

LEISTUNGS-SPORT

1/2015

Zeitschrift für die Fortbildung von Trainern,
Übungsleitern und Sportlehrern

Trainingslehre

A. Hohmann/L. Voigt/A. Singh:
Konzepte erfolgreichen Nachwuchstrainings (KerN)

Trainerforum

Eva Pfaff/Toni Nadal:
Der Weg zum erfolgreichsten Sandplatz-Tennisspieler

Sportmedizin

Gernot Jendrusch/Hans-Friedrich Voigt:
Visuelles System und Training



Philipps Sportweg, Reckersweg 36, 48159 Münster
PVST, DPA, Engert, Dezanit
05640#13000134#0115
Deutsche Post
130001341001
H.G. Hochschule f. Gesundheit u. Sport,
Technik u. Kunst GmbH
Vulkanstr. 1
10367 Berlin



Christian Saal/Jürgen Krug/Jochen Zinner/Jan Mayer

FOOTBONAUT

Ein innovatives Mess- und Informationssystem im Fußball

Der Footbonaut ist ein speziell für die Sportart Fußball entwickeltes Mess- und Informationssystem zur Erfassung der Handlungsschnelligkeit. Bisher gibt es noch keine systematischen Untersuchungen zum Einsatz des Footbonauts in Training und Diagnostik. Die Teilstudie ist in eine Reihe von Untersuchungen einzuordnen, die Aufschlüsse über die Leistungsanforderungen im Footbonaut geben soll. In einer explorativen Studie wird überprüft, inwiefern die im Footbonaut über die mittlere Handlungszeit und Trefferquote gemessene Agility (Handlungsschnelligkeit) geeignet ist, Unterschiede in der Leistungsfähigkeit von Spielern zu bestimmen und inwiefern deren Entscheidungsleistungen zur

Lösung dieser motorischen Aufgabe eine Rolle spielen.

An der Studie nahmen männliche Nachwuchsfußballspieler ($n = 88$) aus U16-Mannschaften verschiedener Leistungsklassen teil. Es konnte gezeigt werden, dass Spieler aus den DFB-Nachwuchszentren niedrigere Handlungszeiten bei ähnlichen Trefferquoten erzielten als Spieler aus Vereinen, die keine DFB-Lizenzierung haben. Des Weiteren wurde ermittelt, dass Entscheidungsleistungen im Wettkampf im geringen Zusammenhang zur Handlungszeit im Footbonaut stehen.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass beim Einsatz des Footbonauts in der Diagnostik der Fokus auf die Handlungs-

zeit gelegt werden sollte und somit tendenziell der Aspekt der motorischen Schnelligkeit im Vordergrund steht. Den Nutzen des Footbonauts im Messplatztraining leiten wir aus ersten Untersuchungen im Training ab. Das innovative Mess- und Untersuchungssystem ist äußerst vielseitig und sinnvoll einsetzbar. Neben dem Schwerpunkt Training der Agility ist Rehabilitations-, Wahrnehmungs-, Richtungswechsel- oder auch spezielles Torwarttraining möglich. Weitere Studien zur Validität und Untersuchungen zur Verbesserung der Spielleistung über einen Trainingszeitraum im Footbonaut sind vorgesehen.

Eingegangen: 15.8.2014

1. Handlungsschnelligkeit – eine wichtige Anforderung im modernen Fußball

„Das Spiel wird immer schneller“. Ein Satz, den man heute oft zu hören bekommt. Geht man davon aus, dass der Ball das schnellste Objekt auf dem Platz ist, dann ist das schnellere Spiel gekennzeichnet durch eine höhere Passgeschwindigkeit und geringere Ballbesitzzeiten pro Spieler. Infolgedessen müssen mannschafts-, gruppen- und individualtaktische Verhaltensweisen dieser Anforderung angepasst werden. Als Konsequenz entstehen enge Spielräume und Korridore, die heute bei Spielen von Spitzenmannschaften zu beobachten sind und schnelles Handeln fordern.

Basierend auf Daten der automatisierten Spielbeobachtung von Spitzenmannschaften konnte gezeigt werden, dass **Lauf- und Bewegungsprofile** von der Spielerposition abhängen (Andrzejewski, Chmura, Pluta, Strzelczyk & Kasprzak, 2013; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi & Impellizzeri, 2007; Stølen, Chamari, Castagna & Wisløff, 2005; Di Salvo et al., 2007). Profifußballer vollziehen im Durchschnitt 727 ± 203 Richtungswechsel und Kurvenläufe im Spiel. Der Großteil der Drehungen findet in Winkelbereichen von 0 bis 180 Grad statt. Vor allem Angreifer und

Verteidiger sollten ausgeprägte Fähigkeiten zu schnellen Richtungswechseln haben (Bloomfield, Polman & O'Donoghue, 2007). Die Qualität der Richtungswechsel mit Ball wird entscheidend beeinflusst durch ein limitiertes Zeitfenster für Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesse, da sich eine Spielsituation von einem auf den nächsten Moment ändern kann. Ebenso beeinflussen die Ausprägung und Variabilität der Technik und damit die motorischen Aktionen der Ballan- und -mitnahme die Qualität der Richtungswechsel mit Ball. Stratton (2004) berichtete, dass Profifußballer während des Spiels im Mittel eine Gesamtballkontaktzeit von ca. 3 Minuten haben und mehr als 400 Richtungswechsel vollziehen. Sechs Jahre später hat sich die Gesamtballkontaktzeit pro Spieler auf $ca. 53 \pm 8,1$ Sekunden reduziert (Carling, 2010). Gerade einmal 1 bis 2 Prozent der Gesamtlauflänge finden mit dem Ball statt. Carling teilte zudem mit, dass die Spieler $46 \pm 9,1$ individuelle Aktionen mit dem Ball ausführen und die Anzahl der Ballkontakte pro Aktion bei $2,0 \pm 0,2$ liegt. Für die zwei Ballkontakte werden im Mittel $1,1 \pm 0,1$ Sekunden benötigt.

