

T. Meyer, K. Ohlendorf, W. Kindermann

Konditionelle Fähigkeiten deutscher Spitzenfußballer im Längsschnitt

Analytischer Vergleich mit Videoanalyse-Daten der Fußball-Bundesliga

Longitudinal analysis of endurance and sprint abilities in elite German soccer players

Institut für Sport- und Präventivmedizin, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Zusammenfassung

Um Veränderungen der konditionellen Erfordernisse des Fußballs im Verlauf der 90er Jahre zu erfassen, wurde anhand der ran-Datenbank (Privatsender SAT 1) eine Auswertung der jeweils 6 Partien der 3 erstplatzierten Bundesligateams untereinander in den Saisons 92/93 bis 97/98 vorgenommen. Kriterien waren die Anzahl der Zweikämpfe, Torchüsse, Fouls und langen Pässe sowie die effektive Spielzeit. Identische Auswertungen wurden in diesem Zeitraum auch für Spiele der deutschen Nationalmannschaft durchgeführt. Dem wurden die zwischen 1991/92 und 1998 erhobenen Daten deutscher Spitzenfußballspieler aus leistungsdiagnostischen Tests (Sprinttest - 5x30m - und Stufentest: Beginn bei 10 km/h, Steigerung alle 3 min um 2 km/h) gegenübergestellt. In der Spielbeobachtung ließen sich keine eindeutigen Trends der Spieldynamik dokumentieren. Signifikante Veränderungen über den Beobachtungszeitraum traten kaum auf. Bei den leistungsdiagnostischen Untersuchungen konnten ebenfalls keine signifikanten Veränderungen der Ausdauer- oder Sprintfähigkeiten im untersuchten Zeitraum festgestellt werden. Die einzelnen Mannschaftsteile (Abwehr, Mittelfeld, Angriff) unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Es kann geschlussfolgert werden, dass sich die konditionellen Grundeigenschaften Schnelligkeit und Ausdauer bei deutschen Spitzenfußballspielern im Verlauf der 90er Jahre nicht geändert haben. Spielpositionsbezogene Unterschiede des konditionellen Profils bestehen nicht. Die fehlenden Veränderungen der Spieldynamik im Längsschnitt, gemessen an den in der Spielbeobachtung erhobenen Parametern, müssen kritisch betrachtet werden. Für eine Analyse des konditionellen Anforderungsprofils scheinen diese über eine externe Datenquelle erhobenen Parameter zu wenig valide.

Schlüsselwörter: Ausdauer, Schnelligkeit, Feldtest

Einleitung

Es ist vielfach zu beobachten, dass im Fußball sehr traditionelle Trainingskonzepte vorherrschen. Über den Einsatz moderner Methodik besteht jedoch mittlerweile die Möglichkeit einer Überarbeitung dieser Modelle durch eine exaktere Analyse des sportartspezifischen Anforderungsprofils. Auf dem Gebiet der Spielbeobachtung stehen mit computergestützten Videoanalysen moderne Verfahren zur Verfügung (15, 16,

Summary

To detect changes in the physical demand of soccer within the 90s data were collected from the ran data store (German private television). The 6 matches between the leading 3 first league teams at the end of the seasons 92/93 until 97/98 were analyzed from video tapes for the number of one-on-one plays, shots at goal, fouls, long passes and real playing time. Identical analyses were performed for the matches of the German national soccer team within the same period of time. This was contrasted with data from field tests of German first league soccer players between 1991 and 1998 (sprint test 5x30m; graded running test starting with 10 km/h, 3 min-increments of 2 km/h). The individual anaerobic threshold (IAT) was determined as well as the times for 5, 10, and 30 m. The video analysis could not prove any changes in the dynamics of top level soccer. Significant differences over the years were rare. Additionally, there were no significant changes in endurance capacity (IAT 1991, 92, 94, and 98: 14,4, 14,3, and 14,3 km·h⁻¹) or sprinting abilities (5 m: 0,96 - 0,98 - 0,96 s; 10 m: 1,67 - 1,69 - 1,67 s; 30 m: 4,00 - 4,07 - 3,99 s). The team positions (defenders, midfielder, forwards) were not significantly different from each other.

It can be concluded that endurance and sprint velocity remained unchanged in German top level soccer players during the 90s. There were no differences in the athletic profile with respect to the players' position within the team. This corresponds well to missing changes in the physical demand as measured in the study. However, these latter criteria might have been insufficient for the purpose of evaluating the physical demand.

Keywords: Physical condition, football, field test

23, 24). Auf deren Basis sollte die Definition eines aktuellen konditionellen Anforderungsprofils des Spitzenfußballs möglich sein.

Demgegenüber wird ein „Istwert“ der aktuellen physiologischen Voraussetzungen der Spieler üblicherweise mit sogenannten konditionellen Tests erfasst (2). Wegen fehlender valider Parameter zur Beurteilung des gesamten Spektrums konditioneller Grundeigenschaften im Fußball erscheint derzeit für eine solche Beurteilung die Beschränkung auf die

Grundlagenausdauer und die relevanten Schnelligkeitsfähigkeiten angezeigt (11).

In der Annahme, dass die Nationalmannschaft eines Landes die jeweils besten Fußballer umfasst, könnte über die Untersuchung dieser Spieler ein Sollwert für die Beurteilung einzelner Akteure oder Mannschaften ermittelt werden. Es ist allerdings zu bedenken, dass aufgrund der Vielfalt an Auswahlkriterien diese Mannschaft nicht notwendigerweise die konditionell stärksten Akteure repräsentiert. Da eine optimale sportartspezifische Leistung jedoch nur auf der Grundlage einer adäquaten konditionellen Verfassung entsteht, kann ein für die höchste Spielklasse überdurchschnittliches Niveau erwartet werden.

