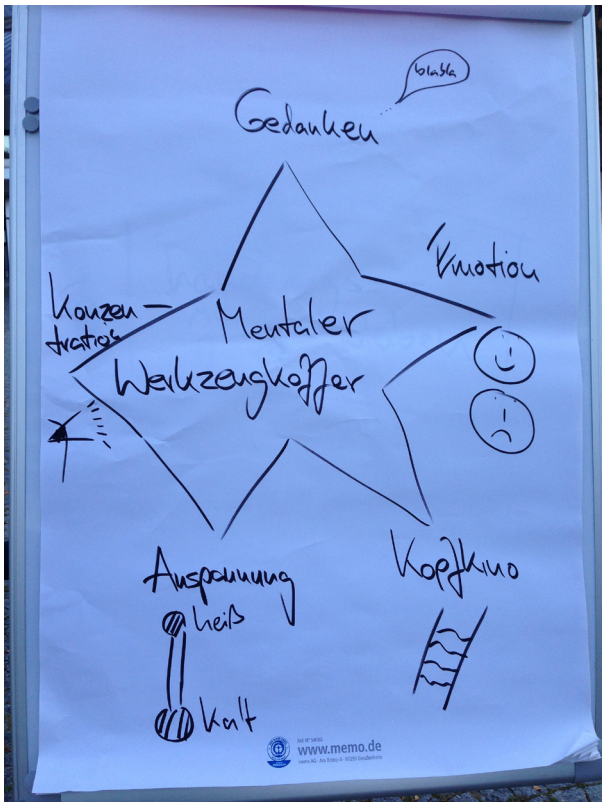


Abb. 1. Mit den Sportlerinnen und Sportlern erarbeitete Flip-Chart zum mentalen Werkzeugkoffer.

Ausgehend von den genannten mentalen Grundfertigkeiten sowie den individuellen mentalen Stärken- und Schwächenprofilen der Sportler und Sportlerinnen auf Basis der psychometrischen Erfassung der Selbstregulationsfähigkeiten (u. a. Zielabschirmung; Selbstmotivation) erfolgte die Konkretisierung mentaler Trainingspläne. Bei der Entwicklung der Trainingspläne war entscheidend, dass zu den erfassten mentalen Kompetenzen konkrete Übungsformen im Dialog mit dem Sportler bzw. der Sportlerin entwickelt wurden (z. B. zur Schulung funktionaler Selbstgespräche). Dazu wurden alle Sportler und Sportlerinnen in einer kontinuierlichen Dokumentation ihrer mentalen Trainingspraxis unterstützt.

Aktive und Trainer erlebten zudem die regelmäßige Turnierbegleitung als ein äußerst wertvolles Element der sportpsychologischen Betreuung. Hierbei war wesentlich, dass der Sportpsychologe allen Teammitgliedern unmittelbar in der jeweiligen Stresssituation (z. B. nach Niederlagen im Turnier; nach erwartungskonträren Leistungen) zur Verfügung stand.

Dabei hat es sich bewährt, dass der Sportpsychologe stärker als Prozessexperte agiert hat, der Aktiven und Trainern einen geeigneten Rahmen zur konstruktiven Lösungsfindung bereitstellt. Letztlich zeigt sich, dass das Team in hohem Maße von der Neutralität des Sportpsychologen (weder Teil des Spieler- noch Trainerteams) profitiert. Hieraus entstehen besonders in emotional aufgeladenen Situationen hilfreiche Anregungen zur Konfliktlösung, die ohne gezielte Intervention des Sportpsychologen nur äußerst unwahrscheinlich vom Team realisiert werden können.

4 Diskussion

Aus dem vorliegenden Betreuungsprojekt ergeben sich praxisorientierte Transfermöglichkeiten. Aufgrund der dezentralen Trainingsstrukturen im Behindertenleistungssport ist eine aktive Vernetzung zwischen dem Teampsychologen und den i. d. R. regional agierenden Sportpsychologen des betreuenden Olympiastützpunktes wichtig. Je konkreter und objektivierbarer dabei die mentalen Trainingspläne der Athleten und Athletinnen sind, desto einfacher und zielorientierter die darauf basierende Zusammenarbeit zwischen den sportpsychologischen Kollegen. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die Konkretisierung übergeordneter Themen des mentalen Trainings, im Sinne eines mentalen Werkzeugkoffers, den Einstieg in eine systematische Trainingsarbeit erleichtert, allerdings unbedingt darauf geachtet werden sollte, dass die Ausdifferenzierung der Themen (z. B. die Ableitung konkreter Übungs- und Trainingsvarianten) so individuell wie möglich erfolgen sollte. Dies berücksichtigt unter anderem die Anpassung des Trainingsrahmens an die individuellen Lebensbedingungen der Spieler und Spielerinnen. Große interindividuelle Unterschiede zeigten sich auch in der Bearbeitung der Themen zur gezielten physischen und mentalen Regeneration. Hierbei ist die Wirksamkeit der eingeleiteten Interventionen ganz wesentlich von der Passung in den individuellen Lebenskontext abhängig.

Letztlich lassen die Erfahrungen im Rahmen der Turnierbegleitung auf die wichtige Bedeutung einer kollektiven Selbstwirksamkeitsüber-

zeugung des Teams schließen. Im Unterschied zu bisherigen Forschungsbefunden, die dem aufgabenbezogenen Zusammenhalt ein größeres Gewicht geben (siehe Kleinert et al., 2012 für eine Zusammenfassung), weisen die Praxiserfahrungen eindeutiger darauf hin, dass der soziale Zusammenhalt und damit der kollektiv empfundene Teamspirit für ein erfolgreiches Abschneiden äußerst entscheidend ist. Eine Vermutung zur Erklärung dieses Effekts, könnte darin liegen, dass das kollektive Zusammengehörigkeitsgefühl im Sinne von „Gemeinsam sind wir stärker" die individuelle emotionale Stressbelastung des Wettkampfdrucks wirksam reduziert. Dieser Puffereffekt könnte im Behindertenleistungssport wirksamer sein, da für die Athleten und Athletinnen vor allem internationale Wettkampfsituationen mit einer größeren Unsicherheit aufgrund des saisonalen Einmaligkeitscharakters verknüpft sind.

Zusammenfassend wurden mit dem Verbleib in der Weltgruppe, sowie der bereits sicheren Qualifikation für die Paralympics 2018, die sportlichen Ziele erreicht. Aus sportpsychologischer Perspektive konnten mit der Integration persönlicher mentaler Trainingspläne für die Sportler bzw. Sportlerinnen die Systematik und Effektivität der sportpsychologischen Betreuung verbessert werden. Aus Team- und gruppendynamischer Perspektive erscheint die Fortführung der Wettkampfbetreuung beim Saisonhöhepunkt entscheidend. Hierbei ist wesentlich, dass Aktive und Trainer unmittelbar bei Konfrontation mit emotionalen und mentalen Belastungen (u. a. Konflikte, Niederlagen) den sportpsychologischen Experten zu Rate ziehen können.

5 Literatur

Kleinert, J., Ohlert, J., Carron, A.V., Eys, M.A., Feltz, D.L., Harwood, C., Linz, L., Seiler, R. & Sulprizio, M. (2012). Group dynamics in sport. An overview and recommendations on diagnostic and intervention. *The Sport Psychologist, 26*, 412–434.

Elbe, A.-M., Wenhold, F., Beckmann, J. & Ehrlenspiel, F. (2007). Sportpsychologische Eingangsdiagnostik – sportbezogene Motivation. In J. Mester, T. Sommerhäuser & S-D. Tandi (Hrsg.). *Sport ist Spitze. Wege zur Spitze – Karriereentwicklung von Eliten* (S. 140-150). Aachen: Meyer & Meyer.

Sportanlagen und Sporttechnologie

Modellierung der Stofffreisetzung und des Stofftransportes aus Materialien in Sportböden auf Kunststoffbasis (Kunststoff- und Kunststoffrasenbeläge) auf Sportfreianlagen als Bewertungsgrundlage für die Boden- und Grundwasserverträglichkeit

AZ 081401/14

Ute Kalbe[1] (Projektleitung), Bernd Susset[2], Nicole Bandow[1]

[1]Bundesanstalt für Materialforschung

[2]Gutachterbüro für Sickerwasserprognose – Boden- und Grundwassergefahrenabschätzung

1 Problem

Für Sportböden in Außenanlagen haben sich Kunststoffbeläge und Kunststoffrasenbeläge als extrem nutzungsoptimierte Bodenbeläge bewährt. Neben der Benutzungsqualität ist auch die Bewertung möglicher negativer Auswirkungen auf die Umwelt durch produktionsbedingt enthaltene Schadstoffe notwendig. Sportböden auf Kunststoffbasis sind durch mehrlagige Aufbauten gekennzeichnet. Schadstoffe können in den oberen Lagen in den dort als Füllstoff verwendeten Gummigranulaten vorhanden sein. Die Gesamthöhe dieser Schichten umfasst in der Regel maximal 10 cm. Inhaltsstoffe können durch Regenwasser mobilisiert und mit dem Sickerwasser in den Boden und in das Grundwasser eingetragen werden. Durch eine Kombination von Elutionstests und numerischer Modellierung kann das Mobilisierungs- und Transportpotential ermittelt werden, um eine Boden- und Grundwassergefährdungsabschätzung auf Basis einer Sickerwasserprognose vorzunehmen.

Für Festlegungen im Bereich Kunststoff- und Kunststoffrasenbeläge liegen derzeit die Normenentwürfe E DIN 18035-6 und die E DIN 18035-7 (DIN 18035-7, 2014-10; DIN 18035-6, 2014-12) vor. Hinsichtlich der Umweltrelevanz ist in beiden Entwürfen vorgesehen, den verfügbaren eluierbaren Teil von Stoffen in einem Schüttelversuch mit einem Wasser zu Feststoffverhältnis (W/F) 10 L/kg zu ermitteln (Krüger et al., 2012). Dagegen wird im Rahmen der Neuordnung der Verordnungen der Mantelverordnung (1. Novellierung BBodSchV, Neueinführung ErsatzbaustoffV und 2. Novellierung Grundwasserverordnung) (BMUB, 2015) ein Wechsel zu einem niedrigeren W/F und die Empfehlung der Durchführung realitätsnäherer Säulenversuche für die Basischarakterisierung empfohlen. Sämtliche auf den Boden- und Grundwasserpfad bezogenen Bewertungsschritte basieren auf einem ausführlichen Säulenversuch und einem Säulenkurztest bei W/F 2 L/kg nach DIN 19258 (DIN 19528, 2009-01) und alternativ einem Schütteltest nach DIN 19529 bei W/F 2 L/kg (DIN 19529, 2015-12). Auch wenn Sportböden nicht in den Regelungsbereich der Mantelverordnung fallen, ist es sinnvoll, analoge Bewertungsschritte zu entwickeln, da diese den Stand der Technik darstellen.

Zumeist wird beobachtet, dass die Eluatkonzentrationen am Anfang der Elutionstests ihr Maximum erreichen und danach abnehmen. Für Kunststoffbeläge und Kunststoffrasenflächen fehlt bisher eine systematische Bewertung des Umweltrisikos unter Berücksichtigung der praxisrelevanten Einbauszenarien, insbesondere der Dünnschichtigkeit (W/F-Zeit-Korrelation) sowie des spezifischen Stoffabklingverhaltens.

Im 2011 abgeschlossenen Vorgängerprojekt „Erfassung von potentiellen Schadstoffen bei Sportböden auf Kunststoffbasis (Kunststoff- und Kunststoffrasenbeläge) auf Sportfreianlagen, unter Berücksichtigung von Alterungs-

und Verschleißprozessen“ (Kalbe et al., 2012) wurden praxisnahe Prüfmethoden entwickelt, um die Schadstoffinventare und potentiellen Freisetzungsraten von handelsüblichen Kunststoff- und Kunststoffrasenbelägen zu ermitteln. Die Untersuchungen bezogen sich sowohl auf Einzelkomponenten als auch auf den gesamten Oberbau typischer Sportbelagsarten aus Kunststoff (Kunststoffrasensysteme und Kunststoffbeläge). Insbesondere wurde für die Untersuchung von Komplettsystemen (Oberbau) das Säulenversuchsverfahren nach DIN 19528, welches auf Böden und mineralische Abfälle abgestimmt ist, modifiziert. Säulenversuche haben sich als geeignet erwiesen, realistische Szenarien zu simulieren, da auch Wechselwirkungen der einzelnen Komponenten des Oberbaus von Kunststoffsportböden untereinander erfasst werden können. Sie können daher als Grundlage für die Ermittlung von Daten zur Beurteilung des Gefährdungspotentials von Kunststoffsportböden für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser dienen.