Bezüglich der **Passanzahl und -genauigkeit** bei diesen schnellen Spielen auf hohem Niveau zeigt sich Folgendes: In der

Champions-League-Saison 2012/13 wurden von Borussia Dortmund am häufigsten mittellange (60 Prozent), gefolgt von kurzen (26 Prozent) und langen (14 Prozent) Pässen gespielt (Lupescu, Ludolph & Turner, 2012). Die Gesamtpassanzahl in der Champions-League-Saison 2012/13 variierte um 500 pro Spiel, jedoch ist die Gesamtanzahl der Pässe nicht ausschlaggebend für den Spielerfolg. So verlor der FC Barcelona mit 999 Pässen im Spiel gegen Celtic Glasgow mit 1:2 (Lupescu et al., 2012). 19 der 32 teilnehmenden Mannschaften der Champions-League-Saison 2012/13 kamen im Schnitt auf 500 Zuspiele – von den übrigen 13 schieden neun in der Gruppenphase aus.

Ein weiteres Merkmal des modernen Fußballs ist eine hohe **Passgenauigkeit (Anzahl der erfolgreichen Pässe)**. Sie hängt stark von der Risikobereitschaft der Spieler ab. Das mittlere Niveau der Passgenauigkeit aller Teilnehmer und aller Pässe aus allen Spielen der Champions-League-Saison 2012/13 lag bei 69 Prozent (Lupescu et al., 2012). Eine hohe Passpräzision, speziell im Risikoraum der gegnerischen Mannschaft vor dem Tor, erhöht die Erfolgchancen. Viele Tore entstehen nach Steilpässen, Querpässen und nach direktem Torschuss bzw. nach Torschuss und Abpraller (Roxburgh & Graham, 2010;

Buschmann, Krüger & Otto, 2013). Weitere Ergebnisse aus Spielanalysen belegen, dass die meisten Tore innerhalb des Strafraums nach einem direkten Torschuss und nach durchschnittlich zwei Ballkontakten erzielt werden (Bisanz & Gerrisch, 2010; Buschmann et al., 2013).

Ausgehend von diesen Beobachtungen fordert der Deutsche Fußball-Bund (DFB) seit Längerem eine Verbesserung der Schnelligkeit durch spezielle Trainingsmaßnahmen (Niersbach, 2008). Nach Krause, Kärcher, Munz und Brack (2012) ist die Schnelligkeit ein Kriterium, bei dem sich bereits beim Eintritt in ein Nachwuchsleistungszentrum die Spieler unterscheiden. Folgerichtig sind die Bestrebungen zur Entwicklung der Schnelligkeit im DFB-Stützpunkt-Konzept verankert und sollen beim Ausbau neuer Nachwuchsleistungszentren und dem Umbau bereits bestehender Strukturen in den Vereinen leistungswirksam umgesetzt werden. Die umgangssprachliche Verwendung des Begriffs Schnelligkeit sollte im wissenschaftlichen Kontext durch die Handlungsschnelligkeit präzisiert werden.

2. Theorieposition

Auf der theoretischen Ebene eignet sich das Konstrukt Agility (Handlungsschnelligkeit) hervorragend, um schnelles Handeln im Fußball zu beschreiben bzw. zu erklären (Bershin, 2003). Sheppard und Young (2006) definieren Agility als: „[...] a

rapid whole-body movement with a change of velocity or direction in response to a stimulus“.

Zu unterscheiden sind nach Cheladurai (1977) geplante und ungeplante Richtungswechsel. Ungeplante Richtungswechsel erfordern im Wettkampf hohe Antizipationsleistungen und taktische Vorkenntnisse, während geplante Richtungswechsel beispielsweise bei Wendigkeitsläufen mit Pylonen auftreten.

Die Agility wird beeinflusst von der Fähigkeit zu schnellen Richtungswechseln und dem Wahrnehmungs- und Entscheidungsverhalten (Abbildung 1) und wird häufig über die Handlungszeit operationalisiert.

3. Wahrnehmungs- und Entscheidungsleistungen

Die Abhängigkeit der Handlungszeit von den kognitiven Fähigkeiten (Informationsaufnahme und -verarbeitung) wurde in umfangreichen Untersuchungen belegt (I. Konzag, 1979; G. Konzag, 1979; Hagemann, Lotz, & Canal-Bruland, 2008; Casanova, Oliveira, Williams & Garganta, 2009; Pesce & Tessitore, 2004; Ward & Williams, 2003; Schellenberger, 1985; Konzag & Konzag, 1978). Untersuchungen zur visuellen Aufmerksamkeit und zur visuellen Suchstrategie ergaben, dass Elitefußballspieler weniger Augenfixationen benötigen, um die relevanten Informationen aufzunehmen, als Nicht-Elitefußballspieler (Te-

nenbaum, 2003; Williams & Reilly, 2000; Williams & Bruce, 2012; Abernethy & Russell, 1987). Des Weiteren fixieren Elitefußballer öfter die Peripherie (Position und Bewegung anderer Spieler), wohingegen unerfahrene Spieler öfter den Ball und die Passspieler fixieren (Williams, Burwitz & Williams, 1994; Pesce & Tessitore, 2004). Die spezifische Wahrnehmung basiert somit vermutlich weniger auf besseren allgemeinen Sehleistungen (Helsen & Starkes, 1999; Memmert, 2009), sondern stärker auf Antizipationsleistungen.