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollten Entwicklungstendenzen des fußballspezifischen konditionellen Anforderungsprofils in den 90er Jahren aufgezeigt werden. Ziel war es, im deutschen Spitzenfußball die körperliche Beanspruchung zu erfassen und Beziehungen zum konditionellen Zustand herzustellen, um eventuelle Defizite aufzudecken und ggf. Empfehlungen auszusprechen. Insofern wurden den Daten einer videogestützten Spielbeobachtung die konditionellen Testresultate der deutschen Fußball-Nationalmannschaft gegenübergestellt.

Methodik

Spielbeobachtung

Anhand der ran-Datenbank (Privatsender SAT 1) wurden quantitative Auswertungen der Videoaufzeichnungen von Bundesligapartien der Saisons 92/93 bis 97/98 – jeweils alle Spiele der am Saisonende erstplatzierten 3 Teams untereinander, somit insgesamt 6 Spiele pro Saison – systematisch untersucht (13). Darüber hinaus wurden mit identischer Methodik sämtliche Länderspiele der deutschen Fußballnationalmannschaft zwischen 1994 und 1998 (einschließlich WM 98 sowie EM 96) ausgewertet. Erhoben wurden – getrennt nach Halbzeiten – die Anzahl der Zweikämpfe, Torschüsse, Fouls und langen Pässe.

Die effektive Spielzeit (Gesamtspieldauer minus Spielunterbrechungen) wurde in den Bundesligapartien nur bis zur Hinrunde der Saison 97/98 durch einen Beobachter im Stadion per Tastendruck am Computer gemessen. Für die Fußballweltmeisterschaften 1990, 1994 und 1998 wurde dieser Parameter den Technical Reports der FIFA (Fédération Internationale de Football Association) entnommen (10).

Leistungsdiagnostische Untersuchungen der deutschen Fußball-Nationalmannschaft

Der Kader der deutschen Fußballnationalmannschaft führte 1991/92, 1994 und 1998 jeweils eine Leistungsdiagnostik durch, bestehend aus zwei Feldtests: Stufentest und Sprinttest. Es wurden insgesamt 62 Spieler untersucht. Anthropometrische Daten einschließlich Herzvolumen (echokardiographische Bestimmung nach 8) und Körperfettanteil (Kalipermethode nach 17) können Tabelle 1 entnommen werden. Insgesamt wurden 94 Tests durchgeführt, da einige Akteure zu mehreren Zeitpunkten getestet wurden:

- 1991/92 (n=34; 8 Stürmer, 9 Mittelfeldspieler, 13 Verteidiger, [4 Torwarte])
- 1994 (n=25; 6 Stürmer, 6 Mittelfeldspieler, 11 Verteidiger, [2 Torwarte])
- 1998 (n=35; 9 Stürmer, 13 Mittelfeldspieler, 13 Verteidiger)

Die Untersuchungen erfolgten in einer Leichtathletikhalle unter standardisierten äußeren Bedingungen jeweils im Februar/März (Beginn Rückrunde).

Tabelle 1: Anthropometrische Daten, Herzvolumen, Körperfettanteil der Fußballnationalspieler zu den jeweiligen Testterminen (MW ± SD).

	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Herzvolumen (ml·kg ⁻¹)	Körperfettanteil (%)
1991/92n=34	26,6±2,6	181±5	77,5±6,0	13,3±1,0	9,5±1,6
1994 n=25	28,9±3,2	182±6	80,1±6,4	12,9±1,0	8,9±2,0
1998 n=35	29,8±3,2	182±7	77,6±5,2	13,2±1,0	9,8±1,7
gesamt n=94	29,8±3,2	182±6	78,8±6,2	13,2±1,0	9,5±1,7

Stufentest (Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit)

Auf einer Kunststoff-Rundbahn von 162 m Länge wurde stufenförmig die Laufgeschwindigkeit um jeweils 2 km/h gesteigert. Die Eingangsstufe lag bei 10 km/h, die Stufendauer bei 3 min. Ein gleichmäßiges Tempo wurde über akustische Signale vorgegeben. In Ruhe, während einer ca. 20sekündigen Pause nach Ende jeder Stufe sowie 1, 3, 5 und 10 min nach Belastungsende wurde aus dem hyperämisierten Ohrläppchen Kapillarblut zur Bestimmung der Blutlaktatkonzentration entnommen (enzymatische Methode aus dem Vollblut). Die Herzfrequenz wurde zu identischen Zeitpunkten bis einschließlich 5 min nach Belastungsabbruch über ein tragbares Pulsmessgerät (Fa. Polar, Finnland) bestimmt. Anhand der Laktat-Geschwindigkeits-Relation wurde die individuelle anaerobe Schwelle (22) als Maß der Ausdauerleistungsfähigkeit berechnet. Die ergänzende Ermittlung der Geschwindigkeit bei 4 mmol/l Laktatkonzentration erfolgte durch lineare Interpolation.