Das hier durchgeführte Forschungsprojekt schließt direkt an das Vorgängerprojekt an, indem die Daten aus den für Komplettsysteme (Oberbau) durchgeführten Elutionsversuchen dazu genutzt werden, die Besonderheiten der Einbauszenarien beim Sportanlagenbau bei der Modellierung der Stofffreisetzung und von Abklingkurven zu berücksichtigen. Ziel des Forschungsvorhabens war die analytische und numerische Beschreibung des Abklingverhaltens relevanter mobilisierbarer Stoffe aus Kunststoffrasenbelägen und Kunststoffbelägen zur Bewertung der zeitlichen Stofffreisetzung von Sportbodenbelägen unter Feldbedingungen. Im Rahmen dieses Projektes wurden Benzothiazol und Mercaptobenzothiazol als weitere organische Schadstoffe mit einbezogen. Auf diese Weise wurden die Grundlagen für eine Festlegung von Kriterien der Bewertung der Umweltverträglichkeit von Kunststoffflächen und Kunststoffrasenflächen geschaffen.

2 Methode

Elutionsversuche können im Labormaßstab (Säulen- oder Batch-Versuche) oder im Freilandmaßstab (Lysimeterversuche) durchgeführt werden. Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass die mittelfristig auftretenden Konzentrationen im realen Boden-Sickerwasser (Quellterm) durch ein Eluat bei einem W/F von 2 l/kg besser abgebildet werden können als mit dem bislang üblichen Verfahren nach DIN EN 12457 – 4, einem Schütteleluat mit einem W/F 10 l/kg (Delay et al., 2007; Kalbe et al., 2008; Susset et al., 2008a; Grathwohl et al., 2009).

Die Modifikationen für die Untersuchung von Sportböden bezogen sich vor allem auf die Art des Einbaus und die Berechnung der anzuwendenden Flussrate. In Robustheitsuntersuchungen konnte eine gute Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit der Versuche nachgewiesen werden. Im nun abgeschlossenen Vorhaben wurden weitere Kunststoffrasen- und Kunststoffsportbelagssysteme untersucht und so ausgewählt, dass alle wichtigen und häufig verwendeten Einbauweisen berücksichtigt wurden (siehe DIN 18035-6 und DIN 18035-7 (DIN 18035-7, 2014-10; DIN 18035-6, 2014-12)). Insgesamt wurde einschließlich des Vorgängervorhabens in Säulenversuchen der Oberbau von 13 Kunststoffrasen- und 9 Kunststoffsportbodenbelägen simuliert.

Als bewertungsrelevante Parameter wurden vor allem die Schwermetalle Kobalt, Kupfer, Nickel und Zink und polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ermittelt. Die Datengrundlage aller relevanten anorganischen Stoffe zum Abkling- und Emissionsverhalten der untersuchten Systeme erwies sich für eine empirische Ableitung des Quelltermverhaltens als geeignet. Auch für die organischen Stoffe polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Benzothiazol (BT) und Mercaptobenzothiazol (MBT) wurde das teilweise langsamere Abklingverhalten untersucht und in die Modellierung integriert.

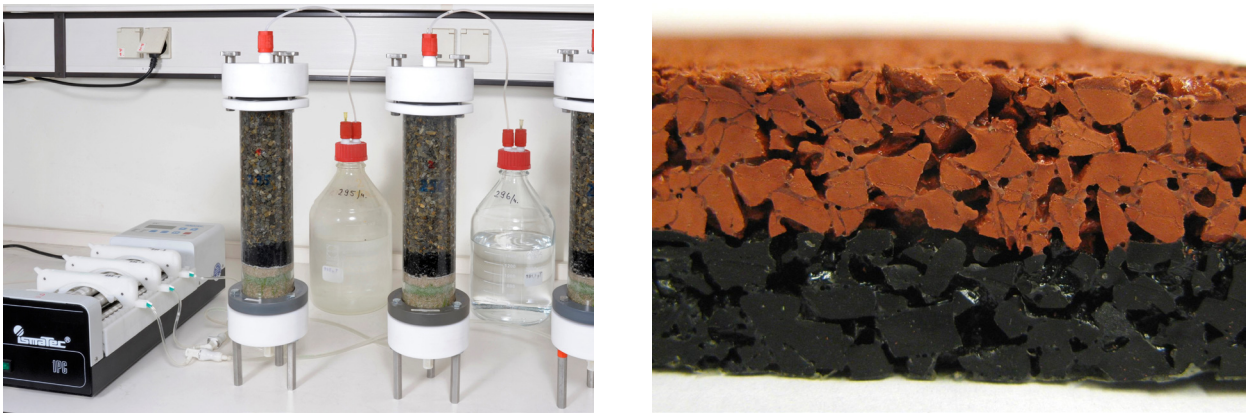


Abb. 1 links: Säulenversuche mit einem verfüllten Kunstrasensystem einschließlich der gebundenen elastischen Tragschicht mit Altreifengranulat und der ungebundenen Tragschicht. Die einzelnen Schichten sind in umgekehrter Reihenfolge eingebracht, da die Fließrichtung von unten nach oben erfolgt. rechts: Schnittfläche eines Sportbelages auf Kunststoffbasis (unten Altreifengranulat gebunden mit Polyurethan, oben Schüttbeschichtung mit Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk)

3 Ergebnisse

Die Eignung der Methode für die Untersuchung der Schadstofffreisetzung aus Sportböden kann beispielhaft an den neu analysierten organischen Verbindungen gezeigt werden. In Abb. 2 sind die Ergebnisse von Säulenversuchen für Mercaptobenzothiazol (MBT) dargestellt (Bandow et al., 2015).

Ziel der Modellierung des Stofffreisetzungs- und Emissionsverhaltens von Sportböden auf Kunststoffbasis war die Ermittlung einer generischen Stofffreisetzungs- und Emissionsfunktion für relevante Stoffe in Eluaten solcher Systeme. Grundlage dafür sind abgeleitete und validierte Stoffabklingfunktionen (Susset et al., 2008b) und festgelegten Feldszenarien. Beispielhaft wird hier das Ergebnis für den Parameter PAK für Kunststoffrasensysteme wiedergegeben (Abb. 3).

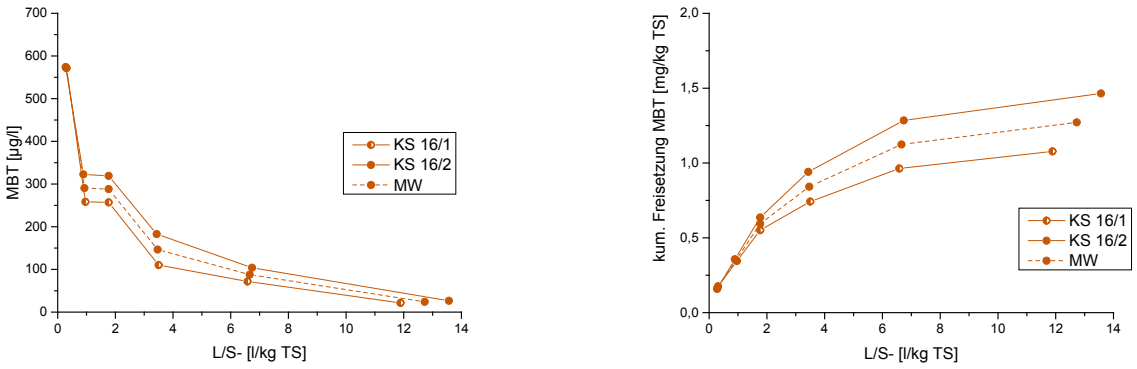


Abb. 2: Ergebnisse von Säulenversuchen mit einem Komplettsystem (KS).
links: MBT Konzentration in den einzelnen Eluaten als Funktion des Wasser zu Feststoffverhältnis (W/F, englisch liquid/solid L/S).
rechts: kumulierte Freisetzung von MBT (Summe der einzelnen Eluate) als Funktion von W/F.

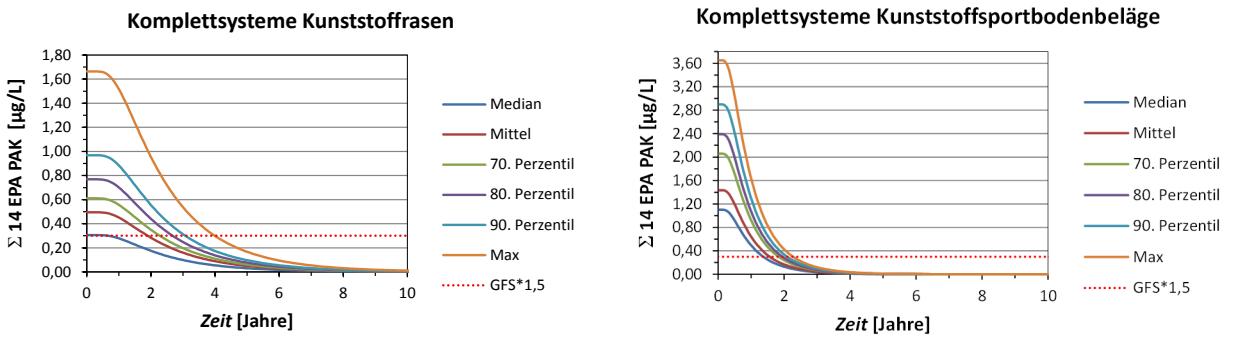


Abb. 3: Modellierungsergebnisse zur Freisetzung der Σ14 EPA PAK (Summe der 14 nach US Umweltbehörde EPA relevanten PAK) mit dem Sickerwasser aus Sportböden auf Kunststoffbasis im Feld: Zeitlicher Verlauf der aktuellen Konzentrationen an der Untergrenze von Komplettsystemen Kunstrasen (links) und Komplettsystemen Kunststoffsportbodenbeläge (rechts). Als gestrichelte Linie ist der 1,5-fache Wert der Geringfügigkeitsschwelle (GFS) nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) eingezeichnet.

4 Diskussion

Hinsichtlich der Eignung der angewendeten Modelle zur generischen Beschreibung des Stofffreisetzungs- und Emissionsverhaltens über Stofffreisetzungs- und Emissionsfunktionen kann festgestellt werden, dass für die rasch abklingenden anorganischen Stoffe Kupfer, Nickel und Zink sich für beide betrachteten Arten von Sportböden (Kunststoffrasen- und Kunststoffbelagssysteme) gute bis sehr gute Übereinstimmungen zwischen Modell und mittlerem Freisetzungsverhalten zeigen. Um die Nachteile des hier verwendeten Advektions-Dispersionsmodell auszugleichen, wurden die Modellparameter so angepasst, dass auf der sicheren Seite abgeschätzt wurde, d. h. dass die anfänglichen Austräge eher überschätzt und die diffusionslimitierten Austräge eher unterschätzt wurden. Ein ähnliches Bild ergab sich für die organischen Stoffe BT, MBT und den Summenparameter Σ14 EPA PAK.

Bezüglich der Vergleichbarkeit der Bewertung des Quellterms für Komplettsysteme von Kunststoffrasen- und Kunststoffsportbelägen zeigt sich, dass die Bewertungen des Grundwasser- und Bodengefahrenpotentials nur geringfügig unterschiedlich ausfallen. Kunststoffrasen zeigen in der Regel höhere Anfangskonzentrationen von Kobalt, Kupfer, Nickel und Mercaptobenzothiazol als Kunststoffsportbodenbelägen, die aber mit einem rascheren Abklingverhalten verbunden sind. Das Stoffaustragsverhalten von Zink ist sowohl bzgl. der Konzentrationen als auch bzgl. der Sorption praktisch identisch. Grundsätzlich höhere Freisetzungen der Σ14 EPA PAK im Sickerwasser von Kunststoffsportbodenbelägen sind dort verbunden mit einer geringeren Sorption. Sowohl die Sorption als auch das Konzentrationsniveau von Benzothiazol der beiden Komplettsysteme ist vergleichbar (Kunststoffrasen mit höherer Variabilität der Anfangskonzentrationen).

Durch die regelmäßige (etwa 2-jährige) Überholung des Kunststoffrasens (Austausch der obersten Füllung mit Kunststoffgranulat von wenigen Zentimetern) sind erneut Stofffreisetzungen zu erwarten, die aber aufgrund der geringen Mächtigkeit des Austauschmaterials wesentlich kurzfristiger sind als die oben beschriebenen Stofffreisetzungen aus den Komplettsystemen Kunststoffrasen. Das gleiche gilt für die Frachten, die dann immer geringer sind als aus den Komplettsystemen. Für die oben genannten bewertbaren Stoffe und Parameter (Stoffe/Parameter für die Geringfügigkeitsschwellenwerte vorliegen) kann gezeigt werden, dass die Geringfügigkeitsschwellen nach 4 Jahren auch bei den Komplettsystemen Kunststoffrasen unterschritten werden.

Die hier ermittelten Ergebnisse können zukünftig bei einer Überarbeitung der DIN 18035-6 (DIN 18035-6, 2014-12) und DIN 18035-7 (DIN 18035-7, 2014-10) in den jeweiligen Teil zur Bewertung der Umweltverträglichkeit von Sportbodensystemen einfließen und somit diese Normen auf eine bessere wissenschaftliche Grundlage stellen.

5 Literatur

Bandow, N., Güney, G. & Kalbe, U. (2015). *Release of benzothiazole and mercaptobenzothiazole from granules used for artificial turf*. SETAC Europe 25th Annual Meeting, Environmental protection in a multi-stressed world: challenges for science, industry and regulators, Barcelona, Spanien, 2015/05/03-2015/05/07.