Ward und Williams (2003) konnten mittels einer Testbatterie zur Einschätzung der Wahrnehmung und der **kognitiven Komponenten** nachweisen, dass Experten schneller und genauer auf taktische Probleme reagieren als Nicht-Experten. Dabei spielt die Wiedererkennung der Spielsituation eine wesentliche Rolle. Zudem können sie aufgrund vorher wahrgenommener Schlüsselreize die Gegneraktion und die nächste Spielsituation genauer vorhersagen (Williams & Reilly, 2000; Helsen & Starkes, 1999; Ward & Williams, 2003). Mehrere Untersuchungen bestätigen die Vermutung, dass die Komponenten der Wahrnehmung und des Entscheidungsverhaltens (also die „geistige“ Handlungsschnelligkeit) trainierbar sind (Serpell, Young & Ford, 2011; Schellenberger, 1985; G. Konzag, 1979; Hagemann, Lotz & Cañal-Bruland, 2008). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Elite-

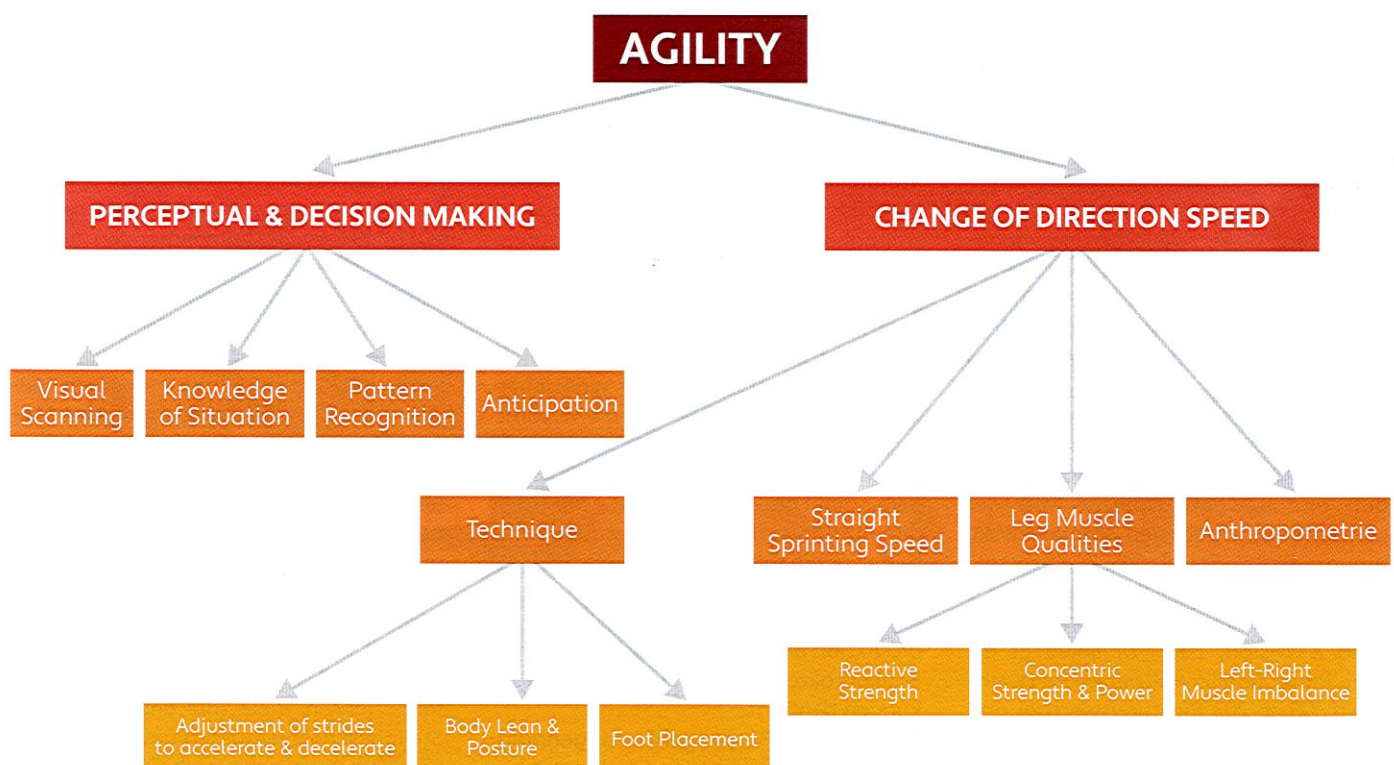


Abbildung 1: Agility nach Shepard und Young (2006)

fußballer aufgrund ihrer Erfahrung anhand weniger Informationen in kürzerer Zeit genauere Entscheidungen treffen können als Nicht-Elitefußballer.

4. Fähigkeit zu schnellen Richtungswechseln

Die Fähigkeit, schnelle Richtungswechsel mit und ohne Ball zu vollziehen, ist ein Schlüsselfaktor für die Handlungsschnelligkeit und – in der Folge auch – für die Talentidentifikation (Reilly, Williams & Franks, 2000; Huijgen, Elferink-Gemser, Post & Visscher, 2009, 2010; Elferink-Gemser & Visscher, 2011).

Die Fähigkeit zu Richtungswechseln als motorisches Beschreibungsmerkmal des Agility-Konzepts hängt von den Faktoren Technik, Faserstruktur der Beinmuskulatur, Anthropometrie und der Geschwindigkeit im Linearsprint ab (Sheppard & Young, 2006; Young, James & Montgomery, 2002).

Bezüglich der Technik spielen das Abbremsen der eigenen Körpermasse in kürzester Zeit und die erneute Beschleunigung eine große Rolle. Untersuchungen ergaben, dass die Bodenkontaktzeit, die Kniestreckung des Abdruckbeins, die Oberkörperkinematik sowie die Körperschwerpunktgeschwindigkeit vor dem Fußaufsatz einen Einfluss auf die Schnelligkeit der Richtungswechsel haben (Green, Blake & Caulfield, 2011; Suzuki, Enomoto, & Ae, 2008; Jamison, Pan & Chaudhari, 2012; Sasaki, Nagano, Kanego, Sakurai & Fukubayashi, 2011).