Sprinttest

Es wurde ein 5 x 30 m-Sprinttest mit 2minütigen Pausen zwischen den einzelnen Belastungen durchgeführt (11). Nach einem Hochstart 1 m vor der Startlinie wurden über elektrische Zeitnahme (Lichtschranke) die Laufzeiten nach 5, 10 bzw. 30 m gemessen. Unter Berücksichtigung fußballspezifischer Verhältnisse werden diese Zeiten als Maß für die Antrittsschnelligkeit, das Beschleunigungsvermögen bzw. die Grundschnelligkeit gewertet. Ergänzend wurden als Differenzen die Intervalle 5-10 m sowie 10-30 m errechnet. Der jeweils langsamste Lauf blieb für die Auswertung unberücksichtigt, die restlichen Zeiten wurden gemittelt.

Fußball-Score

Als zusammenfassende Größe der fußballspezifischen Kombination von Ausdauer und Schnelligkeit wurde für 1994

und 1998 (1991/1992 dienten als Datenbasis der Normwerte) der Fußball-Score (4) ermittelt.

Es handelt sich um eine Bewertung der Parameter 5 m-Zeit, 30 m-Zeit und der Geschwindigkeit an der IAS. Die 5 m-Zeit wird mit 25%, die 30 m-Zeit mit 30% und die Geschwindigkeit an der IAS mit 45% gewichtet. Referenzwerte (Durchschnitt der Nationalspieler 1991/1992)¹ liegen bei 0,96 s - 3,98 s - 14,51 km/h und ergeben 25, 30 bzw. 45 Punkte. Eine um die doppelte Standardabweichung bessere Leistung (0,90s - 3,78s - 4,31m/s) erbringt die doppelte Punktzahl.

Statistik

Die Daten werden nachfolgend als Mittelwert und Standardabweichung (bei Probandenzahlen über 10) bzw. Median und Quartilsabstand ($n < 10$) dargestellt. Zur Prüfung auf Unterschiede wurde eine einfaktorische Varianzanalyse gerechnet (Voraussetzungsprüfung: Shapiro-Wilks W-Test; Levene-Test). Post hoc-Einzelvergleiche wurden mit dem Scheffé-Test durchgeführt. Bei Fragestellungen mit unabhängigen Stichproben kleiner n-Zahlen kam der Kruskal-Wallis-Test zur Anwendung und bei Einzelvergleichen der U-Test nach Mann-Whitney. Bei abhängigen Datenreihen (Vergleich von Halbzeiten) wurde der Wilcoxon-Test verwendet. Die Signifikanzprüfung erfolgte auf einem α -Fehler-Niveau von 5%. Bei wiederholten Einzelvergleichen wurde eine Adjustierung nach Bonferroni vorgenommen.

Ergebnisse

Spielbeobachtung

Zweikämpfe, Torschüsse, Fouls

Für Zweikämpfe und Torschüsse konnten weder im Vergleich der Jahre, im Vergleich Bundesliga vs. Nationalmannschaft, im Vergleich der Halbzeiten noch im Vergleich der WM-Spiele mit den Freundschaftsländerspielen signifikante Unterschiede nachgewiesen werden. Diese Vergleiche zeigten auch für die Fouls keine signifikanten Differenzen mit folgender Ausnahme: - 1997 lag die mittlere Anzahl der Fouls bei den Bundesligaspielen signifikant über der bei den Länderspielen ($p < 0,05$).

Lange Pässe (Abb. 1)

Die mittlere Anzahl der langen Pässe bei der WM 1998 (Median=Med=91; Quartilsabstand=QA=3) unterschied sich signifikant von jener bei der EM 1996 (Med=74; QA=25; $p=0,04$). Bei den Länderspielen außerhalb von Turnieren konnte keine signifikante Veränderung in der mittleren Anzahl der langen Pässe von 1994 bis 1997 festgestellt werden (Med [QA]: 48 [8]; 61 [29]; 44 [37]; 38 [46]). Lediglich 1998 traten signifikante Unterschiede zu den Vorjahren auf (Med [QA]: 73 [71]; $p=0,03$). Die WM- bzw. EM-Spiele unterschieden sich zudem signifikant von den sonstigen Länderspielen 1994 bis 1997 ($p=0,03$). Zwischen den Halbzeiten zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

Die Anzahl der langen Pässe wies im Mittel der ausgewerteten Bundesligaspiele einen signifikanten Abfall von

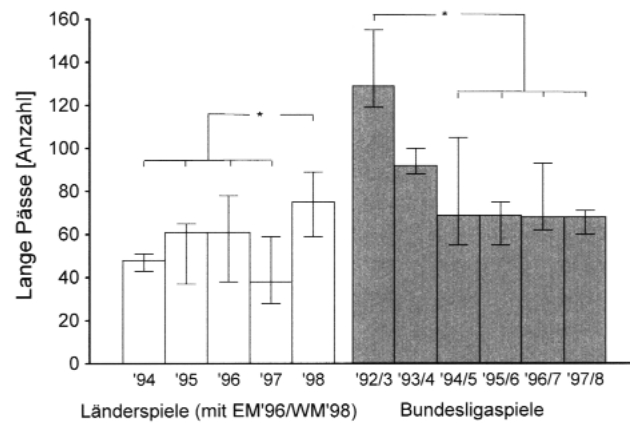


Abbildung 1: Anzahl der langen Pässe in Länderspielen und Bundesligapartien (Median \pm Quartilsabstand).

1992/93 bis 1997/98 auf (Med [QA]: 129 [36]; 92 [12]; 69 [20]; 68 [31]; 68 [11]; $p=0,009$). Die langen Pässe waren in der Saison 1992/93 signifikant häufiger als in den Saisons 1994/95, 1995/96, 1996/97 und 1997/98 ($p < 0,05$). Sie unterschieden sich aber nicht signifikant von der Saison 1993/94.