BMUB (2015). 3. *Arbeitsentwurf der Mantelverordnung: Verordnung zur Festlegung von Anforderungen für das Einbringen oder das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser, an den Einbau von Ersatzstoffen und für die Verwendung von Boden und bodenähnlichem Material*, Stand: 23.07.2015.

Delay, M., Lager, T., Schulz, H.D. & Frimmel, F.H. (2007). Comparison of leaching tests to determine and quantify the release of inorganic contaminants in demolition waste. *Waste management, 27*, 248-255.

DIN 18035-6 (2014-12). *Sportplätze - Teil 6: Kunststoffflächen*. Deutsches Institut für Normung.

DIN 18035-7 (2014-10). *Sportplätze – Teil 7: Kunststoffrasenflächen*. Deutsches Institut für Normung.

DIN 19528 (2009-01). *Elution von Feststoffen - Perkolationsverfahren zur gemeinsamen Untersuchung des Elutionsverhaltens von organischen und anorganischen Stoffen für Materialien mit einer Korngröße bis 32 mm – Grundlegende Charakterisierung mit einem ausführlichen Säulenversuch und Übereinstimmungsuntersuchung mit einem Säulenschnelltest.* Deutsches Institut für Normung.

DIN 19529 (2015-12). *Elution von Feststoffen - Schüttelverfahren zur Untersuchung des Elutionsverhaltens von anorganischen und organischen Stoffen mit einem Wasser/ Feststoff-Verhältnis von 2 l/kg*. Deutsches Institut für Normung.

Grathwohl, P. & Susset, B. (2009). Comparison of percolation to batch and sequential leaching tests: Theory and data. *Waste management, 29* (10), 2681-2688.

Kalbe, U., Berger, W., Eckardt, J. & Simon, F.G. (2008). Evaluation of leaching and extraction procedures for soil and waste. *Waste management, 28* (6), 1027-1038.

Kalbe, U., Krüger, O., Wachtendorf, V. & Berger, W. (2012). Umweltverträglichkeit von Kunststoff- und Kunststoffrasenbelägen auf Sportfreianlagen, *Schriftenreihe des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft 2012/02*. Köln: Sportverlag Strauß.

Krüger, O., Kalbe, U., Berger, W., Nordhauß, K., Christoph, G. & Walzel, H.P. (2012). Comparison of Batch and Column Tests for the Elution of Artificial Turf System Components. *Environmental science & technology, 46*, 13085-13092.

Susset, B. & Leuchs, W. (2008a). *Ableitung von Materialwerten im Eluat und Einbaumöglichkeiten mineralischer Ersatzbaustoffe, Abschlussbericht Umsetzung der Ergebnisse des BMBF-Verbundes „Sickerwasserprognose" in konkrete Vorschläge zur Harmonisierung von Methoden*. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes FuE-Vorhaben Förderkennzeichen 205 74 251.

Susset, B. & Leuchs, W. (2008b). *Umsetzung der Ergebnisse des BMBF-Verbundes Sickerwasserprognose in konkrete Vorschläge zur Harmonisierung von Methoden - Ableitung von Materialwerten im Eluat und Einbaumöglichkeiten mineralischer Ersatzbaustoffe* (Förderkennzeichen UFOPLAN 20574251). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbrauerschutz Nordrhein-Westfalen.

Entwicklung und Evaluation eines mobilen Messsystems zum Online-Monitoring von Leistungsparametern hochdynamischer Sprint- und Sprungbewegungen (SpoSeNs)

(AZ 071503/14-15)

Marcus Schmidt[1], Thomas Jaitner[1] (Projektleitung), Jann-Erik Jürjens[1], Kevin Nolte[1], Carl Rheinländer[2], Sebastian Wille[2] & Norbert Wehn[2]

[1]TU Dortmund, Institut für Sport und Sportwissenschaft
[2]TU Kaiserslautern, AG Entwurf Mikroelektronischer Systeme

1 Problem

Zur Diagnostik hochdynamischer Sprint- und Sprungbewegungen in der Leichtathletik existieren verschiedene Messverfahren, die eine Erfassung von Stütz- und Flugzeiten sowie Sprunghöhen unter Feldbedingungen prinzipiell ermöglichen. Dabei ist der Einsatz von Kontaktmatten oder optometrischen Systemen jedoch nur mit räumlichen Einschränkungen möglich, und ein automatisiertes Online-Monitoring von Sportlergruppen wird in der Regel nicht unterstützt. Eine vielversprechende Alternative dazu stellen Messsysteme dar, die eine Datenerfassung mittels Inertialsensoren mit einer funkbasierten Übertragung verbinden und eine Diagnostik inklusive Online-Monitoring für den flexiblen Einsatz im Training ermöglichen. Im ersten Teil des aktuellen Forschungsprojekts wurde ein mobiles Inertialmesssystems (IMS) entwickelt, das unter Feldbedingungen (d. h. auf dem Sportplatz oder in der Halle) eine automatisierte Sprungdiagnostik für reaktive Sprünge sowie ein Online-Monitoring für eine Gruppe von Sportlern bzw. Sportlerinnen ermöglicht. Das Messsystem besteht aus einem Sensor-Knoten mit einer modular aufgebauten Hard- und Software sowie einer Softwareapplikation für Android-basierte Smartphones/Tablets. Der Sensorknoten besitzt einen leistungsstarken und zugleich sehr energiesparenden Mikrocontroller, hochauflösende Inertialsensoren (1 kHz) bestehend u. a. aus einem dreiachsialnm Accelerometer (+/- 16 g) und einem dreiachsialen Gyroskop (+/- 2000°/Sek) sowie einem Bluetooth Low Energy© (BLE) Funkmodul in einem 80 x 56 x 24 mm³ großen und 65 g leichten Gehäuse. Der am Knöchel der Testpersonen befestigte Sensorknoten (Abb. 1) überträgt die auf dem Knoten berechneten Leistungsparameter über BLE auf das mobile Endgerät, das die empfangenen Parameter grafisch darstellt und dem Sportler bzw. der Sportlerin zuordnet.

Abb. 1: Sensor-Knoten am Knöchel des Sportlers.

Eine Evaluationsstudie belegt die auch für den Hochleistungssport hinreichend genaue und valide Detektion von Bodenkontaktzeiten und Flugzeiten bei typischen leichtathletischen Sprüngen und damit ein zuverlässiges Monitoring von sportartspezifischen Leistungsparame-

tern. Es konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass ein Monitoring von beispielsweise Sprungserien oder Sprints durch das System realisierbar ist (Schmidt et al., 2013).

Im zweiten Teilprojekt wurde das Messsystem für die Analyse leichtathletischer Sprints erweitert und zunächst ein neuer Algorithmus zur Bestimmung von Bodenkontaktzeiten und Schrittfrequenzen entwickelt und validiert. Anschließend wurde das System in zwei Anwendungsstudien im Lang- und Hürdensprint eingesetzt, um Änderungen zeitlicher Merkmale im Verlauf der Wettkampfstrecke zu analysieren.

Im leichtathletischen Kurz- und Langsprint stellen Parameter wie Stütz- und Flugzeiten sowie Schrittlängen, Schrittfrequenzen und momentane und mittlere Geschwindigkeiten wichtige biomechanische Einflussgrößen dar (Ballreich & Kuhlow, 1986). Zur Ausprägung und Entwicklung dieser Parameter wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Studien veröffentlicht (di Prampero et al., 2005; Ito, Fukuda & Kijima, 2007; Kale et al., 2009; Mackala, Michalski & Coh, 2010; Slawinski et al., 2010). Im Bereich des Langsprints (400 m) zeigen bisherige Studien (z. B. Hanon & Gajer, 2009) einen deutlichen Geschwindigkeits-, Schrittlängen- und Schrittfrequenzverlust im Verlauf des Rennens. Insgesamt lässt sich jedoch ein Forschungsdefizit hinsichtlich der Veränderung der Zeitstruktur der Sprintparameter über den Verlauf der Wettkampfstrecke z. B. infolge von Ermüdung feststellen.

In den technischen (Sprint-)Disziplinen wie dem Hürdenlauf können Zeitparameter ebenfalls als wichtige Technikmerkmale herangezogen werden und u. a. Aufschluss über die Qualität der Hürdenüberquerung bzw. die Rhythmisierung über den Verlauf der Wettkampfstrecke geben. Bisherige Studien beziehen sich auf einzelne Hürdenüberquerungen oder zeitliche Veränderungen der Zwischenhürdenabschnitte (Coh, 2002; Coh, 2003; Coh & Dolenec, 1996; Li et al., 2011).

Dementsprechend umfasst das zweite Teilprojekt insgesamt drei wesentliche Zielsetzungen:

- Entwicklung und Validierung eines Algorithmus zur Bestimmung von leistungsrelevanter Parameter bei leichtathletischen Sprints
- Analyse der Veränderung der Zeitstruktur der Sprintparameter über den Verlauf der Wettkampfstrecke im 400-m-Sprint
- Analyse der Hürdentechnik anhand der Zeitstruktur relevanter Sprintparameter.

2 Methode

2.1 Entwicklung und Validierung des Sprintalgorithmus

Für die Berechnung der Bodenkontaktzeiten (t_s) und Schrittfrequenzen (SF) wurde ein Algorithmus entwickelt, der auf den Rohdaten des vertikalen Accelerometersignals sowie den Gyroskopdaten basiert. Im Rahmen der Evaluationsstudie absolvierten 12 Leichtathletinnen und Leichtathleten (9 m/3 w; 22,6 ± 5,0 Jahre, regionales bis überregionales Leistungsniveau) jeweils 3 bis 5 fliegende Sprints über eine Strecke von 15 m. Als Referenzsystem diente das OptojumpNext©-System (Microgate, Italien). SF und t_s wurden mit beiden Systemen bei einer Abtastrate von 1 kHz bestimmt. Anhand deskriptiver Statistiken sowie Bland-Altman-Plots (Bland & Altman, 2007) wurden die Übereinstimmungen zwischen dem mobilen Messsystem und OJ analysiert.

2.2 Langsprintstudie

An der Langsprintstudie nahmen insgesamt 10 männliche Langsprinter nationalen (NL) und regionalen (RL) Leistungsniveaus teil (19,9 ± 2,8 Jahre). Alle Sportler absolvierten zwei 400-m-Läufe unter wettkampfnahen Bedingungen. Nach Beendigung des ersten Laufes erhielten die Athleten eine individuelle Pause von 30 bis 40 Minuten und bereiteten sich im Anschluss daran auf den zweiten Lauf vor. So wurde sichergestellt, dass eine weitgehende Erholung zwischen den Läufen erfolgen konnte. Mittels des IMS wurden t_s und SF kontinuierlich erfasst. Darüber hinaus wurde mittels einer Lichtschranke die Zwischenzeit bestimmt und der Lauf anschließend in 50-m-Intervalle eingeteilt. Die Auswertung erfolgte anhand von deskriptiven Statistiken sowie aufgrund der vorliegenden

Klein-N-Stichprobe mittels Permutationstests zur Untersuchung von Gruppenunterschieden. Da im Rahmen dieser Anwendungsstudie auch die individuelle Veränderung der Schrittstruktur unter Berücksichtigung von Ermüdungseffekten von besonderem Interesse ist, wird außerdem exemplarisch eine individuelle Darstellung der Schrittstruktur aufgezeigt.

2.3 Hürdenstudie

14 Leichtathletinnen und Leichtathleten (7 w, 7 m, 18,9 ± 1,8 Jahre, nationales und regionales Leistungsniveau) nahmen an dieser Untersuchung teil. Insgesamt führten die Teilnehmenden 41 Hürdensprints über die volle Wettkampfdistanz aus, von denen 30 (die jeweils zwei zeitschnellsten) zur Analyse ausgewählt wurden. Mittels des IMS wurden die Stützzeiten jedes einzelnen Schrittes erfasst. Ergänzend zu dem Inertialmesssystem wurde jeweils über eine Strecke von 20 m das OptojumpNext©-System eingesetzt, um die Dauer der Hürdenüberquerung (t_H) zu bestimmen. Beide Systeme erhoben die Daten mit einer Abtastrate von 1 kHz. Da im Rahmen dieser Anwendungsstudie die Qualität der Technikausprägung im Vordergrund stand, werden nur die Bodenkontaktzeiten vor (t_{Svor}) und nach (t_{Snach}) der jeweiligen Hürde, die entsprechenden Überquerungszeiten t_H und die jeweilige Bestzeit (t_{Best}) der Sportler und Sportlerinnen in die statistische Datenauswertung einbezogen. Berechnet wurden wiederum deskriptive Statistiken und Permutationstests sowie Spearman´s Rank-Korrelationen zur Bestimmung des Zusammenhangs zwischen den t_S, t_H und den Laufbestzeiten t_{Best} der Sportler bzw. Sportlerinnen.