Bezüglich der Untersuchung zum Einfluss der Muskelkraft auf schnelle Richtungswechsel ließen Young et al. (2002) ihre Probanden 8 m mit verschiedenen Richtungswechseln sprinten und untersuchten den Zusammenhang zwischen der Testleistung und der konzentrischen Muskelleistung (isokinetisch). Die Studie zeigte keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der konzentrischen Muskelleistung und der Testleistung des 8-m-Sprints, aber einen mittleren Zusammenhang zwischen der Reaktivkraft und der Laufleistung. Das belegen auch die Untersuchungen von Negrete und Brophy (2000). Durch ein sechswöchiges plyometrisches Training wurden Befunde generiert, denen zufolge es zu einer Verbesserung der Reaktivkraft und damit auch zu einer Verbesserung der Agility-Testleistung kam (Miller, Herniman, Ricard, Christopher & Michael, 2006; Kevin, Duncan & Hayes, 2009). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fähigkeit, schnelle Richtungswechsel zu vollziehen, mit der Reaktivkraft zusammenhängt.

Innovative Technologien zur Diagnostik der Agility finden im Profifußball immer

Autor (Jahr)	Test
Angelow (1962)	Dribbeltest + Entscheidungstest + Torschussstest Stimuli: spezifisch
Konzag, G. (1979)	Entscheidungstest + Passtest (HGT) Stimuli: unspezifisch
Helsen & Starkes (1999)	Taktiktest + Passtest Stimuli: spezifisch
Ali et al. (2007)	Entscheidungstest + Passtest (LSPT) Stimuli: unspezifisch
Hagemann, Lotz & Cañal-Bruland (2008)	Taktiktest + Passtest Stimuli: spezifisch
Bullock, Panchuk, Broatch, Christian & Stepto (2012)	Entscheidungstest + Dribbeltest (RAT) Stimuli: spezifisch
Krause, Kärcher, Munz & Brack (2012)	Ballannahme und -mitnahmetest + Passtest (SmartSpeed) Stimuli: unspezifisch
Saal & Müller (2013)	Ballannahme und -mitnahmetest + Passtest (Footbonaut) Stimuli: spezifisch/unspezifisch

Tabelle 1: Entwicklung der Testverfahren zur Erfassung der Handlungsschnelligkeit

häufiger Anwendung. Bestimmt werden diese Trends vorangig von dem Vorranschreiten der Computer- und der Messtechnik. Ein historischer Abriss der Entwicklung der Messapparaturen ist in Tabelle 1 skizziert. Der Footbonaut – als gegenwärtiger Endpunkt dieser Entwicklung – ist aufgrund seiner konstruktiven Merkmale als Mess- und Informationssystem zu charakterisieren. Innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte hat die Entwicklung von Messplätzen, insbesondere zur Herausbildung von sportlichen Techniken und deren Voraussetzungen (koordinative und konditionelle Fähigkeiten), stark zugenommen. Aufgrund der ständigen Fortschritte der Mess- und Informationstechnik

werden diese Messplätze als *Mess- und Informationssysteme* bezeichnet, die sowohl zur Diagnostik als auch zum Messplatztraining (Krug, Herrmann, Naundorf, Panzer & Wagner, 2004) eingesetzt werden. Allein für die Olympiastützpunkte in Deutschland schätzten Naundorf, Latke und Krug (2004) die Anzahl auf etwa 200. Während erste Systeme zur automatischen Erfassung von Technikmerkmalen (z.B. Krug, Heilfort, & Zinner, 1996) relativ universell einsetzbare Kamera-Computer-Geräte waren, werden heute wesentlich komplexere sportart-spezifische Systeme entwickelt. Der Footbonaut ist ein Beispiel für ein besonders komplexes sportartspezifisches System.



Abbildung 2: Schematische Darstellung zum Einsatz des Footbonaut im Trainingsprozess



Abbildung 3: Footbonaut (Berlin) mit Ballkanonen (1) und Zielfeldern (2)

Folgende Nutzungsmöglichkeiten des Footbonaut sind besonders hervorzuheben: Die Aufgabe im Footbonaut erfordert schnelles Wahrnehmen und Ausführen der sportartspezifischen Bewegung gleichermaßen. Dabei spielen Vororientierung, Ballannahme und Ballmitnahme eine besondere Rolle. Wir gehen davon aus, dass das System nicht nur für die Diagnostik von Agility, sondern auch als Trainingsmittel zur Entwicklung und Stabilisierung der verschiedenen Techniken für Spieler und Torhüter sowie auch für rehabilitatives Training nach Verletzungen zukünftig eine bedeutende Rolle spielen kann (Abbildung 2).

5. Der Footbonaut als Mess- und Informationssystem

Das innovative Mess- und Informationssystem Footbonaut wurde 2009 erstmalig der Öffentlichkeit präsentiert. Entwickelt wurde es zur Diagnostik und zum Training der Handlungsschnelligkeit im Fußball von der Berliner Firma CGoal GmbH. Der Prototyp der Anlage befindet sich in Berlin. Zwei weitere Anlagen stehen auf den Trainingsgeländen von Borussia Dortmund und der TSG 1899 Hoffenheim. Eine vom Bundesministerium für

Bildung und Forschung geförderte Forschungsgruppe aus Mitarbeitern der privaten Hochschulen BiTS und H:G hat sich im Verbundprojekt CLIP (Computer adaptive Leistungsdiagnostik im Profifußball) zum Ziel gesetzt, fundierte Erkenntnisse zu generieren, welche die Eingliederung des Footbonauts im Trainingsprozess und in der Leistungsdiagnostik im Profifußball unterstützen. Dazu werden verschiedene Untersuchungen, zum Teil in Kooperation mit der TSG 1899 Hoffenheim, durchgeführt. Sie sollen klären, inwiefern ein standardisierter Test im Footbonaut einen Beitrag zur Bestimmung der sportlichen Leistungsfähigkeit im Fußball leisten kann und wie eine wirksame Belastungsgestaltung für ein Training im Footbonaut konzipiert werden sollte.