Zwischen 1994 und 1996 wurden in den Bundesligaspielen signifikant mehr lange Pässe gespielt als in den Freundschaftsländerspielen ($p < 0,05$).

Effektive Spielzeit (Abb. 2)

Die Spiele der WM 1990 (52 Spiele; 54:58 \pm 02:51 min) unterschieden sich im Mittel in der effektiven Spielzeit signifikant von denen der WM 1994 (52 Spiele; 61:05 \pm 03:20 min) und 1998 (64 Spiele; 62:38 \pm 02:29 min; $p < 0,05$). Die mittlere effektive Spielzeit der WM 1994 unterschied sich nicht signifikant von jener der WM 1998.

Bei ausschließlicher Betrachtung der Spiele der deutschen Mannschaft bei der WM 1994 (Med=60:07; QA=04:40) und bei der WM 1998 (Med=59:24; QA=02:14)] zeigten sich hinsichtlich der effektiven Spielzeit keine signifikanten Unterschiede.

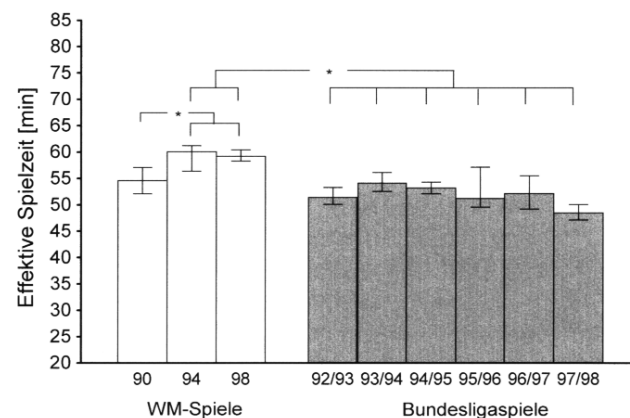


Abbildung 2: Effektive Spielzeit in Länderspielen und Bundesligapartien (Median \pm Quartilsabstand).

Die mittlere effektive Spielzeit lag sowohl bei der WM 1994 als auch bei der WM 1998 signifikant über jener der Bundesligaspiele ($p < 0,05$).

Leistungsdiagnostische Untersuchungen der deutschen Fußball-Nationalmannschaft

Stufentest

Die Geschwindigkeit an der IAS betrug 1991/92, 94 und 98 14,4, 14,3 bzw. 14,3 km/h und veränderte sich in diesem Zeitraum nicht signifikant (Abb. 3). Auch für die unabhängigen Stichproben nach Elimination von Mehrfachmessungen (vgl. Methodik) zeigte sich kein signifikanter Unterschied [$14,4 \pm 0,7$; $14,6 \pm 0,4$ und $14,4 \pm 0,4$ km·h⁻¹]. Die Geschwindigkeit bei 4 mmol/l Laktatkonzentration betrug $15,3 \pm 1,2$; $15,2 \pm 1,1$ und $15,6 \pm 0,8$ km/h [$15,3 \pm 1,2$; $15,7 \pm 1,0$ und $15,8 \pm 0,9$ km/h]. Dieser Kennwert repräsentiert jedoch für verschiedene Spieler keine interindividuell vergleichbare Belastungsintensität und ist daher für die Steuerung des Lauftrainings nur mit Einschränkungen geeignet (11, 21).

Bei einem Vergleich der Feldspielerpositionen (Stürmer vs. Mittelfeldspieler vs. Verteidiger) in den Jahren 1991/1992, 1994 und 1998 konnte bezüglich der Geschwindigkeit an der IAS kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

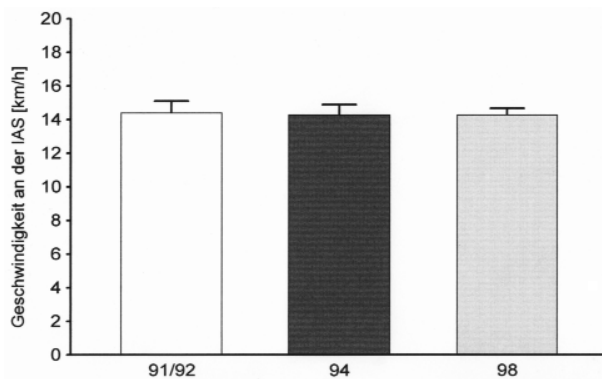


Abbildung 3: Geschwindigkeit an der individuellen anaeroben Schwelle der Fußballnationalspieler zu den jeweiligen Testterminen (MW ± SD).

Sprinttest

Es zeigte sich keine signifikante Veränderung der Antrittsschnelligkeit (=5 m-Zeit: 0,96 – 0,98 – 0,96 s), des Beschleunigungsvermögens (=10 m-Zeit: 1,67 – 1,69 – 1,67 s) oder der Grundschnelligkeit (=30 m-Zeit: 4,00 – 4,07 – 3,99 s) im Untersuchungszeitraum (Abb. 4). Eine Elimination der Mehrfachuntersuchungen führte nicht zu einer signifikanten Veränderung [5/10/30 m: 1991/92: $0,96 \pm 0,04$ / $1,66 \pm 0,07$ / $3,98 \pm 0,09$ s; 1994: $0,98 \pm 0,04$ / $1,68 \pm 0,04$ / $4,00 \pm 0,09$ s und 1998: $0,97 \pm 0,04$ / $1,66 \pm 0,05$ / $3,97 \pm 0,12$ s].