3 Ausgewählte Ergebnisse

3.1 Entwicklung und Validierung des Sprintalgorithmus

Von 51 durchgeführten Läufen konnten 50 zur Analyse der Schrittfrequenz herangezogen werden. Das Messsystem detektierte von 380 Kontakten 364 korrekt (95,7 %). Die Bland-Altman-Plots zeigen einen systematischen Fehler von -2,5 ± 4,8 ms. Das 95 %- Konfidenzintervall liegt im Bereich von -11,8 bis 6,8 ms (Abb. 2). Tab. 1 enthält einen Überblick der deskriptiven Daten.

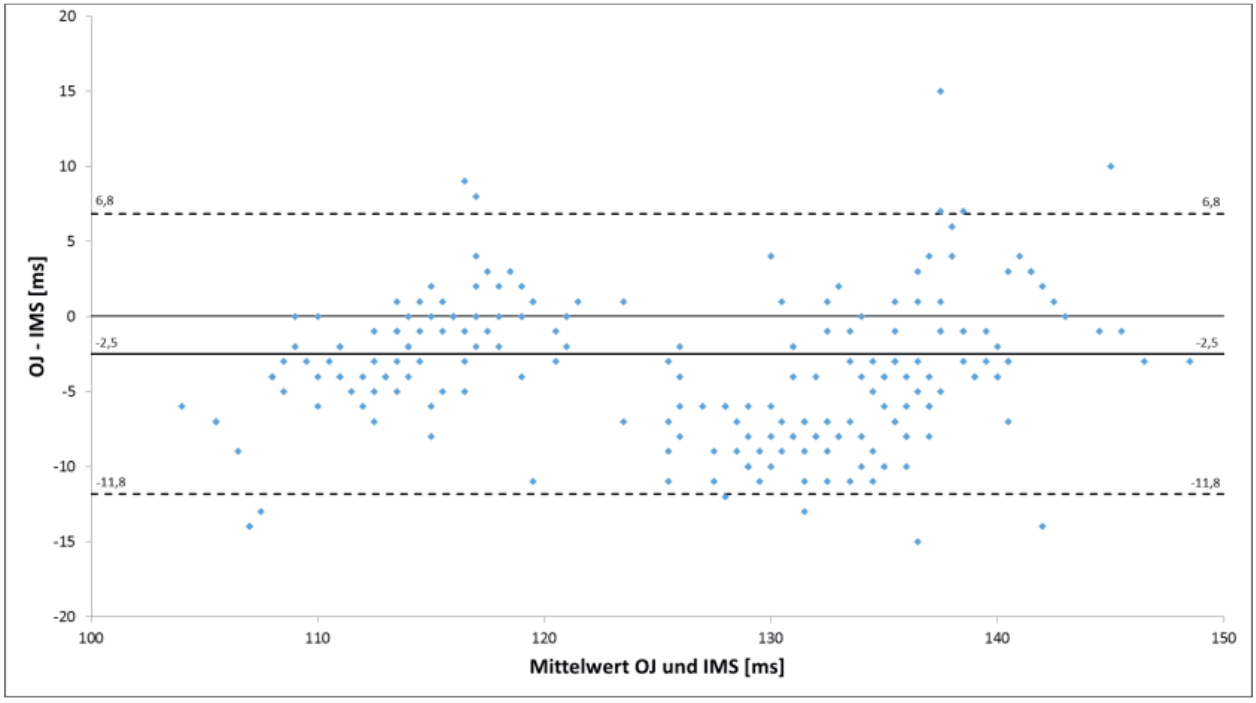


Abb. 2: Bland-Altman-Plot für t_s. Die gestrichelten Linien verdeutlichen das 95 %- Konfidenzintervall.

Tab. 1: Differenzen der Messparameter aus OJ und IMS.

Parameter	N	| OJ-IMS |			
		Mittelwert (in % von OJ)	Standard-abweichung	Minimum (in % von OJ)	Maximum (in % von OJ)
tS [ms]	364	4,3 (3,43)	± 3,2	0,0 (0,0)	15 (12,29)
SF [S/sek.]	50	0,04 (0,86)	± 0,04	0,00 (0,00)	0,20 (4,57)

3.2 Langsprintstudie

Bezüglich der Bodenkontaktzeiten können drei unterschiedliche Phasen des Rennens identifiziert werden:

1. Eine Phase mit konstanten minimalen Bodenkontaktzeiten (0-100 m).
2. Ein kontinuierlicher Anstieg der Bodenkontaktzeiten (100-300 m).
3. Eine Stabilisierungsphase der Bodenkontaktzeiten am Ende des Laufes (300-400 m), die hauptsächlich bei der Gruppe NL zu identifizieren ist.

Im Verlauf der gesamten Wettkampfstrecke erreicht die Gruppe NL im ersten Lauf eine mittlere Bodenkontaktzeit von 132 ms, die Gruppe RL erreicht 140 ms. Im zweiten Lauf vergrößern sich bei beiden Gruppen die mittleren Bodenkontaktzeiten (NL: 136 ms; RL: 146 ms). Die Schrittfrequenzen der Gruppe NL weisen mittlere Werte von 3,72, respektive 3,62 Schritte/Sek. auf. Gruppe RL erreicht in Lauf 1 eine mittlere Schrittfrequenz von 3,61 und in Lauf 2 von 3,49 Schritte/Sek. Insgesamt liegen die Bodenkontaktzeiten der Gruppe NL dabei in jedem Abschnitt unter denen der Gruppe RL, jedoch sind diese Unterschiede nur für die Abschnitte 150-200 m und 200-250 m im zweiten Lauf signifikant. Bei den Schrittfrequenzen weist die Gruppe NL in jedem Abschnitt höhere Werte als die Gruppe RL auf. Diese Unterschiede sind für die Abschnitte 50-100 m, 100-150 sowie 300-350 und 350-400 m signifikant.

Abb. 3 veranschaulicht exemplarisch den Verlauf der Bodenkontaktzeiten und Schrittfrequenzen eines Sportlers über die gesamte 400-m-Strecke.

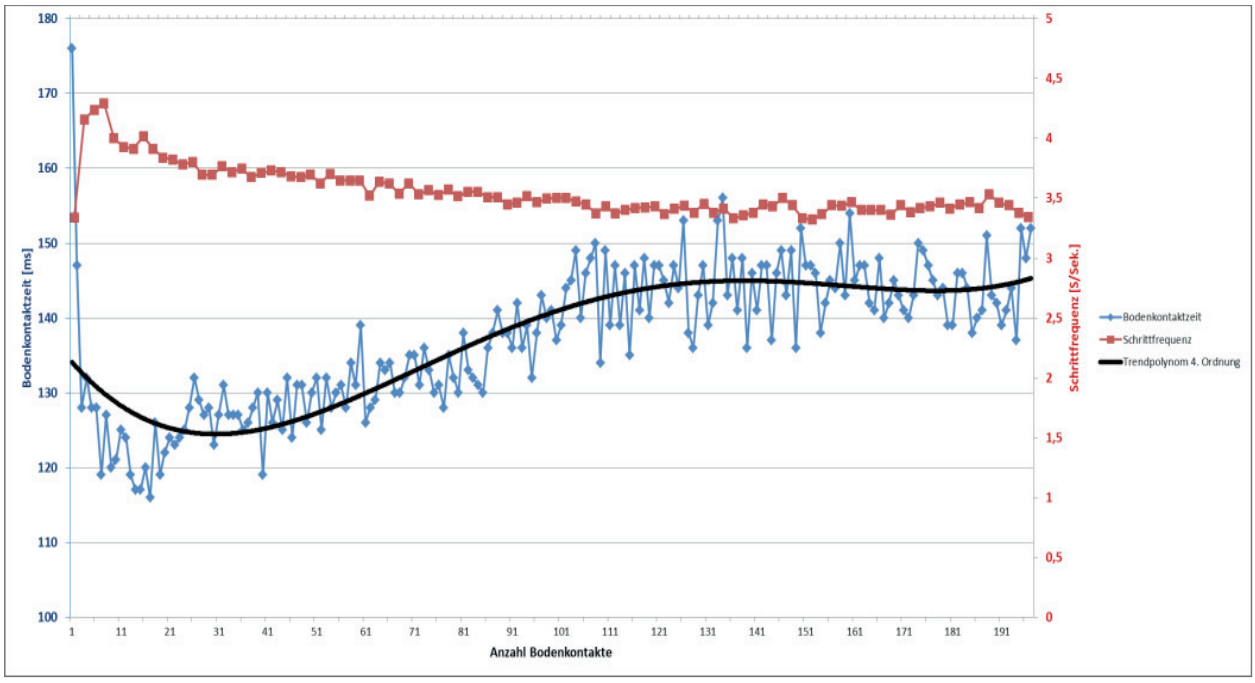


Abb. 3: Verlauf der Bodenkontaktzeiten (blaue Rauten) und Schrittfrequenzen (rote Quadrate) über einen 400-m-Sprint.

3.3 Hürdenstudie

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Hürdenparameter sind in Tab. 2 separat für Männer und Frauen sowie die beiden Leistungsgruppen dargestellt.

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Hürdenüberquerungsparameter

Leistungsgruppe	Parameter	Frauen	Männer
NL	tSvor [ms]	128 ± 4	133 ± 6
	tSnach [ms]	101 ± 6	106 ± 4
	tH [ms]	303 ± 9	415 ± 17
RL	tSvor [ms]	142 ± 10	141 ± 6
	tSnach [ms]	117 ± 7	112 ± 11
	tH [ms]	355 ± 35	381 ± 40

Bei den Frauen lassen sich bei allen Parametern signifikante Unterschiede ($p < .05$) zwischen den Leistungsgruppen feststellen, während die Männer nur bezüglich der Parameter t_{Svor} und t_H vergleichbare Unterschiede aufweisen. Die Korrelationsanalyse belegt bei den Frauen einen hohen Zusammenhang zwischen der Hürdenüberquerungsdauer t_H ($r = .964$) sowie zwischen den Stützzeiten t_{Svor} ($r = .786$) und t_{Snach} ($r = .847$) und der Laufzeit. Bei den Männern lässt sich nur ein hoher Zusammenhang zwischen der Stützzeit vor der Hürde und der Laufzeit ($r = .857$) feststellen. Für die beiden anderen Parameter wurden Korrelationskoeffizienten von $r = .649$ (t_{Snach}) bzw. $r = .342$ (t_H) ermittelt.

4 Diskussion

Das im Rahmen von SpoSeNs entwickelte Messsystem ermöglicht sowohl für reaktive Sprünge als auch für Sprintbewegungen eine zuverlässige und valide Bestimmung chronometrischer Leistungsparameter. Die Validierungsstudie für den Sprint belegt für Bodenkontaktzeiten und Schrittfrequenzen hohe Übereinstimmungen des Inertialssensor-basierten Messsystems mit dem Referenzsystem. Die Konfidenzintervalle ergeben zudem für die Stützzeiten eine höhere Übereinstimmung im Vergleich zu in früheren Studien entwickelten Messsystemen (Bergamini et al., 2012). Das Messsystem eignet sich somit für eine feldbasierte Leistungsdiagnostik und das Online-Monitoring in leichtathletischen Sprint- und Sprungdisziplinen.

Erste Anwendungen im Lang- und Hürdensprint verdeutlichen den breiten Anwendungsbereich des Messsystems. Beim 400-m-Lauf konnte gezeigt werden, dass sich in Folge von Ermüdung Änderungen hinsichtlich der Bodenkontaktzeiten und Schrittfrequenzen ergeben, die sowohl für unterschiedliche Leistungsniveaus als auch für unterschiedliche Stadien der Ermüdung (im Verlauf der Wettkampfstrecke; nach Vorbelastung) divergieren. Im Hürdensprint konnten vor allem bei den Frauen expertiseabhängige Unterschiede in Zeitparametern ermittelt werden, die einen hohen Zusammenhang mit dem Wettkampfziel aufweisen. Zudem deuten die Ergebnisse auf geschlechterspezifische Unterschiede in der Leistungsstruktur des Hürdenlaufs hin. Beide hier dargestellten Studien haben allerdings explorativen Charakter und bedürfen einer erweiterten Überprüfung, bevor praxisrelevante Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Zusammenfassend bietet die kontinuierliche Erfassung biomechanischer Parameter über den Verlauf der gesamten Wettkampfstrecke die Möglichkeit, umfassende Daten zur Leistungsstruktur der Sprintdisziplinen zu gewinnen, die anderweitig nur mit hohem messtechnischen Aufwand erfasst werden können. Der Einsatz des SpoSeNs-Systems in der Praxis lässt damit weiterführende Erkenntnisse für die Trainingsgestaltung und -steuerung im Leistungs- und Hochleistungssport der Leichtathletik erwarten.

5 Literatur

Ballreich, R., & Kuhlow, A. (1986). *Biomechanik der Leichtathletik*. Stuttgart: Enke.

Bergamini, E., Picerno, P., Pillet, H., Natta, F., Thoreux, P., & Camomilla, V. (2012). Estimation of temporal parameters during sprint running using a trunk-mounted inertial measurement unit. *Journal of biomechanics, 45* (6), 1123-1126.