Der Footbonaut besteht aus einer Testzone (14 x 14 m Kunstrasen), die von vier Seitenwänden umgeben ist. An den Wänden befinden sich 72 quadratische Felder (1,40 x 1,40 m), die mit Lichtschranken und Leuchtdioden ausgestattet sind. Hinter acht dieser Felder sind Ballkanonen installiert, deren Zuspielgeschwindigkeit (0 bis 120 km/h), Zuspielhöhe und Ball-effekt variabel einstellbar sind. Die restlichen 64 Felder teilen sich in 32 flache und

32 hohe Ziele auf. Die Leuchtdioden dienen als optische Reizgeber, um dem Spieler das Zielfeld anzuzeigen, in welches er den Ball schießen soll (Abbildung 3). Die Farbe kann variabel eingestellt werden, ebenso können die Zielfelder „bewegt“ werden und somit „wandern“. Eine weitere Funktion ist das sogenannte „Multitarget“. In diesem Modus ist es erlaubt, mehrere Zielfelder in unterschiedlichen Farben anzuzeigen. Auf diese Weise lässt sich ein Überzahlspiel simulieren.

Die Lichtschranken in den quadratischen Feldern erfassen einen Zeitwert. Der erste Messzeitpunkt wird ausgelöst, wenn der Ball die Lichtschranke des Feldes unterbricht, hinter dem die Ballkanone liegt. Der zweite Messzeitpunkt wird erhoben, wenn der Ball ein Zielfeld durchquert. Die Differenz der beiden Messwerte wird als Handlungszeit interpretiert. Alle Felder sind numerisch belegt. Dies ermöglicht die Lokalisation der tatsächlich getroffenen Zielfelder und erlaubt eine Approximation des Drehwinkels des Spielers von der Ballkanone zum Ziel.

Die Anforderungen im Footbonaut sind als fußball-semispezifisch zu charakterisieren. In diesem Mess- und Informationssystem werden dem Fußballspieler Teilleistungen abgefordert, wie sie in noch komplexerer Form im Wettkampf vorkommen. Zur Bewertung der Leistung werden die Anzahl der Treffer (Passgenauigkeit) und die Handlungszeit (Handlungsschnelligkeit) des Spielers herangezogen, die eine Beurteilung des komplexen Konstrukts Handlungsschnelligkeit ermöglichen (Abbildung 4).

6. Überprüfung der Gütekriterien des Mess- und Informationssystems

In den Mittelpunkt der Prüfung wurde die Validität gestellt. Dazu wurde in einer Studie überprüft, ob die im Footbonaut über die mittlere Handlungszeit und Trefferquote gemessene Agility geeignet ist, Unterschiede in der Leistungsfähigkeit von Spielern zu bestimmen, und inwiefern deren Entscheidungsleistungen zur Lösung dieser motorischen Aufgabe eine Rolle spielen.

An der Untersuchung (im Berliner Footbonaut) nahmen Nachwuchsfußballspieler ($n = 88$, $m = 66 \pm 9,2$ kg, $M = 176 \pm 7,5$ cm, Jahrgang 1997/98) aus U16-Mannschaften verschiedener Leistungsklassen teil. Die Einteilung der Gruppen erfolgte anhand der Ligazugehörigkeit (Kreis- bis Regionalliga) und des Status „DFB-lizenzierte(r) Spieler“. Spieler aus den DFB-Nachwuchszentren, die in der Verbandsliga oder höher spielen, bildeten die Gruppe 1. Die Probanden wurden aufgefordert, sich in der Mitte der Testzone zu positionieren



Abbildung 4: Modell der Informationsverarbeitung im Footbonaut (modifiziert nach Schmidt & Lee [2005])

und den von der Ballkanone abgefeuerten Ball schnell und präzise in das durch ein optisches und akustisches Signal angezeigte Zielfeld zu schießen. Die sportmotorische Aufgabe im Footbonaut ist ein zeitkritischer Test mit Präzisionsanforderungen. Die Probanden wurden instruiert, sowohl schnell als auch präzise zu spielen. Die Ballkanonen wurden ebenfalls mit einem optischen Signal sowie unterstützend mit einem akustischen Signal angezeigt. Die Spieler hatten zwischen den einzelnen Bällen ausreichend Zeit, sich auf das nächste Zuspiel zu orientieren. Jeder Proband erhielt nach einer Erwärmung von sechs Bällen einen Versuch mit 32 Bällen in Folge. Die Walzen der Ballkanonen wurden auf 50 Prozent eingestellt. Dies entspricht in etwa einer Geschwindigkeit von 50 km/h (eigene Untersuchung). Die Sequenz der 32 Bälle wurde einmalig zufällig bestimmt, wobei jedes Zielfeld einmal angesteuert wurde, um eine Mustererkennung auszuschließen.

Durch Befragungen wurde gesichert, dass ein Lerneffekt hinsichtlich der Musterwiedererkennung in dieser Studie ausgeschlossen werden kann. Die Mittelwerte der Handlungszeit und der Treffer aus 32 Bällen wurden erfasst.

Den Spielern wurde nach dem Test eine RPE-Skala nach Borg (Borg, 2004) vorgelegt, anhand derer sie eine subjektive Einschätzung über ihr individuelles Anstrengungsempfinden gegeben haben. Der Großteil der Spieler empfand die Belastung als „etwas anstrengend“.

Des Weiteren wurde eine Trainereinschätzung zu den Merkmalen „Entscheidungsleistung der Spieler auf dem Platz“ durchgeführt. Die Trainer (Trainer, Co-Trainer I und II) einer Mannschaft wurden gebeten, per Paar-Dominanz-Vergleich (Abbildung 5) jeden Spieler mit jedem zu vergleichen. In der Auswertung wurde stichprobenartig eine U16-Mannschaft (Spieler: $n = 21$; Trainer: $n = 3$, DFB-Nachwuchsleistungszentrum) berücksichtigt. Das so entstandene Ranking wurde hiernach mit dem von uns erstellten Ranking der Spielleistung im Footbonaut verglichen. Zusätzlich wurden die Konkordanz (Übereinstimmung der Urteile) der Bewertungen der Trainer und die Konsistenz ermittelt (Lienert & Böhnke, 2008). Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- Spieler aus den DFB-Nachwuchsleistungszentren erreichten bessere Handlungszeiten und Trefferquoten im Footbonaut (Tabelle 2). Die Probanden hatten eine mittlere Handlungszeit von 2,6 s bei einer mittleren Trefferquote von 66 Prozent.
- Die Reliabilität konnte mit Cronbachs $\alpha = 0,9$ und ICC3k¹ = 0,9 geschätzt werden.

