

BIG DATA IM PROFI-FUSSBALL

Analyse von Positionsdaten der Fußball-Bundesliga mit neuen innovativen Key Performance Indikatoren

Taktische Fähigkeiten und ihr Coaching spielen im modernen Fußball in allen Altersbereichen (vor allem aber im Seniorenbereich) und auf jedem Leistungsniveau (vor allem aber im Profibereich) eine bedeutsame Rolle. Eine Reihe von Experten sieht in der Taktik sogar die Einflussgröße, der bis jetzt im Trainingsprozess am wenigsten Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Ziel unseres Beitrags ist es, auf der Basis von Big Data (hier Positionsdaten im Leistungsfußball) verschiedene neue taktische Key Performance Indikatoren (KPI) zu evaluieren. Dazu wurden im Rahmen eines von der Deutschen Fußball Liga (DFL) geförderten Projekts insgesamt 50 Spiele der Bundesligasaison 2014/15 analysiert (Gesamtstichprobe $n = 186$ Halbzeiten), welche jeweils auf 60 ausgewählte Leistungsindikatoren mit Hilfe des Spielanalysetools SOCCER (Perl, Grunz, & Mem-

mert, 2013; Perl & Memmert 2011) getestet wurden. Anschließend wurden in dieser explorativen Studie die so erzeugten 11.160 Leistungswerte in einer Reihe von nicht-parametrischen statistischen Inferenztests getestet und, komplementiert von manuellen Spielanalysen, auch zur qualitativen Beantwortung verschiedener Fragestellungen herangezogen. Aus der Analyse konnten interessante Ergebnisse gewonnen werden. Vermeintlich bessere Teams kontrollieren mehr Raum in der Angriffszone. Der mittlere Raumgewinn in der Angriffszone ist darüber hinaus bei Pässen der erfolgreicheren Mannschaften im Mittelfeld größer. In allen Pässen zwischen und innerhalb der Defensivzone und dem Mittelfeld weisen siegreiche Mannschaften dabei signifikante Vorteile im Positionsspiel auf, ebenso bei Pässen in der Angriffszone: Im Schnitt stehen ihnen weniger

Gegenspieler gegenüber. Die Gewinner überspielen zudem mehr Gegner bei Pässen von der Verteidigung ins Mittelfeld. Heimteams überspielen signifikant mehr Gegenspieler bei vertikalen Pässen in die Spitze und gewinnen mehr Raum bei Zuspielen in der Angriffszone.

Bei unserer Studie können abschließend aufschlussreiche Erkenntnisse hinsichtlich taktischer Komponenten sowohl für die Bewegungs-/Trainingswissenschaft als auch für die Praxis (Vereine: Spielverhalten zu analysieren, Trainingsprozesse zu steuern und Transferentscheidungen zu verbessern) und vor allem für die öffentliche Wahrnehmung (z. B. Medien: neue Produkte für die Berichterstattung) des Sportspiels dargestellt werden.

Eingegangen: 31.1.2016

1. Einleitung

Die digitale Revolution ist längst im modernen Spitzenfußball angekommen, so auch seit einigen Jahren im Bereich der Spielanalyse. Jede Aktion der Athleten auf dem Feld wird heutzutage notiert, teils manuell, teils in (semi-)automatisierten Verfahren. Immer zuverlässigere Trackingverfahren machen es darüber hinaus möglich, die Positionen der Spieler auf dem Spielfeld aufs Genaueste zu erfassen. Ob aus speziellen Kameras gewonnen oder über tragbare Geräte aufgezeichnet – eine Reihe verschiedener Techniken erlaubt es, die Aufenthaltsorte aller Spieler in Form von X-Y-Koordinaten zu bestimmen. Die Analyse dieser sogenannten „Positionsdaten“ ist ein Trend, welcher sich mittlerweile als eigenständiger Bereich der Spielanalyse etabliert hat. In allen europäischen Top-Ligen werden die Daten gesammelt und mit der Entscheidung der IFAB (International Football Association Board; Anm. d. Red.), tragbare Tracking-Geräte auch im regulären Spielbetrieb prinzipiell zu erlauben

(siehe <http://www.fifa.com/about-fifa/news/y=2015/m=2/news=the-ifab-takes-steps-to-change-triple-punishment-2534830.html>), ist ein weiterer Anstieg der Datenmenge sowie des damit verbundenen Interesses zu erwarten.

Immer häufiger werden die gewonnenen Informationen über physische und taktische Leistungen der Spieler und Teams von Spielanalysten und Trainerteams eingesetzt, um Prozesse des Trainings oder der Spielvorbereitung zu ergänzen und zu verbessern. Denn besonders taktische Fähigkeiten und ihr Coaching spielen im modernen Fußball in allen Altersbereichen (vor allem aber im Seniorenbereich) und auf jedem Leistungsniveau (besonders jedoch im Profibereich) eine bedeutende Rolle (z. B. Hughes & Bartlett, 2002; Carling, Reilly & Williams, 2009; Drust, 2010; Groom, Cushion & Nelson, 2011; Link, 2014). Eine Reihe von Experten sieht in der Taktik sogar die Einflussgröße, der bis jetzt im Trainingsprozess am wenigsten Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Aus diesem Grund scheinen im taktischen Bereich die größten Potenziale zur Verbesserung der Leistung zu schlummern.