Auch bei den 5-10 m- und den 10-30 m-Intervallen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Hier lagen die Zeiten 1991/92 bei $0,71 \pm 0,07$ s bzw. $2,33 \pm 0,06$ s; 1994 bei $0,71 \pm 0,02$ s bzw. $2,38 \pm 0,11$ s sowie 1998 bei $0,70 \pm 0,02$ s bzw. $2,33 \pm 0,07$ s. Nach Elimination von Mehrfachuntersuchungen betragen sie $0,71 \pm 0,06$ s bzw. $2,33 \pm 0,06$ s; $0,70 \pm 0,01$ s bzw. $2,33 \pm 0,04$ s; $0,70 \pm 0,01$ s sowie $2,32 \pm 0,07$ s.

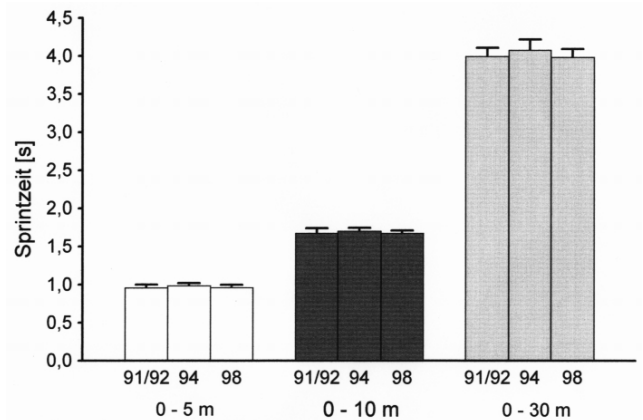


Abbildung 4: Sprintzeiten über 5, 10 und 30 m der Fußballnationalspieler zu den jeweiligen Testterminen (MW ± SD).

Eine Aufteilung nach Spielpositionen erbrachte keine signifikanten Differenzen bezüglich Antrittsschnelligkeit, Beschleunigungsfähigkeit und Grundschnelligkeit.

Fußball-Score

Die Ermittlung des Fußball-Scores für die Jahre 1994 und 1998 (1991/92 als Referenz für Score-Normwerte) zeigte ein gleichbleibendes fußballspezifisches Konditionsprofil der Spieler. So lag der ermittelte Wert 1994 im Durchschnitt bei $97,2 \pm 24,0$ Punkten und 1998 bei $95,7 \pm 21,5$ Punkten. Signifikante Differenzen traten nicht auf, ebenfalls nicht zwischen den Spielpositionen.

Diskussion

In Expertenäußerungen wird überwiegend die Meinung vertreten, im modernen Fußball dominiere zunehmend eine offensive Spielweise mit schnellerem Kombinationsspiel, erhöhter Dynamik und einer Zunahme an Zweikampfaktionen sowie hochintensiv absolvierten Laufstrecken. Dies konnte anhand des vorliegenden Datenmaterials von deutschen Spitzenspielern für den Verlauf der 90er Jahre nicht bestätigt werden. Eine relevante Veränderung der sportartspezifischen konditionellen Anforderungen ist durch standardisierte Beobachtungen weder aus Spitzenspielen der Bundesliga noch aus Nationalmannschaftsbegegnungen abzuleiten. Auch Ausdauer- und Schnelligkeitstests des Auswahlkaders weisen keine Veränderungen des konditionellen Niveaus nach. Differenzierungen der Spielpositionen sind nicht zu treffen. Bezüglich der Spielbeobachtungen ist kritisch anzumerken, dass methodische Unzulänglichkeiten gesichertere Aussagen erschweren.

Spielbeobachtung

Keine der gemessenen Variablen der Spielbeobachtung belegt systematische Veränderungen im deutschen Spitzenfußball seit 1992 (Bundesliga) bzw. 1994 (Nationalmannschaft). Es war somit keine Definition eines modifizierten konditionellen Anforderungsprofils möglich. Unterscheidungen nach Spielpositionen wurden im vorliegenden Datenmaterial nicht vorgenommen.

Eine Aussage über die aeroben Voraussetzungen des Fußballs wäre am ehesten von einer Bestimmung der Gesamtlaufstrecken und deren Differenzierung nach verschiedenen Intensitäten zu erwarten gewesen (vgl. 1, 2, 9, 16, 18, 27). Die Kenntnis des Anteils von hochintensiven kurzen Laufstrecken hätte darüber hinaus eine Einschätzung der Bedeutung von Sprintfähigkeiten ermöglicht. Diese Daten standen jedoch aus methodischen/logistischen Gründen nicht zur Verfügung. Am nächsten kommt diesen Größen möglicherweise die effektive Spielzeit, die einen positiven Zusammenhang mit der gelaufenen Strecke aufweisen dürfte, jedoch keine direkte Aussage über die absolvierten Laufwege erbringt. Signifikante Veränderungen der effektiven Spielzeit ließen sich jedoch im Beobachtungszeitraum innerhalb der Bundesliga- und der WM-Spiele der Nationalmannschaft nicht belegen. Der registrierte Unterschied zwischen WM- und Bundesligaspielen kann auf das abweichende Schiedsrichterverhalten zurückgeführt werden. Die Referees sind bei FIFA-Partien gehalten, konsequenter als sonst nachspielen zu lassen. Dass diese Tendenz erst bei den letzten beiden WMs zum Tragen kommt, spiegelt vermutlich die veränderte Schiedsrichter-„Politik“ der Dachorganisation wider.