Bland, J. M., & Altman, D. G. (2007). Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *Journal of biopharmaceutical statistics, 17* (4), 571-582.

Coh, M. (2002). Kinematische und dynamische Analyse der Technik der Hürdenüberquerung. *Leistungssport 4,* 43-46.

Coh, M. (2003). Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique. *New studies in athletics, 18* (1), 37-45.

Coh, M., & Dolenec, A. (1996). Three-dimensional kinematic analysis of the hurdles technique used by Brigita Bukovec. *New studies in athletics, 11*, 63-70.

di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *Journal of experimental biology, 208* (Pt 14), 2809-2816.

Hanon, C., & Gajer, B. (2009). Velocity and stride parameters of world-class 400-meter athletes compared with less experienced runners. *Journal of strength and conditioning research, 23* (2), 524-531.

Ito, A., Fukuda, K., & Kijima, K. (2007). Mid-phase sprinting movements of Tyson Gay and Asafa Powell in the 100-m race during the 2007 IAAF World Championships in Athletics. *New studies in athletics, 23*, 39-43.

Kale, M., Asçi, A., Bayrak, C., & Açikada, C. (2009). Relationships Among Jumping Performances and Sprint Parameters During Maximum Speed Phase in Sprinters. *The Journal of strength & conditioning research, 23* (8), 2272-2279.

Li, X., Zhou, J., Li, N., & Wang, J. (2011). Comparative biomechanics analysis of hurdle clearance techniques. *Portuguese journal of sport sciences, 11* (2), 307-309.

Mackala, K., Michalski, R., & Coh, M. (2010). Asymmetry of Step Length in Relationship to Leg Strength in 200 meters Sprint of different Performance Levels. *Journal of human kinetics, 25*, 101-108.

Schmidt, M., Jaitner, T., Bieschke, M., Jürjens, J.-E., Nolte, K., Rheinländer, C., et al. (2013). Entwicklung und Evaluation eines mobilen Messsystems zum Online-Monitoring von Leistungsparametern hochdynamischer Sprint- und Sprungbewegungen (SpoSeNs). In Bundesinstitut, für Sportwissenschaft (Hrsg.), *BISp-Jahrbuch Forschungsförderung 2012/13* (pp. 265-268). Köln: Sportverlag Strauß.

Slawinski, J., Bonnefoy, A., Leveque, J. M., Ontanon, G., Riquet, A., Dumas, R., et al. (2010). Kinematic and kinetic comparisons of elite and well-trained sprinters during sprint start. *Journal of strength and conditioning research, 24* (4), 896-905.

Prävention von Verletzungen im Skisport – Unterstützung der Verbreitung der Präventhese im Nachwuchsbereich

(AZ 071609/15)

Ingo P. Valtingoier & Hannes Lechner (Projektleitung)
InnovationsmanufakturGmbH

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts wurden die Erkenntnisse aus der Entwicklung eines Knieprotektors für den alpinen Skirennlauf, der PrävenThese, in Hinblick auf eine umfassendere Nutzung zur Prävention von Knieverletzungen im Nachwuchsbereich aufgearbeitet. Auf Basis der Erfassung von anatomischen/physiologischen sowie subjektiven Rahmenbedingungen wurde ein Konzept zur vereinfachten Anpassung und Bereitstellung von PrävenThesen im Nachwuchsbereich erarbeitet. Neben den bekannten inhaltlichen Herausforderungen wurden insbesondere auch innovative Nutzungs- und Finanzierungsmodelle zur möglichst breiten und wirtschaftlichen Bereitstellung der Versorgung konzipiert.

2 Hintergrund und Ausgangssituation

Skirennfahrer bzw. -rennfahrerinnen leben gefährlich, das Verletzungsrisiko fährt immer mit. Besonders anfällig sind die Rennläufer und -läuferinnen für Knieverletzungen. Das zeigen nicht nur die Verletzungsstatistiken der letzten Jahre, sondern auch prominente Fälle wie zum Beispiel der Kreuzbandriss von Lindsey Vonn Anfang Februar 2013 bei der Ski-WM in Schladming. Das Knie ist mit zirka 36 Prozent nicht nur das am häufigsten verletzte Körperteil der Athletinnen und Athleten, es dauert auch mit am längsten zum Heilen, führt also zu langen Ausfallzeiten und oft sogar zum Karriereende, wie zum Beispiel 2005 bei Hilde Gerg.

Obwohl das Risiko bekannt ist, lehnen die meisten Athleteninnen und Athleten herkömmliche präventive Knieorthesen ab, denn sie sind ihnen zu voluminös. Die Gurte, mit denen sie am Bein befestigt werden, schränken subjektiv die Bewegungsfreiheit – und damit die Leistung – der Athletinnen und Athleten ein.

Anstatt die alpinen Skirennfahrer und -fahrerinnen diesem Knie-Verletzungsrisiko und -schicksal hilflos auszuliefern, hat es sich der Deutsche Skiverband (DSV) zusammen mit einem interdisziplinären Projektteam zum Ziel gesetzt, einen präventiven Schutz zu entwickeln, der Knieverletzungen nach Möglichkeit von vorneherein verhindert. Nach mehr als zwei Jahren Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, gefördert vom Bundesinstitut für Sportwissenschaft (AZ IIA-081501/11-13), ist so eine Orthese entstanden, die mit einer (r)evolutionär neuen Technik jeder Athletin und jedem Athleten individuell mittels 3D-Scans angepasst wird.

Abb. 1: Die PrävenThese vereint Passform, Stabilisierung und Bewegungsfreiheit

Die PrävenThese (Wortschöpfung aus präventive Orthese, Abb. 1) verspricht absolute Bewegungsfreiheit und hervorragenden Tragekomfort bei maximalem Schutz und hat ihren Anspruch auch schon unter Beweis gestellt: Ihre erste Feuertaufe fand beim Weltcup- Riesenslalom in Val d'Isere statt, wo Stefan Luitz (Abb. 2), einer der Hoffnungsträger im DSV-Alpin-Kader, mit PrävenThese auf den 3. Platz fuhr – nur zehn Monate nach seinem Kreuzbandriss (o. V. 2013, Müller M., 2013). Auch bei den Olympischen Spielen in Sotschi bewährte sich die PrävenThese: Fabienne Suter fuhr bei der Olympiaabfahrt der Damen mit PrävenThese auf den 5. und beim Super-G auf den 7. Platz. Stefan Luitz lag beim Riesenslalom der Herren bis zu seinem Torfehler beim letzten Riesenslalomtor auf Medaillenkurs.

Abb. 2: Stefan Luitz (DSV) mit PrävenThese

Mittlerweile wurden im Bereich Ski-Alpin insgesamt rund 25 Sportlerinnen und Sportler versorgt, davon sind acht im Ski-Weltcup aktiv. Der Einsatz im Weltcup stellt den Höhepunkt der Sportlerkarriere dar und ist das Resultat einer langjährigen Trainings- und Entwicklungsphase. Aus diesem Grund ist die Prävention von Knieverletzungen, die meist lange Reha-Phasen bedeuten und oft zum Ende vielversprechender Karrieren führen, auch im Nachwuchsbereich sehr wichtig. Eine maßgeschneiderte Individualversorgung wie bei den Top-Athleten bzw. Athletinnen ist in diesem Bereich aus Kostengründen nicht möglich, aber nicht weniger wichtig. Von dem Forschungsprojekt verspricht sich der Deutsche Skiverband, dass die sehr positiven Erfahrungen mit der PrävenThese im Spitzensport auch für den Nachwuchsbereich nutzbar gemacht werden können. Durch einen vereinfachten Anpassungs- bzw. Herstellungsprozess und einer damit verbundenen Kostensenkung kann die Zahl der Knieverletzungen bei jungen Sportlerinnen und Sportlern nachhaltig gesenkt werden.

3 Vorgehen

Der im Antrag zum Projekt skizzierte Vorgehensplan konnte ohne große Abweichungen eingehalten werden. Das Projekt wurde in drei Arbeitspakete gegliedert:

1. **Informationssammlung**
   - Zusammenstellung und Auswertung der Erfahrungen der Spitzengruppe mit den PrävenThesen in den letzten zwei Jahren
   - Messtechnische Erfassung und Befragung einer Probegruppe, Befragung Betreuender und persönliches Umfeld, Analyse und Auswertung der Erkenntnisse.
2. **Erarbeitung Transferkonzept**
   - Ableitung von Anforderungsprofilen
   - Anpassung der technischen Anforderungen an die PrävenThese, Ableitung von Möglichkeiten zur Vereinfachung des Herstellungsprozesses
   - Zusammenstellung einer Checkliste zur PrävenThesen Versorgung.

3. **Entwicklung unterstützende Maßnahmen**
   - Erarbeitung von neuartigen Nutzungs- und Finanzierungsmodellen
   - Skizzierung Optionen zur Übernahme von Leistungen durch die Krankenkassen.

4 Ergebnisse

3.1 Entwicklung von Anpassungsmöglichkeiten für Präventhesen im Nachwuchsbereich

Aus technisch/inhaltlicher Sicht konnten im Rahmen des Projektes zwei kurzfristige und zwei mittelfristige Haupt-Ansatzpunkte identifiziert werden, um die PrävenThese im Nachwuchsbereich günstiger und einfacher bereitstellen zu können.

Kurzfristige Maßnahmen:

1. **Erarbeitung eines Grundrasters an Standardgrößen:** Da die Volumenveränderung aufgrund der deutlich geringeren Muskelmasse weniger stark ausfällt, können eine Reihe von Standardgrößen umgesetzt werden (z. B. S-M-L-XL, in jeweils drei Längen), mit denen die meisten Nachwuchsathleten und -athletinnen versorgt werden können. Der individuelle Anpassungsvorgang entfällt somit, die Rahmenteile können industriell gefertigt werden und es können Verkaufspreise erzielt werden, die nur leicht über denen herkömmlicher Orthesen liegen.
2. **Einsatz neuartiger Materialien:** Zur Vereinfachung der nachträglichen Anpassung können faserverstärkte Kunststoffe auf Thermoplast-Basis eingesetzt werden. Diese erlauben eine Verformung nach Hitzeeinwirkung. Auf diese Weise können Veränderungen durch (Muskel-)Wachstum ausgeglichen oder Standardgrößen angepasst werden. Entsprechend wäre diese Maßnahme eine ideale Ergänzung zur Erarbeitung des Grundrasters für Standardgrößen. Ähnliche Werkstoffe werden in anderen Bereichen bereits eingesetzt, und es spricht nichts gegen eine Erprobung in diesem Bereich.

Mittelfristige Maßnahmen:

3. **Standardisierung und teilweise Automatisierung des Anpassungsprozesses:** Hier gibt es bereits Vorüberlegungen, den zeitintensiven 3D-Scanvorgang zu vereinfachen und die gewonnen Daten direkt dazu zu nutzen, um die Rahmenteile z. B. per Lasersinterverfahren „zu drucken“. Inzwischen sind die Hersteller in der Lage, höhere Festigkeiten zu wettbewerbsfähigen Preisen anzubieten. Hier sind in den nächsten zwei, drei Jahren weitere Entwicklungssprünge zu erwarten, so dass die Fertigungskosten auf rund 30 % der aktuellen Kosten reduziert werden könnten.
4. **Weiterentwicklung des „weichen“ Ansatzes:** Im Rahmen des Vorgängerprojektes gab es bereits die Idee, die Schutzfunktion auf eine „weiche“ Hose mit definierten Funktionselementen zu beschränken und auf die bestehenden harten Rahmenteile weitestgehend zu verzichten. Insbesondere der Wirkmechanismus der Propriozeption soll weiter untersucht und in eine technische Umsetzung überführt werden. Zu diesem Zweck wurde im März 2016 ein Projektantrag beim Bundesinstitut für Sportwissenschaft eingereicht, das Projekt soll ab 2017 starten.

3.2 Zusammenstellung von Nutzungs- und Finanzierungsmodellen

Neben der Senkung der individuellen Anschaffungskosten durch die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Maßnahmen gibt es auch eine Reihe organisatorischer Maßnahmen, um eine breite Nutzbarkeit der PrävenThese als Schutzmechanismus zu ermöglichen:

1. **Schaffung eines Präventhesen-Pools:** Skivereine könnten z. B. über lokale Sponsoren ein Kontingent an PrävenThesen in verschiedenen Größen anschaffen, die vereinsintern weitergegeben werden können. Voraussetzung ist die Bereitstellung von PrävenThesen in Standardgrößen, die auch einmal jährlich auf ihre Funktion und den Zustand von Verschleißteilen geprüft werden sollten. Auf diese Weise können die Gesamtausgaben deutlich verringert werden, durch die breite Versorgung von Kindesbeinen an ist auch

eine deutliche Steigerung der Akzeptanz zu erwarten.