Paarweiser Vergleich

Team:
Trainer:
Datum:

0 = schlechter
1 = besser

Anmerkung:
Vergleichen Sie jeden Spieler hinsichtlich dem Kriterium **Entscheidungsleistung**.
Bitte füllen Sie nur die weißen Kästchen aus!!

H-G Hochschule für Gesundheit & Sport
Leipzig & Leipzig

Spieler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1		1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
2			0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
3				0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
4					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
5						1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7								0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
8									1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
9										1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
10											1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
11												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12													1	0	0	0	1	1	0	0	0
13														1	1	1	1	1	0	0	1
14															1	0	1	0	0	0	0
15																1	1	0	0	0	0
16																	1	0	0	0	0
17																		1	0	0	0
18																			1	0	1
19																				1	0
20																					1
21																					

* „Hochklassige Fußballspieler verfügen über ausgeprägte Wahrnehmungsschnelligkeit, Wahrnehmungsqualität und Entscheidungsschnelligkeit. Sie erkennen auf einem Blick die Situation, behalten auch in Stresssituationen die Übersicht und treffen situationsgerechte Entscheidungen.“

Abbildung 5: Ausgefüllte Matrix mit Beschreibung des Bewertungskriteriums

- Hinsichtlich der Paarvergleiche stimmten die Schätzer (Trainer) ausreichend in ihren Bewertungen überein. Deshalb wurde schließlich das Urteil des Trainers als Vergleichskriterium zum Ergebnis im Footbonaut verwendet. Weiterhin konnte eine hohe Konkordanz für diese dichotomen Daten berechnet werden.
- Der Zusammenhang zwischen dem Trainerurteil zur Entscheidungsleistung und der im Footbonaut gemessenen Handlungszeit wurde mit einem Korrelationskoeffizient von $r = -0,29$ ermittelt. Damit verfügen Spieler mit besseren Entscheidungsleistungen über eine geringere Handlungszeit.

Die Studie zur Validität des Footbonaut umfasste zwei Aspekte: Gruppenunterschiede anhand der Handlungszeiten und Trefferquoten nachzuweisen bzw. die Rolle der Entscheidungsleistungen im Footbonaut zu untersuchen. Zusammenfassend lassen sich die Ergebnisse wie folgt interpretieren:

- Spieler aus DFB-lizenzierten Nachwuchszentren erreichen signifikant geringere Handlungszeiten bei

ähnlichen Trefferquoten als Spieler aus den unteren Ligen.

- Die Effektgrößen der Unterschiede in den Trefferquoten sind gering.
- Trainer und Co-Trainer stimmen in ihren Einschätzungen zum Entscheidungsverhalten der Spieler ausreichend überein.
- Gute Entscheidungsleistungen im Wettkampf korrelieren mit der Handlungszeit im Footbonaut, der Zusammenhang ist jedoch nicht sehr streng.

Wir schließen daraus, dass die Handlungszeit im Footbonaut als ein Kriterium der sportlichen Leistung im Fußball verwendet werden kann. Dies ergibt sich aus der fußballspezifischen Bewegungsanforderung mit Ball und der Realisierung von Richtungswechseln im Footbonaut. Ähnliche Ergebnisse zur Handlungszeit von fußballspezifischen Bewegungen wurden

¹ ICC3k: Intraclass-Korrelation für eine feste Auswahl von Schätzern, die alle Fälle schätzen. Keine Verallgemeinerung auf eine größere Population von Schätzern. ICC3k spiegelt den Mittelwert der Schätzer wider.

Footbonaut	Gruppe 1 DFB-Nachwuchsleistungszentrum	Gruppe 2 Andere	t - Wert (d)
Handlungszeit [s]	2,59 (0,19)	2,85 (0,20)	5,71* (1,35)
Trefferquote [%]	68,5 (11,60)	64,14 (11,53)	1,83* (0,18)

Tabelle 2: Unterschiede der Handlungsschnelligkeit und Passpräzision von Fußballspielern (U16) im Footbonaut (* $p < 0,05$, in Klammern Standardabweichungen und Effektstärken [d])

Belastungsfaktor	1. Trainingseinheit
Art der Trainingsübung	Footbonaut „Allgemeines Training“ FF CP = 50 delay = 800 ms range = 90 Grad peripher angle = 2
Belastungsumfang	80 Bälle
Belastungsintensität	hoch
Belastungsdichte	2-mal 10 Bälle (2 bis 3 min Pause) 4-mal 15 Bälle (2 bis 3 min Pause)
Güte der Bewegung	schnell und präzise

Tabelle 3: Einstellungen im Footbonaut (Legende: FF = flach-flach [untere Ballkanonen und untere Zielfelder], CP = Canon Power [Ballgeschwindigkeit], delay = Zeitverzögerung zwischen den Bällen, range = Lage der Zielfelder ausgehend vom Spieler, angle = Winkel zur Veränderung der Ballflugkurve)

bereits berichtet (Krause 2012a; Konzag 1979; Ali et al., 2007).

Des Weiteren konnten wir zeigen, dass Trainer in ihren Einschätzungen zu den Spielern sehr gut übereinstimmen. Der Zusammenhang zwischen der Entscheidungsleistung im Wettkampf und der Handlungszeit im Footbonaut ist jedoch als gering zu bewerten. Lediglich die Richtung des Zusammenhangs stimmt. Mehr wäre auch kaum zu erwarten, weil im Footbonaut (unter diesen Testbedingungen) keine speziellen taktischen Situationen vorkommen, die eine erhöhte Anforderung an Entscheidungsleistungen darstellen. Möglicherweise kann durch das Multitargeting (gleichzeitig mehrere Zielfelder zur Auswahl) eine stärkere Annäherung an reale Gegebenheiten im Wettkampf erreicht werden.