Aus der Zahl der Zweikämpfe, Torschüsse und Fouls könnte ein indirekter Rückschluss auf die „Intensität“ des gesamten Spielgeschehens gezogen werden, während über eine kombinierte Betrachtung von Zweikämpfen und langen Pässen eine grobe Charakterisierung der Taktik (zweikampforientiert oder raumorientiert) möglich scheint (14). Hinweise auf signifikante Verschiebungen im modernen Fußball der jüngeren Vergangenheit ließen sich jedoch aus den ausgewerteten Daten nicht gewinnen. Lediglich bei den langen Pässen zeigten sich innerhalb der Bundesligaspiele sowie zwischen diesen und den WM-Spielen signifikante Unterschiede. Hier war allerdings die Variabilität zwischen den Spielen innerhalb eines Jahres sehr hoch, so dass die fehlende Homogenität der Messungen sowie die geringe Anzahl an ausgewerteten Spielen eine eindeutige Interpretation unmöglich machen. Zudem waren die Veränderungen in Nationalmannschaft und Bundesliga gegenläufig.

Leistungsdiagnostische Untersuchungen

Da die Ergebnisse der Feldstufen- und Sprinttests für die deutsche Fußball-Nationalmannschaft im Längsschnitt keinerlei Trends erkennen ließen, ist für diese Auswahl anzunehmen, dass sich im Beobachtungszeitraum keine relevanten Veränderungen der konditionellen Voraussetzungen ergaben. Offensichtlich waren im deutschen Spitzenfußball der 90er Jahre Änderungen der ausdauer- und schnelligkeitswirksamen Trainingsbelastungen nicht vorhanden oder nicht ausgeprägt genug, um signifikante Verschiebungen der Testresultate hervorzurufen. Gestützt wird diese Vermutung durch Einzelfallbetrachtungen von Spielern, bei denen Testergebnisse zu allen Testzeitpunkten vorlagen. Auch bei diesen Vergleichen waren keine Veränderungen erkennbar. Analoge Resultate werden für die maximale Sauerstoffaufnahme auch von einer italienischen Arbeitsgruppe berichtet (19).

Es unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt die Spielpositionen hinsichtlich des leistungsdiagnostischen Profils. Dies steht im Gegensatz zu einigen internationalen Befunden, die eine höhere aerobe Leistungsfähigkeit der Mittelfeldspieler belegen (6, 20, 26). Möglicherweise deutet dies auf ein weniger differenziertes Training in Deutschland hin, das für alle Spielpositionen zu einem einheitlichen konditionellen Profil führt. Allerdings waren auch andere Autoren (1, 5) in ihren Studien nicht in der Lage, spielpositionsbezogene Unterschiede festzustellen, so dass nationale „Handschriften“ nicht auszuschließen sind. Hinsichtlich der Schnelligkeitsfähigkeiten existiert in der Literatur nur eine Vergleichsstudie, die analog der hier berichteten Daten keine Positionsunterschiede nachweist (12).

Da die verwendeten Testverfahren hinreichend auf empirische Gütekriterien überprüft wurden (3), ist nicht zu vermuten, dass Unteruchereffekte oder spontane Messschwankungen für die fehlenden Differenzen verantwortlich sind. Vielmehr sind auf Grund der Komplexität des Fußballs wahrscheinlich deutliche Modifikationen im Trainingsprozess notwendig, um entsprechende Veränderungen in den konditionellen Grundeigenschaften hervorzurufen. Dies ist möglicherweise erst nach einer erheblichen Latenzzeit infolge einer verzögerten Berücksichtigung neuer Tendenzen im Jugendtraining nachweisbar, weil in diesem Alter viele Grundlagen des späteren konditionellen Profils gelegt werden. Diesbezüglich kann nur eine Längsschnittstudie an Jugendfußballern detailliertere Erkenntnisse bringen.²

Limitationen der Studie

Die Nutzung einer externen Datenquelle („ran“-Datenbank) für die durchgeführten systematischen Spielbeobachtungen zog für die Auswertung eine Beschränkung auf Parameter nach sich, die nach nicht-wissenschaftlichen Kriterien ausgewählt wurden und deren Validität daher in Frage gestellt werden kann. Weder Objektivität noch Reliabilität der Messwerthebung konnte geprüft werden, da retrospektiv auf Auswertungen von Videoaufzeichnungen zurückgegriffen wurde. Die Auswahl der beobachteten Parameter erfolgte primär nach Gesichtspunkten der medialen Präsentierbarkeit. Insofern hätte zwar die Möglichkeit bestanden, beispielsweise die Anzahl der Lattentreffer von Saison zu Saison zu vergleichen, aber nicht jene der im Sprint absolvierten Meter. Für eine Analyse des konditionellen Anforderungsprofils sind die von den Spielern absolvierten Laufdistanzen sowie insbesondere die Anteile intensiver bzw. im Sprint gelaufener Strecken wichtig (9). Diese Parameter wurden nicht erhoben, da sie einen erheblichen kameratechnischen (z.B. ungewöhnliche Positionierung) und zeitlichen/personellen Mehraufwand (insbesondere durch die Auswertung vom Bildschirm) erforderlich machen würden (25), der im Rahmen einer Fernsehreportage von Bundesligaspielen nicht üblich ist. Nur eine vorab geplante wissenschaftliche Begleitung solcher Partien dürfte qualitativ hinreichendes Bildmaterial sowie eine aussagekräftige Datenanalyse garantieren. In der vorliegenden Literatur sind bislang lediglich Einzelpartien ausgewertet, Publikationen erfolgten häufig in wissenschaftlich nicht verwertbarer Form.