2. Theoretischer Hintergrund

Das vollständige Potenzial der objektiven Leistungserfassung mit Hilfe von digitalen Daten ist noch lange nicht erschöpft. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das Angebot von wissenschaftlich fundierten Leistungsanalysen insbesondere im Bereich der Positionsdaten dem Bedarf des Spitzensports noch nicht gerecht wird. So erleben zum einen neue Ausbildungsinhalte (z. B. Weiterbildungsmaster der deutschen Sporthochschule Köln; <https://www.dshs-koeln.de/studium/studienangebot/weiterbildungsmaster/ma-spielanalyse/>), zum anderen die sportwissenschaftliche Forschung derzeit ein immer größer werdendes Interesse, mit Hilfe von modernen Verfahren der Informatik und Statistik gesicherte Erkenntnisse im Sportspiel Fußball zu erlangen. Den Hintergrund dieses Bestrebens bildet die enorm komplexe, für die Praxis jedoch essenzielle Frage, wie leistungsrelevante und taktische Komponenten des Spiels derart modelliert werden können, dass für das moderne Coaching relevante Schlüsse gezogen werden können. Denn nur so ist es möglich, die aufgekommene Datenflut zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit optimal auszunutzen.

Der Hype um die Daten resultiert in der Entwicklung immer fortschrittlicherer **Key Performance Indikatoren** (kurz: KPI), welche objektive Auskunft über die taktischen Leistungen der Spieler geben sollen. Doch bis dato hat kaum eine der Me-

thoden Einzug in die Praxis gehalten. Ein erkennbares Defizit der Forschung ist der Mangel an großflächigen Feldversuchen, also der Testung entwickelter Verfahren an einer substanziell großen Anzahl von Spielen.

Ziel unseres Beitrags ist es, auf der Basis von Positionsdaten im Leistungsfußball eine Reihe neuer taktischer KPI zu evaluieren. Dazu wurden im Rahmen eines von der Deutschen Fußball Liga (DFL) geförderten Projekts insgesamt 50 Spiele der Bundesligasaison 2014/15 analysiert und anschließend umfassende statistische Auswertungen angefertigt. Das Projekt ist somit eines der ersten, welches fortschrittliche Positionsdatenanalysen auf einem derart großen Datensatz anwendet, um so die Validität der KPI zu testen und ihre Funktionalität post-hoc zu untersuchen. Den Kern der Analyse bildete dabei die PC-gestützte Analyse mit Hilfe des Spielanalysetools SOCCER ([®]Jürgen Perl; siehe Perl, Grunz, & Memmert, 2013; Perl & Memmert, 2011, vgl. Abbildung 1). Anschließend wurden die 11.160 erzeugten Leistungswerte, ergänzt durch manuelle Spielanalysen, in einer Reihe von nicht-parametrischen statistischen Inferenztests getestet, aber auch zur qualitativen Beantwortung verschiedener Fragestellungen herangezogen.

3. Untersuchungsmethodik

Die Gesamtstichprobe umfasste nach der Datenvorverarbeitung insgesamt Leistungen von $n = 186$ Halbzeiten (die Teams wurden separat betrachtet), welche anschließend in der Softwareumgebung SOCCER ([®]Jürgen Perl; Memmert & Perl, 2009 a, b; Perl, Grunz, & Memmert, 2013; Perl & Memmert, 2011; vgl. Abbildung 1) auf ausgewählte KPI ausgewertet wurden (siehe Infokasten 1). Dabei zielen die Berechnungen zur Raumkontrolle und den überspielten Gegenspielern beide auf die Beschreibung von Pässen. Diese sind besonders in der mannschaftstaktischen Spielanalyse von zentraler Bedeutung, stellen sie doch die grundlegende Interaktion der Spieler dar. Aber Pass ist bekanntlich nicht gleich Pass: So sind für die Evaluation des Angriffsspiels beispielsweise vertikale Pässe in die Spitze weitaus interessanter als Ballgeschiebe im Mittelfeld. Daher lohnt es sich, Pässe tiefergehend nach Ursprungs- und Zielort zu differenzieren. Dazu wurde das Spielfeld für beide Mannschaften jeweils in drei Zonen – Abwehrzone, Mittelfeld und Angriffszone – unterteilt. Die Pässe beschreibenden Leistungsparameter wurden also nach dem Schema von-nach separat betrachtet. Daraus ergeben sich in der Gesamtzahl über 60 Leistungsindikatoren.

Mit den so erzeugten Leistungswerten konnten dann explorativ verschiedene (ungerichtete) Hypothesen untersucht werden. Verwendet wurden dabei nicht-parametrische Verfahren (Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test und Wilcoxon-Rangsummentest); das globale Signifikanzniveau bei allen Hypothesen lag bei $\alpha = 0,05$.