7. Ausblick auf ein Training im Footbonaut

Die Untersuchungen zur Validität haben uns veranlasst, Erfahrungen beim Einsatz des Footbonaut im Training zu sammeln. Planungsansätze für diese Aufgabe sind Aspekte der Wahrnehmung und Entscheidungsleistungen und der Fähigkeit zu

schnellen Richtungswechseln. Auf dieser Grundlage sollen im folgenden Abschnitt Anregungen für die Konzipierung einer zielgerichteten Trainingsbelastung im Footbonaut gegeben werden.

Art und Größe der Belastungen werden auch für diese Aufgabe durch die üblichen Belastungsfaktoren (Berger & Minow, 2014) beschrieben. Die Belastungsfaktoren dienen der systematischen Trainingsplanung und -steuerung und erfassen die Beanspruchung des Organismus. Sie können nach (1) Art der Trainingsübung (z. B. Übungen mit Ball, Übungen ohne Ball), (2) Belastungsintensität (Schwierigkeit der Übungsaufgabe), (3) Belastungsumfang (Anzahl der Wiederholungen), (4) Belastungsdichte (Zeitabstände zwischen den Übungen) und (5) Güte der Bewegungsausführung (Qualität der Ausführung, schnell, präzise, technisch „sauber“) eingeteilt werden. Diese Zuordnung ist notwendig, um die tatsächlich realisierte Trainingsbelastung mit der geplanten zu vergleichen und ggf. zu korrigieren. Im Footbonaut verwenden wir Kennzahlen, wie z. B. die Geschwindigkeit der abgeschossenen Bälle, die Anzahl der Wiederholungen (Bälle) pro Session oder auch

die Trainingseinheiten pro Woche (Tabelle 3).

Es bietet sich an, den Footbonaut zum einen schwerpunktmäßig zum Training der Wahrnehmung und der Entscheidungsleistungen und zum anderen zum Training der Richtungswechsel mit Ball zu nutzen.

Trainingsziele mit dem Schwerpunkt „Wahrnehmung und Entscheidungsleistungen“ sind zu empfehlen:

- Verbesserung der Ballkontrolle und Schnelligkeit bei unterdrückten Signalen und indizierten Störgeräuschen (Stadionlärm);
- Verbesserung der Ballkontrolle und Schnelligkeit mit Zusatzaufgaben (Ballkontakt verbunden mit dem definierten Verlassen eines Spielfelds), mit dem Schwerpunkt „Richtungswechsel mit Ball“;
- Verbesserung der Ballkontrolle und Schnelligkeit bei erhöhten Laufanforderungen („erzwungen“ durch eine niedrige Zuspielgeschwindigkeit und/oder simuliertes Zweikampfverhalten [z. B. „Vordecken“]);
- Verbesserung der Ballkontrolle und Schnelligkeit (Vorgabe positionsspezifischer [längerer] Laufwege).

Realisierungen des „Richtungswechsels mit Ball unter Zweikampfbedingungen“ zeigen, dass damit Belastungen provoziert werden, die als konditionell zu charakterisieren sind. Dies wird u. a. durch Laktatmessungen (TSG Hoffenheim) bestätigt, wobei für dieses Trainingsmittel Laktatwerte im mittleren Bereich von 4,3 bis 6,7 ermittelt wurden. Die höchsten akkumulierten Laktatwerte (max. 6,7 mmol/l) wurden beim sogenannten „Vordecken“ erreicht (Tabelle 4). Geringere Werte wurden gemessen, wenn die Zeit zwischen den abgeschossenen Bällen (Delay) auf 1,6 s anstatt 800 ms gestellt wurde. Andere Versuche mit 16-Jährigen, die eine Belastungszeit von 2 min (ca. 25 Bälle) realisierten, ergaben am Übungsende Pulswerte von 170 Schlägen/min.

Eine Trainingseinheit mit dem Schwerpunkt „Wahrnehmung und Entscheidungsleistung“ könnte beispielsweise wie in Tabelle 5 dargestellt strukturiert sein. Sie lässt sich mit vier Spielern in ca. 45 Minuten durchführen. Gemessen an den Ballaktionen entspricht dies in etwa der Wettkampfleistung hochklassiger Spieler. Die Differenzierung zwischen Aspekten der Wahrnehmung und Entscheidungsleistungen und der Fähigkeit zu schnellen Richtungswechseln (Berschin, 2011) kann als Planungsgrundlage verwendet werden. Eine Systematisierung der Übungen im Footbonaut ist jedoch noch nicht als

Session	Laktatwerte (mmol/l)	Spieler
5 Bälle (360°)	2,4-3,0	n = 6
20 Bälle (360°)	2,6-4,4	n = 9
25 Bälle (360°)	2,9-4,2	n = 6
32 Bälle (360°)	3,4-5,1	n = 7
15 Bälle (Zweikampfbedingungen, 2 Spieler, 90°)	4,3-6,7	n = 3

Tabelle 4: Laktatwerte von Fußballspielern (U17-U23) im Footbonaut am Übungsende beim Einsatz verschiedener Trainingsmittel

Trainingsplan zu betrachten. Vielmehr soll sie eine Art Hilfestellung (Bezugsrahmen) für die Konzipierung eines zielgerichteten Trainings bieten. Weiter konnten wir bei unseren Arbeiten im Footbonaut feststellen, dass Trainer – neben der Nutzung des Footbonauts zur Diagnostik und in hervorzuhebender Übereinstimmung mit den Spielern – einen besonderen Wert auch darin sehen, mit Hilfe des Footbonaut das Training der Technik und andere wichtige Leistungskomponenten (Imitierung von Zwangssituationen, Psyche, Rehabilitation etc.) von Spielern positiv zu beeinflussen. Beispielshaft seien genannt:

1. Training der Beidfüßigkeit,
2. Training der Vororientierung,
3. Training der emotionalen Stabilität (einem schlechten Pass müssen keine schlechten Pässe folgen),
4. Technikautomatisierung,
5. Technikkorrekturen (unnötige Schritte vor dem Setzen des Standbeins erhöhen die Handlungszeit),
6. spezielles Torwarttraining (Fangen, Umschalten und Abwerfen),
7. Rehabilitationstraining (dosierte Zuspiele nach z. B. Innenbandverletzung Bein, Quantifizieren des Rehabilitationsfortschritts),
8. Umschalten zwischen Schwerpunkt Konditions- und Konzentrationstraining (durch Variation der Zuspieldeschwindigkeit und Vergrößerung des Aktionsradius des Spielers).