Bedingt durch die Auswahl der Testpersonen ergibt sich als Basis für eventuell abzuleitende Aussagen von den leistungsdiagnostischen Untersuchungen der deutschen Nationalmannschaft eine Beschränkung auf relativ wenige Sportler. Durch die wiederholte Teilnahme einzelner Spieler zu verschiedenen Messzeitpunkten tritt zusätzlich das Problem nicht eindeutig abhängiger oder unabhängiger Stichproben auf, das statistisch mit einer Entscheidung für die Unabhängigkeit gelöst wurde (u.a. wegen der eventuell differierenden Anforderungsprofile zu den verschiedenen Testterminen). Eliminiert man jedoch die mehrfach getesteten Sportler aus der Statistik, werden die Stichproben weiter verkleinert.

Der relativ kurze Beobachtungszeitraum von 7 Jahren dürfte die Sensitivität der Untersuchung für Veränderungen vermutlich gesenkt haben. Die Auswahl von Testterminen jeweils vor wichtigen internationalen Turnieren mag eine zusätzliche Verzerrung bewirkt haben, da die betroffenen Akteure in Kenntnis der bevorstehenden Ereignisse (einschließlich leistungsdiagnostischer Untersuchungen) möglicherweise zusätzliche Anstrengungen unternommen haben, um in besonders guter körperlicher Verfassung zu erscheinen. Vorteilhaft erscheint allerdings, dass alle Tests in der gleichen Saisonphase vorgenommen worden sind, da Erhebungen in unterschiedlichen Trainingsphasen - aufgrund eines variierenden Trainingszustandes - eine Verfälschung der Ergebnisse bewirken können.

Obwohl diese Untersuchung keine Belege für eine Zunahme der Dynamik und damit der konditionellen Anforderungen im deutschen Spitzenfußball liefern konnte, existieren einige Indizien, die diese Annahme auf internationaler Ebene stützen. Einerseits deuten einzelne Befunde (7) in diese Richtung, andererseits wird von Experten häufig eine solche Einschätzung auf der Basis ihrer primär qualitativen Beobachtungen vorgenommen. Die aktuelle Datenlage deutet darauf hin, dass eine Zunahme der durchschnittlichen Gesamtlauflängsdistanz zwischen 70er und 90er Jahren nicht vorliegt. Weniger sicher ist die Entwicklung des Anteils intensiver Laufstrecken abzuschätzen. Dies ist in erster Linie ein methodisches Problem, da die Messung der jeweiligen Laufgeschwindigkeit größeren Unsicherheiten unterliegt als die Bestimmung der Gesamtwegstrecke. Eine Zunahme der gesprinteten Strecken ist aus den vorliegenden Untersuchungen nicht abzuleiten (1, 2, 9, 16, 18, 27).

Wertung der Ergebnisse

Die in dieser Untersuchung ausgewerteten experimentellen bzw. empirischen Daten (Spielbeobachtung und Leistungsdiagnostik) wurden im deutschen Spitzenfußball erhoben. Die von Experten geäußerte Einschätzung über eine Zunahme der Spieldynamik kann durch die vorliegende Studie nicht zweifelsfrei widerlegt werden, da die retrospektive Auswertung von Videoaufzeichnungen methodisch unzulänglich war, so dass wesentliche die körperliche Beanspruchung charakterisierende Parameter nicht verfügbar waren. Besonderes Gewicht muss aber den fehlenden leistungsdiagnostischen Veränderungen der deutschen Nationalmannschaft beigemessen werden, da diese Ergebnisse auf

den validesten Messungen dieser Untersuchung beruhen, die zudem über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant gehalten wurden. Folgt man trotzdem der Expertenmeinung und nimmt an, dass - im Gegensatz zu den Ergebnissen der Spielbeobachtung aus der „ran“-Datenbank - die konditionellen Anforderungen zugenommen haben, während das konditionelle Niveau - wie in der vorliegenden Studie gezeigt - unverändert geblieben ist, würde diese Konstellation ein konditionelles Defizit bedeuten. Das konditionelle Niveau müsste den gestiegenen Anforderungen angepasst werden, was aber bei der zunehmenden Anzahl von wichtigen Spielen und der daraus resultierenden Verknappung von Trainings- und Regenerationszeiten kaum realisierbar erscheint. Fortan wäre es noch schwieriger, eine eventuelle spieltechnische Unterlegenheit durch eine konditionelle Überlegenheit auszugleichen, was die Erfolgsaussichten mindern würde.

Zur Beantwortung offener Fragen bezüglich einer wissenschaftlich exakten Beschreibung der körperlichen Beanspruchung im Spitzenfußball und des daraus resultierenden Anforderungsprofils bedarf es dringend entsprechender Studien mit modernen computergestützten Verfahren der Videoauswertung. Neben einer vergleichenden Querschnittsuntersuchung, die verschiedene Spielniveaus, Spielpositionen und Taktiken umfassen sollte, ist die baldige Installation eines prospektiven Längsschnittprojekts im Spitzenleistungsbereich wünschenswert, um Tendenzen rechtzeitig erkennen und entsprechend reagieren zu können.

Diese Studie wurde vom Deutschen Fußball-Bund unterstützt.

¹ Die Abweichung zu den im Ergebnisteil dargestellten Mittelwerten des Jahres 1991/92 ergibt sich durch eine geringfügig unterschiedliche Berücksichtigung einzelner Spieler.