2. **Angebot von Leasing-Präventhesen:** Präventhesen könnten gegen einen monatlichen oder jährlichen Mietbeitrag, oder im Rahmen eines Leasingvertrages angeboten werden. Die Rückläufer könnten einfach rundumerneuert und gegebenenfalls nach leichter Anpassung wieder herausgegeben werden. Dadurch können attraktive Preise für die Nutzung erreicht werden, auch hier ist eine erhöhte Verbreitung zu erwarten.
3. **Nutzung von Promotoren:** Der Einsatz von PrävenThesen im Skirennsport ist zwar von der FIS erlaubt, und der Weltverband steht der ganzen Thematik aufgrund der sich häufenden Knieverletzungen auch sehr wohlwollend gegenüber; dennoch besitzt die Präventhese nach wie vor nicht den Status eines Sturzhelms oder Rückenprotektors. Hier könnte durch bekannte Promotoren und auch durch die FIS selbst ein wichtiger Beitrag geleistet werden, die PrävenThese salonfähig zu machen.
4. **Kostenübernahme durch Krankenkassen und Unfallversicherungen:** Aufgrund der hohen Gesamtkosten einer Knieverletzung sind die Versicherer durchaus daran interessiert, präventive Maßnahmen zu unterstützen. Hier gab es auch erste Sondierungsgespräche, allerdings muss hier noch sehr viel Überzeugungsarbeit geleistet werden. Einerseits müsste eine Studie durchgeführt werden, die die Kosten, die auf Knieverletzungen zurückzuführen sind, darstellt, andererseits muss der Nachweis der Wirksamkeit erbracht werden. Hier verfügen wir noch nicht über hinreichende Daten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem hier vorgestellten Projekt konnte die Basis für den Einsatz der PrävenThese im Nachwuchsbereich erarbeitet werden. Aufgrund der begrenzten Mittel konnten zwar keine konkreten Lösungen erarbeitet werden, aber die spezifischen Anforderungen sind nun sehr viel klarer definiert als noch vor Beginn des Projektes.

Die PrävenThese kann auch für den Nachwuchsbereich verfügbar gemacht werden, wenn es gelingt:

- die Herstellkosten durch Standardgrößen, den Einsatz neuer Materialien und automatisierter Anpassungs- und Fertigungsmethoden maßgeblich zu senken,
- die Entwicklung „weicher“ Lösungen voranzutreiben,
- die Einführung innovativer Bereitstellungsmodelle (z. B. vereinsinterner Pool, Leasing) zu beschleunigen,
- die Unterstützung von Krankenkassen und Versicherern zu erreichen, und
- die Akzeptanz der PrävenThese insgesamt zu erhöhen.

Das sind zweifelsohne anspruchsvolle Aufgaben für die weitere Entwicklung, aber aus unserer Sicht auch machbare Aufgaben, denen wir uns gerne weiterhin stellen werden.

WVL-Projekte

Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport (BAM)

(AZ 081902/09-13)

Karsten Krüger, Marius Schild, Martina Zügel, Thomas Beiter, Uwe Schumann, Jürgen M. Steinacker, Andreas Nieß & Frank C. Mooren (Projektleitung)

Universität Gießen, Fachbereich Psychologie und Sportwissenschaft, Institut für Sportwissenschaft, Abteilung für Sportmedizin

1 Problemstellung

International konkurrenzfähiger Spitzensport ist mittel- und langfristig nur über eine effizientere, auf die individuellen Bedürfnisse des einzelnen Athleten bzw. der einzelnen Athletin maßgeschneiderte Trainings- und Wettkampfsteuerung möglich. Für eine gezielte Trainingssteuerung, die die individuellen Voraussetzungen des Einzelnen berücksichtigt, ist ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen auf molekularer, zellulärer, physiologischer und mentaler Ebene unerlässlich. Das Projekt „Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport“ (BAM) hatte sich zum Ziel gesetzt, über die Aufklärung der körperlichen Anpassungs- und Steuerungsprozesse neue Wege in der individuellen trainingsmethodischen Umsetzung in den ausdauer- und kraftorientierten Sportarten und Disziplinen aufzuzeigen.

2 Methodik

2.1 Probandenkollektive

Studienteil I und II:

Gesunde männliche Probanden (18-30 Jahre, BMI von 18,5-28,5 kg/m^2), die nach Trainingsanamnese und Leistungsdiagnostik in die Kategorien *untrainiert (UT), ausdauertrainiert (AT) und krafttrainiert (KT)* eingeteilt wurden.

Studienteil III:

Männliche Athleten mit Kaderzugehörigkeit (Bundes- oder Landeskader Lang-/Mittelstreckenlauf des Deutschen Leichtathletikverbandes, DLV) oder äquivalente Wettkampfleistungen bzw. Trainingsumfänge.

2.2 Akutbelastung Studienteil I

Akute Ausdauerbelastung:

Einstündige Dauerbelastung auf dem Fahrradergometer bei 80 % der individuellen VO_2max.

Akute Kraftbelastung:

Einstündiger Kraftzirkel mit zwei Supersätzen- mit Übungsserien (10-12 Wiederholungen bei 80 % ORM) bestehend aus Bankzug/Beinpresse und Bankdrücken/Knieextension.

2.3 Trainingsstudie Studienteil II

Cross-over-Design bestehend aus zwei achtwöchigen standardisierten Trainingsinterventionen im Bereich Ausdauer (4 x 1 h/Woche auf dem Fahrradergometer) und einem standardisierten achtwöchigen Krafttraining (4 x 1 h/Woche mit Beinpresse, Ruderzug, Bankdrücken & Knieflexion). Zwischen die beiden Trainingsinterventionen wurde eine Detrainingsphase von 3 Monaten eingeschoben.

2.4 Probenmaterial

Die Probenentnahmen erfolgten in Ruhe (Vortag, pre), 10/30 min nach Ende (post) der Akutbelastungen sowie nach einer dreistündigen Erholungsphase (+3 h). In der Trainingsstudie wurden

Proben zu Beginn der Trainingsphase (Ruhe sowohl nach Akutbelastung), nach 3 Wochen und am Ende der Trainingsphase entnommen. Es wurden Muskelgewebe (Feinnadel-Biopsien aus dem *vastuslateralis* Muskel), Serum/Plasma-Proben sowie periphere mononukleäre Blutzellen (PBMCs) entnommen und aufgearbeitet.

2.5 Analytik

Über neueste Hochdurchsatzverfahren wurden differentielle Expressionsmuster in Abhängigkeit von Trainingszustand und Belastungssituation auf Ebene des Transkriptoms (Human Genome U219 ArrayAffymetrix), Proteoms (LC-ESI-MS/MS, 2-DE MALDI-TOF MS), Metaboloms (UHPLC) und zirkulierender Botenstoffe (HumanMap v1.6Panel, RBM) untersucht. Ausgewählte Parameter wurden über quantitative RT-PCR, SDS-PAGE Immunoblotting und ELISA analysiert. Zur psychologischen Analyse kamen der NEO-FFI, der Stressverarbeitungsfragebogen, das SSI (Selbststeuerungsinventar) und der VKS (Volitionale Komponenten im Sport) zum Einsatz.

3 Ergebnisse

Aus den Muskelbiopsien wurden im Studienteil I sowohl auf Ebene des Transkriptoms als auch auf Proteine-Ebene differentielle Expressionsmuster identifiziert, die sowohl Rückschlüsse auf die strukturelle Zusammensetzung und den metabolischen Zustand der Skelettmuskulatur zulassen, als auch die akute Stressantwort im trainierten und untrainierten Muskel reflektieren. Ebenso wurde in den peripheren Blutzellen eine potentielle Gensignatur ermittelt, die als Surrogat-Panel in der Leistungsanamnese verwendet werden könnte. Desgleichen wurde das humorale Plasmaprofil in Abhängigkeit von Trainingszustand und Belastungssituation untersucht. Über hierarchische Cluster-Analysen und Annotations-Analysen konnten zudem metabolische, inflammatorische und endokrine Signalkaskaden entschlüsselt werden, die eine Schlüsselfunktion bei der Steuerung körperlicher Anpassungsprozesse auf muskulärer und systemischer Ebene spielen. Ausgewählte Marker wurden in der anschließenden Trainingsstudie auf einen möglichen prädiktiven oder deskriptiven Wert in der Trainingssteuerung und Leistungsdiagnostik hin überprüft. Insgesamt wurden ca. 10 Marker identifiziert, die im Muskel, PBMCs oder Plasma sensibel auf Kraft- und Ausdauertraining bzw. auf den Trainingsstatus reagieren. Dazu laufen derzeit weitere molekulare und biochemische Analysen, um deren Regulation physiologisch besser einordnen zu können. Längerfristig angelegte Monitoring-Studien mit Kader-Athleten und/oder -athletinnen, sollen aufklären, ob und welche Charakteristika im Markersystem zu identifizieren sind, die mit der individuellen Entwicklung der Athleten bzw. Athletinnen im Saisonverlauf im Zusammenhang stehen.

4 Diskussion

Die Untersuchung und Generierung belastungssensitiver Marker im Plasma, den Leukozyten und der Muskulatur konnte auf einem soliden biomedizinischen Niveau erstellt werden. Dazu gehörte die Identifikation einer Vielzahl von Markern, die in den beschriebenen Systemen auf Belastung und Training differenziert reagieren. Die Erstellung dieser Datensätze wird als außerordentlich wertvoll bewertet, was sich in der erfolgreichen Publikation kleiner Ausschnitte dieser Datensätze zeigt (Beiter et al. 2015, Schild et al. 2015, Schild et al. 2016). Gleichzeitig zeigte sich bei der Auswertung, dass durch die Vielzahl der reagierenden Proteine/Moleküle/Marker, die Auswertung und Mustererkennung ein außerordentlich komplexes und anspruchsvolles Unterfangen darstellt. Dies wurde dadurch erschwert, dass sich die Antwort auf ein standardisiertes Trainingsprogramm hochgradig individuell darstellt und dadurch eine ausgesprochen hohe Varianz besitzt. Gleichwohl sind auf den einzelnen Ebenen schon Hinweise auf potentielle Marker für die Belastungs- und Trainingssteuerung identifiziert worden.

Einige der Studienziele, die sicherlich von wichtiger Bedeutung sind, konnten noch nicht umgesetzt werden, sind aber derzeit noch in Arbeit. Es handelt sich dabei vor allem um den Abgleich der Resultate der einzelnen Methodenplattformen und Systeme, sowie die Mustererkennung in diesen, um auf mehreren Ebenen relevante potentielle Biomarker zu finden. Die zeitliche

Verzögerung der Erstellung dieser Ergebnisse ist sicherlich darauf zurückzuführen, dass an allen Standorten, die für eine jeweilige Aufgabe zugeordnet waren (Methode und Zielorgan), zunächst riesige Mengen an Rohdaten ermittelt wurden. Der nächste Schritt, welcher den statistischen Abgleich und die Erkennung gemeinsamer Muster umfasst, ist komplex und zeitintensiv. Er wird für die kommenden Monate mit Unterstützung von Spezialisten aus der Statistik umgesetzt. Hier wird dann ein Fokus darauf liegen, die Aussagekraft einzelner identifizierter Marker bzgl. des Leistungspotentials, der Leistungsentwicklung und auch des Zusammenhangs von Trainingsstimulus und individueller Antwort im Sinne einer Optimierung des Trainingsprozesse auf den verschiedenen Ebenen zu validieren.