Die Handlungszeiten steigen mit der Komplexität der Aufgabe im Footbonaut. Bei einfachen Einstellungen erreichen sehr gute Spieler Spitzenzeiten von unter zwei Sekunden. Die Aufgabenkomplexität kann anhand der Einstellungsmöglichkeiten (Tabelle 3) und der Einbindung bestimmter Trainingsformen (allgemeine und spezielle Koordinationsübungen) variiert werden. Die vielfältigen Übungsmöglichkeiten, verbunden mit den unterschiedlichen Auswertungsmöglichkeiten, sind offensichtlich die Stärken des Mess- und Informationssystems Footbonaut, die für die Praxis der Trainingssteuerung und künftig auch der Talentidentifikation ein wichtiger Baustein beim Erstellen eines umfassenden Profils sein könnten.

8. Schlussfolgerung

Die von uns durchgeführten Untersuchungen sind in eine Reihe von Studien einzuordnen, die Aufschlüsse über die Leistungsanforderungen im Footbonaut geben sollen. Dabei konnten wir feststellen, dass insbesondere die Handlungsschnelligkeit, operationalisiert über die Handlungszeit im Footbonaut, ein wichtiges Merkmal der komplexen Leistungsfähig-

Übungen	Einstellungen	Dauer	Anzahl der Bälle	Trainingsteil
1	Zufall, 90° peripher, 2, 50, FF, 800	1,14	10	Einleitender Teil
2	Zufall, 90° peripher, 2, 50, FF, 800 Signaltöne unterdrücken	1,24	15	
3	Zufall, 360°, 2, 50, FF, 800 Signaltöne unterdrücken, Störgeräusche indizieren	1,29	15	
4	Zufall, 360°, 2, 50, FF, 800 Signaltöne unterdrücken, Störgeräusche indizieren	1,39	15	Hauptteil
5	Zufall, 360°, 2, 50, FF, 800, Signaltöne unterdrücken, Störgeräusche indizieren	1,38	15	
6	Zufall, peripher 90°, 2, 50, FF, 800	1,14	10	Ausklang (Session nach Wahl)

Tabelle 5: Mögliche Trainingseinheit mit Schwerpunkt „Wahrnehmung und Entscheidungsleistung“

Legende: Zufall = zufällige Auswahl der Ballkanonen und Zielfelder, peripher + Gradzahl = range, 2 = angle, 50 = CP, FF = Lage der Ballkanonen und Zielfelder, 800 = delay

keit darstellt. Die Passpräzision, operationalisiert über die Trefferquote, scheint in den Leistungsanforderungen eine untergeordnete Rolle zu spielen und sollte in der Beurteilung nur als zusätzliches Qualitätsmerkmal herangezogen werden. Weiterhin kann festgehalten werden, dass unter diesen Testbedingungen nur im geringen Maß Entscheidungsleistungen abgeschätzt werden können. In zukünftigen Forschungsarbeiten im Footbonaut sollte deshalb der Fokus auf die Erweiterung des Tests um eine Entscheidungskomponente und die Untersuchung des Einflusses der Passgeschwindigkeit gelegt werden. Die Trainingsbedingungen im Footbonaut ermöglichen ein vielfältiges und effektives Üben mit unterschiedlichen Zielstellungen. Diese können je nach gesetzten Schwerpunkten eher im konditionellen oder koordinativ-technischen Bereich liegen. Belastungen lassen sich über die Einstellungen im Footbonaut dosieren und es können Situationen geschaffen werden, die man im Training nur sehr schwer oder gar nicht herstellen kann. Der Ausschöpfung all dieser Möglichkeiten in enger Zusammenarbeit zwischen Trainern, Spielern und Diagnostikern in kreativer Art und Weise sollen künftige Arbeiten dienen.

Die Literaturliste zum Beitrag steht auf www.leistungssport.net zum Download bereit.

Korrespondenzadresse

Christian Saal, Hochschule für Gesundheit & Sport, Technik & Kunst, Berlin, Vulkanstraße 1, 10367 Berlin
E-Mail: christian.saal@my-campus-berlin.com

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt allen Beteiligten und Kooperationspartnern, ohne die eine Realisierung dieses Projekts nicht möglich gewesen wäre. Ein Dank geht an Gunnar Heidrich und die mitwirkenden Berliner Vereine (Hertha BSC, 1. FC Union Berlin, Tennis Borussia Berlin, Adlershofer BC 1908, SV Berliner Brauereien) für die Hilfe bei der Testdurchführung. Weiterhin danken wir der TSG 1899 Hoffenheim, insbesondere Stephan Kisling, der die Laktatdiagnostiken durchführte, für die Zusammenarbeit bei der Erstellung der Trainingsempfehlungen. Für die Nutzung des Footbonaut bedanken wir uns recht herzlich bei der CGoal GmbH und der TSG 1899 Hoffenheim. Prof. Christian Werner danken wir für die hilfreiche Unterstützung der Forschungsarbeit. Ein ganz besonderer Dank gilt Prof. Ralf Lanwehr für sein unermüdetes Engagement bei der institutsübergreifenden Koordination dieses Projekts.

Summary

Footbonaut – an innovative testing and information system in football

Footbonaut is a test and information system specially developed for the sport of football for measuring speed of action (agility). In the present exploratory study, it was examined, to what extent action speed, measured by using medium action time and hitting rate, is suitable to determine differences in the performance of players and whether their decision performances are important for solving this motor task. The study included male youth football players (n = 88) from U16 teams of various performance categories.