² Eine solche Untersuchung wird derzeit am Institut für Sport- und Präventivmedizin der Universität des Saarlandes (Saarbrücken) prospektiv über 5 Jahre durchgeführt.

Literaturverzeichnis

1. Bangsbo J, Norregaard L, Thorso F: Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci* 16 (1991) 110-116.
2. Cazorla G, Montero C, Rohr G, Goubet P: Profil des exigences physiques et physiologiques de la pratique du football. *Actes du Troisième Colloque International de la Guadeloupe* (1994) 145-166.
3. Coen B: Individuelle anaerobe Schwelle - Methodik und Anwendung in der sportmedizinischen Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung leichtathletischer Laufdisziplinen. *Sport und Buch Strauss, Köln* (1997).
4. Coen B, Urhausen A, Coen G, Kindermann W: Der Fußball-Score: Bewertung der körperlichen Fitness. *Dtsch Z Sportmed* 49 (1998) 187-192.
5. Da Silva SG, Kaiss L, Games AC: Differences in physiological and anthropometric variables in brazilian soccer players by field position. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1999) S296.
6. Davis JA, Brewer J: Applied physiology of female soccer players. *Sports Med* 16 (1993) 180-189.
7. Diaz FJ, Garcia R, Melchor T, Moreno F, Rivera A: Trends in physiological

- variables in professional soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1999) S313.
8. *Dickhuth HH, Urhausen A, Huonker M, Heitkamp H, Kindermann W, Simon G, Keul J*: Die echokardiographische Herzgrößenbestimmung in der Sportmedizin. *Dtsch Z Sportmed* 41 (1990) 4-12.
 9. *Eklom B*: Applied physiology of soccer. *Sports Med* 3 (1986) 50-60.
 10. *FIFA*: Technical Report FIFA World Cups 90, 94, 98. FIFA, Zürich (1990, 94, 98).
 11. *Kindermann W, Gabriel H, Coen B, Urhausen A*: Sportmedizinische Leistungsdiagnostik im Fußball. *Dtsch Z Sportmed* 44 (1993) 232-244.
 12. *Kollath E, Quade K*: Measurement of sprinting speed of professional and amateur soccer players, in: Reilly, T.C., J./Stibbe, A. (eds): Science and Football II. Proceedings of the Second World Congress of Science and Football, Eindhoven, Netherlands 22nd-25th May 1991. E & FN Spon, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras (1993) 31-36.
 13. *Loy R*: Das SAT.1 Datenbank-/Spielanalysesystem. *Leistungssport* 24 (1994) 39-46.
 14. *Loy R*: Systematische Spielbeobachtung im Fussball. *Leistungssport* 15 (1995) 15-20.
 15. *Mayhew SR, Wenger HA*: Time-motion analysis of professional soccer. *J Human Movement Stud* (1985) 49-52.
 16. *Müller E, Lorenz H*: Computergestütztes Spielanalysesystem im Spitzensportfußball. *Leistungssport* 26 (1996) 59-62.
 17. *Parizkova J, Buzkova P*: Relationship between skinfold thickness measured by Harpenden caliper and densitometric analysis of total body fat in men. *Hum Biol* 43 (1971) 16-21.
 18. *Reilly T, Thomas V*: A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Human Movement Stud* (1976) 87-97.
 19. *Roi GS, Pea E, De Rocco G, Crippa M, Benassa L, Cobelli A, Rosa G*: Relationship between maximal aerobic power and performance of a professional soccer team, in: Reilly, T.C., J./Stibbe, A. (eds): Science and Football II. Proceedings of the Second World Congress of Science and Football, Eindhoven, Netherlands 22nd-25th May 1991. E & FN Spon, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras (1993) 146-147.
 20. *Santos PJ*: Aerobic capacity differences among elite soccer players concerning their game positions. *Med Sci Sports Exerc* 31 (1999) S257.
 21. *Stegmann H, Kindermann W*: Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol/l lactate. *Int J Sports Med* 3 (1982) 105-110.
 22. *Stegmann H, Kindermann W, Schnabel A*: Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int J Sports Med* 2 (1981) 160-165.
 23. *Winkler W*: Neue Wege in der Taktikschulung. Die Bedeutung der computergesteuerten Doppelvideolanlage WATCH für die Spielanalyse beim Fußballspiel. *Fussballtraining* 7 (1989) 46-50.
 24. *Winkler W*: Computer-controlled assessment and video-technology for the diagnosis of a player's performance in soccer training, in: Reilly, T.C., J./Stibbe, A. (eds): Science and Football II. Proceedings of the Second World Congress of Science and Football, Eindhoven, Netherlands 22nd-25th May 1991. E & FN Spon, London, Glasgow, New York, Tokyo, Melbourne, Madras (1993) 73-80.
 25. *Winkler W, Freibichler H*: Leistungsdiagnostik beim Fußballspiel. *Leistungssport* 21 (1991) 25-31.
 26. *Wisloff U, Helgerud J, Hoff J*: Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 30 (1998) 462-467.
 27. *Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, Kelly L*: Match analyses of Australian professional soccer players. *J Human Movement Stud* (1982) 159-176.

Anschrift für die Autoren:

Dr. Tim Meyer

Institut für Sport- und Präventivmedizin

Bereich Klinische Medizin der Universität des Saarlandes

66041 Saarbrücken

Tel.: 0681/302-3750 Fax: 302-4296

E-mail: t.meyer@rz.uni-sb.de