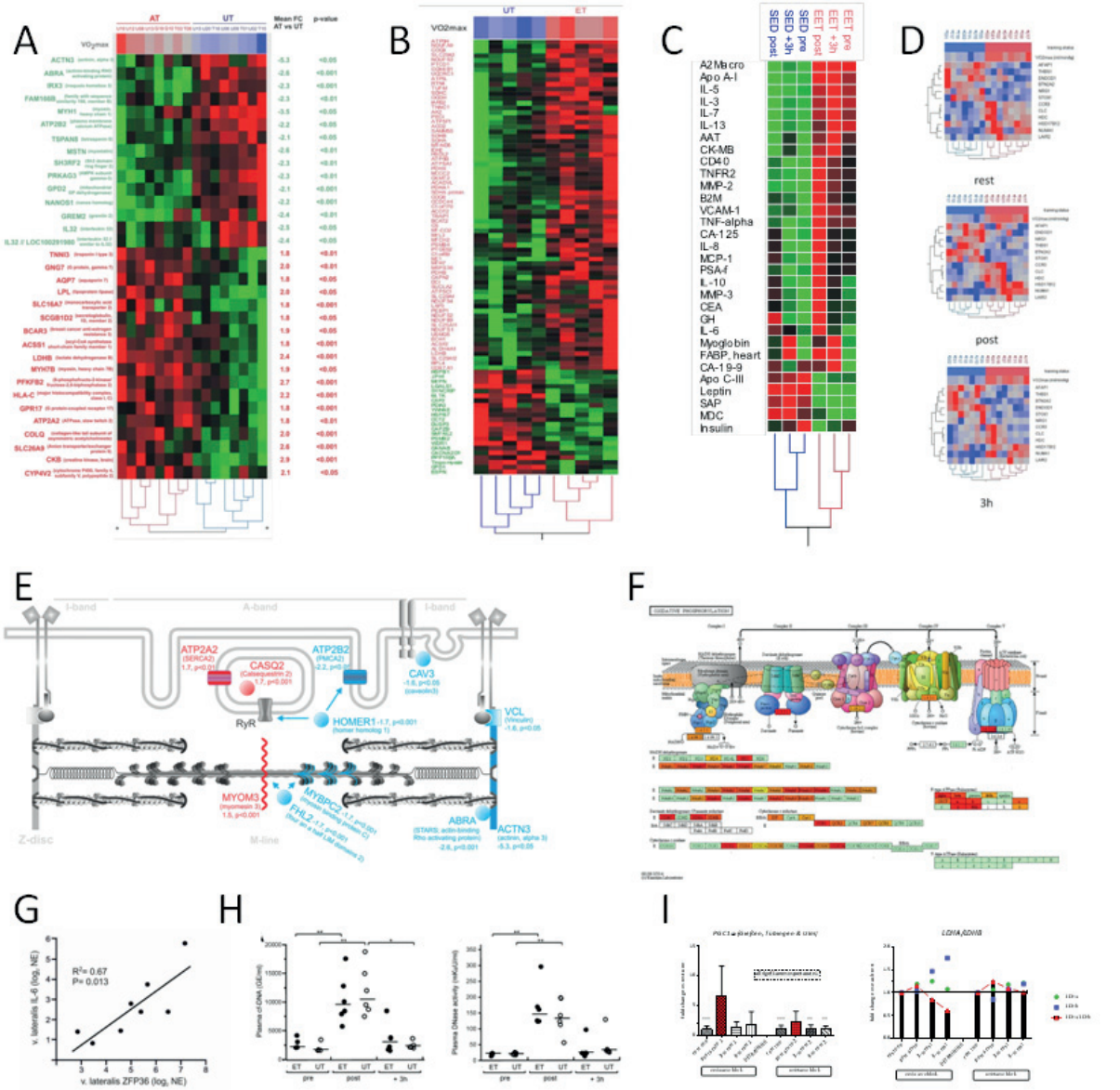


Abb. 1: Exemplarische Ergebnisse der BAM-Studie.

Heatmaps differentieller Expressionssignaturen der Muskulatur (A, RNA; B, Protein), von Plasma-Parametern (C) und im Transkriptom von PBMCs (D). Differentielle Signalkaskaden in der Muskulatur auf struktur-physiologischer (E) und metabolischer Ebene (F). Das 3'UTR-bindenden Zinkfinger Protein ZFP36 als Marker entzündlicher Prozesse in der Skelettmuskulatur (G). Akute Freisetzung von zirkulierender DNA und DNase-Aktivität im Blut nach Belastung (H). Expressionsprofile der muskulären Gene für PGC-1a, LDHA und LDHB im Verlauf der Trainingsintervention (I). Ausführliche Beschreibungen zu Teilabbildungen finden sich bei Schild et al. (2015, 2016) und Beiter et al. (2014, 2015).

5 Literatur

Liste von Publikationen und Vorträgen, die aus dem BAM Projekt bisher hervorgegangen sind

Beiter, T., Hoene, M., Prenzler, F., Mooren, F.C., Steinacker, J.M., Weigert, C., Nieß, A.M. & Munz, B. (2015). Exercise, skeletal muscle and inflammation: ARE-binding proteins as key regulators in inflammatory and adaptive networks. *Exercise immunology review, 21*, 42-57.

Beiter, T., Fragasso, A., Hudemann, J., Schild, M., Steinacker, J., Mooren, F.C. & Nieß, A.M. (2014). Neutrophils release extracellular DNA traps in response to exercise. *Journal of applied physiology, 117* (3), 325-333.

Krumholz, I., Schmidt, A., Nieß, A., Beiter, T., Hudemann, J., Steinacker, J., Wagner, C. & Mooren, F.C. (2011). Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport. In E. Müller (Red.), *BISp- Symposium: Top Forschung für den Spitzensport* (S. 81-95). Köln: Sportverlag Strauß.

Schild, M., Eichner, G., Beiter, T., Zügel, M., Krumholz-Wagner, I., Hudemann, J., Pilat, C., Krüger, K., Nieß A.M., Steinacker, J.M. & Mooren, F.C. (2016). Effects of Acute Endurance Exercise on Plasma Protein Profiles of Endurance-Trained and Untrained Individuals over Time. *Mediators of inflammation*, doi: 10.1155/2016/4851935

Schild, M., Ruhs, A., Beiter, T., Zügel, M., Hudemann, J., Reimer, A., Krumholz-Wagner, I., Wagner, C., Keller, J., Eder, K., Krüger, K., Krüger, M., Braun, T., Nieß, A., Steinacker, J. & Mooren, F.C. (2015). Basal and exercise induced label-free quantitative protein profiling of m. vastus lateralis in trained and untrained individuals. *Journal of proteomics, 122*, 119-132. doi: 10.1016/j.jprot.2015.03.028

Weitere projektbezogene Veröffentlichungen (Abstracts):

Beiter, T., Velders, M., Hudemann, J., Schild, M., Schumann, U., Mooren, F.C., Nieß, A.M. & Steinacker, J.M. (2013). *Einfluss des Trainingsstatus auf muskuläre Genexpressionsprofile in Ruhe und nach Akutbelastung*. 44. Deutscher Sportärztekongress in Frankfurt am Main (6.-7. September 2013); Präsentation Nr. 182: PA-9/4.

Schild, M., Ruhs, A., Beiter, T., Velders, M., Hudemann, J., Schmidt, A., Krüger, M., Braun, T., Nieß, A., Steinacker, J. & Mooren, F.C. (2014). American College of Sports Medicine (ACSM), 61st Annual Meeting, May 27-31, 2014 Orlando, Florida. (Poster): Basal and exercise induced protein expression in m. vastuslateralis of trained and untrained individuals.

Schild, M., Rath, J., Beiter, T., Velders, M., Hudemann, J., Nieß, A., Steinacker, J. & Mooren, F.C. (2013). 44. Deutscher Sportärztekongress, 6.-7. September 2013 in Frankfurt am Main. (Poster): Effekte einer Akutbelastung auf das Plasma-Profil im Zeitverlauf in Abhängigkeit des Trainingsstatus.

Schild, M., Ruhs, A., Schmidt, A., Hudemann, J., Schumann, U., Krüger, M., Braun, T., Nieß, A., Steinacker, J. & Mooren, F.C. (2012). DGSP Jubiläumskongress, 4.-6. Oktober 2012 in Berlin. (Poster): Vergleich der Protein-Expression im m. vastuslateralis bei ausdauerbelasteten Probanden.

Velders, M., Beiter, T., Hudemann, J., Schild, M., Mooren, F.C., Schumann, U., Steinacker, J.M. & Nieß, A.M. (2013). *Skeletal muscle beta-adrenergic signaling after an acute bout of endurance exercise in relation to training status*. German Society of Sports Medicine (DGSP) annual meeting.6.-7.09.2013. Frankfurt (Germany).

Velders, M., Beiter, T., Hudemann, J., Schild, M., Mooren, F.C., Steinacker, J.M. & Nieß, A.M. (2013). *Skeletal muscle gene expression of the nuclear hormone receptor (NR) family NR4A (Nor-1, Nurr77) is induced by acute aerobic exercise and reduces myostatin expression depending on training status*. European College of Sports Science (ECSS) annual meeting. 26.-29.6.2013. Barcelona (Spain).

Vorträge:

Krüger, K. Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport. Konferenz der Wissenschaftskoordinatoren des BISP, München 2016.

Mooren, F.C. 3. BISp-Symposium: Theorie trifft Praxis „Top-Forschung für den Spitzensport“, 15. April 2010 in Bonn. (Vortrag) WVL-Projekt: Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport.

Mooren, F.C., Nieß, A. & Steinacker, J. Treffen der Wissenschaftskoordinatoren 7.-8. Mai 2012 in Heidelberg. (Vortrag im Rahmen des WK-Treffens)Vorstellung des WVL-Projektes: „Optimierung von Training und Wettkampf: Belastungs- und Anpassungsmanagement im Spitzensport.

Nieß, A.M. 5. BISp-Symposium: Theorie trifft Praxis am 12./13.3.2015 in Brühl „Individualisierte Trainings- und Wettkampfgestaltung“. Vortrag „Metabolomics in der Sportmedizin“ im Arbeitskreis Sportmedizin I.

Sozialkompetenz als wesentlicher Baustein erfolgreichen Trainerhandelns im Nachwuchs- und Spitzensport

(AZ 081901/13-15)

Klaus Cachay[1] & Carmen Borggrefe[2] (Projektleitung)

[1]Universität Bielefeld
[2]Universität Stuttgart

1 Problemstellung

Die zentrale Aufgabe von Trainerinnen und Trainern im Spitzensport besteht darin, ihre Athleten bzw. Athletinnen unter Beachtung sportspezifischer Regeln und Wahrung ethischer Grundsätze zu Höchstleistungen zu bringen. Im hochkomplexen Feld des Spitzensports mit seinen zahlreichen Umweltansprüchen geht es für einen Trainer oder eine Trainerin also immer darum, im Training wie im Wettkampf so Einfluss auf die Aktiven und deren Verhalten zu nehmen, dass diese möglichst als Sieger aus Wettkämpfen hervorgehen. Doch wie kann dies gelingen? Wie können Trainerinnen und Trainer die Leistungen ihrer Athletinnen und Athleten bestmöglich beeinflussen?

Zweifellos ist an dieser Stelle zunächst die fachliche Kompetenz hervorzuheben: Trainer bzw. Trainerinnen sollten unbedingt Experten sein für die jeweilige Sportart, die sie vertreten. Sie sollten sich auskennen mit den Grundlagen und Prinzipien eines sportartspezifischen Technik-, Taktik- und Konditionstrainings. Sie sollten über ein umfangreiches Wissen verfügen im Bereich der Biomechanik, der Leistungsdiagnostik, der Trainingssteuerung, des mentalen Trainings usw., und sie sollten dieses Wissen im Sinne der Leistungsentwicklung ihrer Athleten bzw. Athletinnen auch anwenden können. Erfolgreiches Trainerhandeln setzt demnach also exzellentes fachliches Wissen und Können voraus. Allerdings nützt eine solche Fachkompetenz Trainern und Trainerinnen letztlich nur dann, wenn es ihnen gelingt, ihr Wissen auch zu vermitteln. Dazu müssen sie einen Zugang zu den Athletinnen und Athleten finden, damit ihre Ziele, Methoden, taktischen Anweisungen und Motivationsversuche überhaupt bei diesen ankommen, wofür prinzipiell nur ein Mittel zur Verfügung steht: Kommunikation. Gefragt sind demnach also neben der Fachkompetenz immer auch kommunikative Kompetenzen, die gemeinhin unter dem Begriff der Sozialkompetenz zusammengefasst werden. Sozialkompetenz im Sinne der Bewältigung kommunikativer Anforderungen stellt somit eine wesentliche Bedingung erfolgreichen Trainerhandelns im Spitzensport dar.

Was zeichnet nun aber sozial kompetentes Trainerhandeln aus? Mit welchen kommunikativen Anforderungen und Problemen werden Trainer bzw. Trainerinnen konfrontiert und mit welchen Strategien können sie diesen begegnen?

2 Theoretisch-methodisches Design

Zur Beantwortung dieser zentralen Forschungsfrage wurde auf theoretischer Ebene ein Modell der Trainer-Athlet-Kommunikation entwickelt, mit dessen Hilfe übergeordnete Anforderungen an das kommunikative Handeln von Trainerinnen und Trainern abgeleitet wurden: Verständigungssicherung, Verhaltenssteuerung, Konfliktregulierung und Partizipation. Auf empirischer Ebene wurden im Lichte dieser Theorie Fallstudien in den Sportarten Judo, Tennis, Leichtathletik und Turnen durchgeführt. An den Studien nahmen insgesamt 15 Trainerinnen und Trainer sowie 60 Athletinnen und Athleten aus den jeweils betreuten Wettkampfeinheiten teil. Unter den teilnehmenden Trainerinnen

und Trainern bekleideten 13 die Funktionsrolle eines Bundes- und zwei die eines Landes-Trainers bzw. einer -Trainerin.

Die durchgeführten Fallstudien weisen ein qualitatives Forschungsdesign auf, das zum einen Video- und Audioaufzeichnungen unterschiedlicher Trainer-Athlet-Kommunikationen, zum anderen qualitative Interviews mit Trainern und Trainerinnen bzw. Athleten und Athletinnen impliziert. Erstere entstammen authentischen Interaktionssituationen – Trainingskommunikationen, Kommunikationen während des Wettkampfs sowie Vor- und Nachbesprechungen –, wobei pro Trainer bzw. Trainerin Datenmaterial im Umfang von ca. 20 bis 30 Stunden erhoben wurde. Aus dem umfangreichen Videomaterial wurden anschließend solche Sequenzen ausgewählt, die die unterschiedlichen kommunikativen Anforderungen an Trainer bzw. Trainerinnen idealtypisch widerspiegeln, und in Interviews mit dem jeweiligen Trainer bzw. der Trainerin und mit Athleten bzw. Athletinnen der betreffenden Wettkampfeinheit eingespielt. Insgesamt wurden auf diese Weise 74 Interviews über die sich in den Video- und Audiosequenzen dokumentierenden Trainerstrategien mit einer Länge von zwei bis drei Stunden geführt.

Die Auswertung der Video-/Audio- und Interviewdaten erfolgte jeweils in einem gestuften Prozess: *Erstens* wurde das gesamte innerhalb einer Wettkampfeinheit erhobene Video- und Audiomaterial gesichtet und theoriegeleitet ausgewertet. Dazu musste das Material zunächst synchronisiert werden, d. h., es erfolgte eine Zusammenführung unterschiedlicher Kameraperspektiven („split screen“) und der jeweils brauchbaren Tonspuren (Trainermikrofon, Kameramikrofone, zusätzliche Richtmikrofone). Die theoriegeleitete Auswertung implizierte das Herausschneiden theoretisch relevanter Sequenzen, die unterschiedlichen kommunikativen Anforderungen zugeordnet wurden. Um eine einheitliche und theoriekonforme Auswertung zu gewährleisten und mögliche Differenzen zwischen unterschiedlichen „Auswertern“ zu vermeiden, erfolgte die komplette Sichtung und Auswertung des Video- und Audiomaterials jeweils gemeinsam durch die gesamte Forschergruppe. *Zweitens* wurden aus dem Gesamt der theoretisch geordneten und geschnittenen Sequenzen dann solche ausgewählt, die kommunikative Anforderungen an Trainer oder Trainerinnen möglichst idealtypisch widerspiegeln. Diese wurden anschließend in die Leitfadeninterviews mit dem Trainer/der Trainerin und den Athleten bzw. Athletinnen einer Wettkampfeinheit eingespielt. Theoretisch relevante Aspekte, die nicht anhand von Video- und Audiodaten abgebildet werden konnten, wurden in den Interviews ohne Bezugnahme auf solche Daten thematisiert. *Drittens* wurden diese Interviews dann wiederum theoriegeleitet entlang kommunikativer Anforderungen ausgewertet, was schließlich *viertens* eine strukturierte Zusammenführung der Video- und Audiosequenzen mit den dazugehörigen Interviewdeutungen der Trainer bzw. Trainerinnen und Athleten bzw. Athletinnen ermöglichte.

3 Ergebnisse

3.1 Verständigungssicherung

Für die „Sicherung“ von Verständigung kommt – über die sachliche Präzision von Information hinaus – der Beobachtung und Reflexion der Beziehung zu den Aktiven eine enorme Bedeutung zu. Dabei zeigt sich, dass Trainer und Trainerinnen nicht allein zu einer genauen Beobachtung des Athletenverhaltens fähig sein müssen, sondern zugleich auch immer sich selbst, sprich: ihre eigenen Beobachtungs- und Relevanzkriterien im Auge zu behalten haben. Nur so scheinen sie in der Lage, Kommunikationsbarrieren auf der Beziehungsebene zu erkennen, ihren Mitteilungen eine an den Erwartungen des spitzensportlichen Kontextes orientierte und insofern *athleten*spezifische Gestalt zu verleihen sowie Verständigungssituationen daraufhin zu beurteilen, ob und welche Formen reflexiver Kommunikation angezeigt sind.

3.2 Verhaltenssteuerung

Im Rahmen der Studien wurden vor allem Funktionen und Folgen einer Verhaltenssteuerung über Macht, Vertrauen und Moral analysiert.

Steuerungsversuche über *Macht* sollten wohl kalkuliert sein, da sich Einstellungen und „bessere Leistungen“ nicht befehlen lassen – auch nicht über die Androhung von Sanktionen.

Insbesondere mit Blick auf ihren vorschnellen Gebrauch sollten sich Trainer stets bewusst halten, dass machtbasierte Kommunikation dazu neigt, Dilemma-Situationen heraufzubeschwören. Denn im Fall des Falles verlangt die Androhung von Sanktionen – weil ansonsten ein Verlust an Glaubwürdigkeit und Respekt droht – auch deren Vollzug, und zwar völlig unabhängig vom Status und der Leistungsfähigkeit eines Athleten. Doch genau dies könnte eben auch zu einer Schwächung der Wettkampfeinheit und damit zur Gefährdung des sportlichen Erfolges führen, weshalb machtbasierte Kommunikation unter Androhung von Sanktionen letztlich nur zur Intervention in solche Verhaltensweisen reserviert werden sollte, die den zentralen Normen und Regeln der Wettkampfeinheit zuwiderlaufen und diese zu zerstören drohen.

Betrachtet man demgegenüber die Kommunikationen im Medium von *Vertrauen*, so versuchen Trainer hier, das Trainings- und Wettkampfhandeln ihrer Athleten zu steuern sowie deren Kooperations- und Leistungsbereitschaft zu sichern, indem sie ihnen z. B. signalisieren, dass sie an sie „glauben", auf sie „setzen", dass sie „Kredit haben". Einhellig erfahren solche Steuerungsversuche von den Athleten eine positive Bewertung, werden als sehr motivierend wahrgenommen. Selbstverständlich aber bedarf auch vertrauensbasierte Kommunikation einer realen Entsprechung, will ein Trainer nicht Gefahr laufen, als „Schwätzer" abgestempelt zu werden. Oder anders formuliert: Auch einen Athleten aus der „zweiten Reihe" wird man nicht ewig bei der Stange halten können, wenn der in Aussicht gestellte Erfolg nicht in absehbarer Zeit eintritt.

Auch die Kommunikation im Medium *Moral* ist durchaus ambivalent zu betrachten, denn einerseits trägt moralische Kommunikation zur fortlaufenden Stabilisierung des spitzensportlichen Leistungsethos bei. Andererseits kann ihr Einsatz jedoch auch in hohem Maße konflikterzeugend sein, wenn Formen der Moralisierung – also der Anprangerung und Skandalisierung des Athletenverhaltens – beim Athleten Widerspruch und eine Gegenmoral hervorrufen, weil dieser die moralische Kritik nicht nachvollziehen kann und eine sportliche Niederlage eben nicht auf seine mangelnde Einsatzbereitschaft zurückführt. Um die Konfliktträchtigkeit solch moralisierender Kommunikation einzudämmen, sollten Trainer und Trainerinnen also unbedingt reflektieren, inwiefern gescheiterte Handlungen tatsächlich als Fehlverhalten moralisch markiert werden können, denn diese Voraussetzung dürfte nicht so oft gegeben sein, wie die inflationäre Verwendung moralischer Kommunikation im Spitzensport glauben macht.

3.3 Konfliktregulierung

Im Hinblick auf die Regulierung von Konflikten lässt sich aus den Ergebnissen der Studie eine zentrale Botschaft für die Trainerschaft ableiten: Führe und fördere Sachkonflikte, vermeide Beziehungs- und Machtkonflikte! Allerdings: Angesichts der ganz unterschiedlichen strukturellen und situativen Bedingungen, unter denen Trainerinnen und Trainer im Spitzensport handeln, erweist sich die Umsetzung einer solch einfachen Handlungsempfehlung als sehr viel komplizierter, als auf den ersten Blick vermutet werden darf. So zeigen die Analysen, dass eine verständigungsorientierte, auf sachliche Akkordierung ausgerichtete Konfliktkommunikation enorm voraussetzungsvoll ist, sich Achtungskommunikation insbesondere in Wettkampfsituationen sehr schwierig gestalten kann, wenn Trainer oder Trainerin und Athlet oder Athletin z. B. aufgrund der Unzufriedenheit mit dem Wettkampfverlauf hoch emotional reagieren und in den Modus der Anschuldigungskommunikation und Drohkommunikation verfallen, die die Entstehung von Beziehungs- oder gar Machtkonflikten bedingen kann.

3.4 Partizipation

Partizipation ist notwendige Voraussetzung für effektive Vermittlungs- und Steuerungsprozesse! Nur über die (gekonnte) Einbeziehung von Athletinnen und Athleten in die Kommunikation, über deren Rückmeldungen, ja: auch über deren Kritik kann ein Trainer oder eine Trainerin erfahren, was und wie Athleten bzw. Athletinnen denken, ob und in welchem Maße sie einem technischen oder taktischen Hinweis zustimmen oder diesen ablehnen. Dabei ist die Art der Beteiligung selbstverständlich abhängig von den Rahmenbedingungen der jeweiligen Kommunikationssituation.

4 Transfer

In enger Kooperation mit den beteiligten Verbänden wurde bereits in den laufenden Forschungsprojekten der Transfer der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Traineraus- und -fortbildung gesichert. Dies umfasste im Einzelnen folgende Maßnahmen:

- Allen an den Studien teilnehmenden Trainerinnen und Trainern wurde ein individuelles Feedbackgespräch mit der Projektleitung angeboten. Insgesamt wurden 12 jeweils ca. dreistündige Gespräche geführt, in denen es um die gemeinsame Analyse der Ergebnisse, um das Aufzeigen trainerspezifischer Anforderungen und Strategien sowie um die Anregung von Beobachtungs- und Reflexionsprozessen ging. Die teilnehmenden Trainerinnen und Trainer erhielten jeweils eine DVD mit ausgewählten Videosequenzen sowie eine Powerpoint-Präsentation, in der die wesentlichen Ergebnisse individuell aufbereitet worden waren.
- Allen teilnehmenden Verbänden wurden verbandsinterne Trainerworkshops angeboten, um den Austausch der Trainerinnen und Trainer im Hinblick auf den Umgang mit kommunikativen Anforderungen zu fördern. Entsprechende Veranstaltungen wurden bereits mit dem Deutschen Leichtathletik-Verband und dem Deutschen Turner-Bund durchgeführt.
- Die Forschungsergebnisse finden zudem bereits seit 2013 Eingang in Ausbildungsmodule der Diplomtrainerausbildung an der Trainerakademie des DOSB in Köln. Hierzu wurden sogenannte „multimediale Anker“ in Form ausgewählter Kommunikationssequenzen erstellt, die mit den Lehrgangsteilnehmern und -teilnehmerinnen im Anschluss an eine kurze theoretische Einführung entlang spezifischer Beobachtungsaufgaben analysiert werden.

5 Literatur

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2016). Macht und Vertrauen. Steuerungsstrategien von Trainern im Spitzensport. *Leistungssport, 46*, 2, 41-47.

Borggrefe, C., Cachay, K. & Bahlke, S. (2016). „Soweit alles klar jetzt?“ Zum Problem gelingender Verständigung in der Trainer-Athlet-Kommunikation. *Leistungssport, 46*, 1, 45-50.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). Moral Communication in Elite Sport – Forms, Functions and Effects. *Sport in Society*.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). „Die Ansagen sind einfach blind“ – Konflikte in der Trainer-Athlet-Kommunikation. Sport und Gesellschaft – *Sport and Society, 12*, 1, 3-38.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). Kommunikative Anforderungen an Trainer im Spitzensport – Ein systemtheoretischer Analyserahmen. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 9-61). Schorndorf: Hofmann.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). Ein qualitatives Forschungsdesign zur Analyse der Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 63-76). Schorndorf: Hofmann.

Bahlke, S., Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). „Soweit alles klar jetzt?“ – Zum Problem gelingender Verständigung. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 77-130). Schorndorf: Hofmann.

Borggrefe, C., Cachay, K. & Dölling, R (2015). Zwischen Macht und Vertrauen – Zum Problem der Steuerung. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 131-194). Schorndorf: Hofmann.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). „Ihr müsst da hingehen, wo es weh tut!“ – Formen, Funktionen und Folgen moralischer Kommunikation im Spitzensport. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 195-226). Schorndorf: Hofmann.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). Konflikte in der Trainer-Athlet-Kommunikation – Formen, Funktionen und Möglichkeiten der Regulierung. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 227-286). Schorndorf: Hofmann.

Cachay, K. & Borggrefe, C. (2015). Kommunikation unter Druck – Anforderungen und Strategien wettkampfbezogener Trainer-Athlet-Kommunikation. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 287-383). Schorndorf: Hofmann.

Bahlke, S., Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). „Es dürfen gerne alle was sagen!“ – Zur Bedeutung von Partizipation in der Trainer-Athlet-Kommunikation. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg.), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 385-458). Schorndorf: Hofmann.

Ehnold, P., Borggrefe, C. & Cachay, K. (2015). Vermittlung kommunikativer Kompetenzen in der Traineraus- und -fortbildung. In C. Borggrefe & K. Cachay (Hrsg), *Kommunikation als Herausforderung. Eine theoretisch-empirische Studie zur Trainer-Athlet-Kommunikation im Spitzensport* (S. 459-476). Schorndorf: Hofmann.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2013). “Ihr müsst da hingehen, wo es weh tut!” – Formen, Funktionen und Folgen moralischer Kommunikation im Spitzensport. *Sport und Gesellschaft – Sport and Society, 10*, 2, 143-173.

Borggrefe, C. & Cachay, K. (2013). Communicative Challenges of Coaches in Elite-Level Sports. System Theoretical Reflections on Successful Coaching Strategies“. *European journal for sport and society, 10*, 1, 7-29.