4. Untersuchungsergebnisse

Die besten Mannschaften

kontrollieren den meisten Raum

Eine erste Analyse versucht die Frage zu beantworten, was Top-Mannschaften im Vergleich zu vermeintlich schwächeren Teams auszeichnet. Dazu wurden die Leistungsdaten von Mannschaften, welche die Saison im oberen Tabellendrittel abschließen konnten ($n = 76$), mit denen der Teams verglichen, welche sich nach 34 gespielten Spielen im unteren Tabellendrittel wiederfinden mussten ($n = 50$). Dabei zeigte sich, dass die Top-Teams beim Passspiel in der Angriffszone mehr Raumanteile erspielen. Sie heben sich besonders dann deutlich von den Teams aus dem Tabellenkeller ab, wenn der Ball innerhalb der Verteidigungszone ($W = 2308$, $p = 0,024$) oder dem Mittelfeld ($W = 2675$, $p < 0,001$) zirkuliert und wenn der Ball nach vorne gespielt wird, also von der Abwehr ins Mittelfeld ($W = 2257$, $p = 0,045$) oder vom Mittelfeld in den Angriff ($W = 2267$, $p = 0,028$). Das bedeutet nicht, dass die Mannschaften bei ihren Pässen absolut mehr Raum kontrollieren, also über die Hälfte der Angriffszone, sondern dass sie beispielsweise bei einem Pass vom Mittelfeld in den Angriff durchschnittlich mehr Raumanteile verbuchen können als die schlechter platzierten Mannschaften bei ihren Pässen vom Mittelfeld in den Angriff.

Der gleiche Trend findet sich auch im gegnerischen Strafraum wieder, wo bei Pässen im Mittelfeld ($W = 2082$, $p = 0,016$) und Rückpässen vom Angriff ins Mittelfeld ($W = 2408$, $p = 0,011$) im Schnitt den Mannschaften an der Tabellenspitze mehr Raum zur Verfügung steht. Darüber hinaus verstehen es diese Teams ebenfalls, durch Kombinationen im Mittelfeld effektiver Raumgewinne in der Angriffszone zu generieren; diese sind, verglichen mit den Pässen der vermeintlich spielschwächeren Mannschaften, im Schnitt größer ($W = 2425$, $p = 0,009$).

Insgesamt zeichnet sich ein Bild ab, nach dem Top-Teams in der Lage sind, Raumanteile in den kritischen Zonen des Spielfelds besser zu erspielen und zu behaupten. Das mag zunächst nicht überraschend klingen, ist aber doch unter dem Aspekt interessant, dass diese Teams

durchaus unterschiedliche Ansätze zum Erfolg geführt haben. Man sollte vorsichtig sein, daraus zu schließen, hohe Raumdominanz führe automatisch zu einer besseren Platzierung am Saisonende. Sie scheint jedoch eine charakteristische Eigenschaft erfolgreicher Teams zu sein.

Wer gewinnt, überspielt mehr Spieler in der Spieleröffnung

Eine weitere interessante, wenn nicht sogar zentrale Frage ist die nach dem Spiel-
ausgang. Wie spielen Mannschaften, die nach 90 Minuten als Sieger vom Platz gehen? Oder anders: wer gewinnt? Doch gerade die Schlichtheit der Frage macht eine Antwort so schwierig. Es gelingt zunehmend besser, das Spiel als solches in seine Einzelteile zu zerlegen und etwa einzelne taktische Aspekte immer akkurater zu beschreiben. Doch fügt man alle Puzzleteile zusammen, erhält man ein Gesamtkonstrukt, welches nur schwer zu durchschauen ist. Denn bekanntermaßen trägt auch der Zufall seinen Teil zum Spielausgang bei und immer wieder kreuzen Unberechenbarkeiten wie grobe individuelle Fehler die genaueste Analyse.

Analysiert man jedoch eine Vielzahl von Spielen gleichzeitig, treten Unwägbarkeiten immer mehr in den Hintergrund und es ist möglich, Unterschieden zwischen verschiedenen Gruppen – in diesem Fall Mannschaften – statistisch auf den Grund zu gehen. Wissenschaftler versuchen schon seit Längerem, die charakteristischen Merkmale im Spiel siegreicher Mannschaften zu finden (im Überblick Castellano et al., 2012; Mackenzie & Cushion, 2013; Tenga, Ronglan, & Bahr, 2010; Wallace & Norton, 2014; Liu, Gomez, Lago-Peñas & Sampaio, 2015). Vergleicht man die Daten von Gewinnern mit denen der Verlierer in einer ausreichend großen Stichprobe, sollten etwaige Unterschiede der Leistung erkennbar sein. Doch in der Realität zeigen sich nur wenige Eigenschaften, in denen die unterlegenen Teams ihren Bezwingern nachstehen. Castellano et al. (2012) kamen nach der Analyse von mehreren Fußball-Weltmeisterschaften zu dem Schluss, dass nur die Anzahl von Schüssen und Schüssen auf das gegnerische Tor zuverlässig zwischen siegreichen und unterlegenen Mannschaften unterscheiden kann. Ein ähnliches Ergebnis lässt sich auch in den Untersuchungen von Lago-Peñas et al. (2010) aus der spanischen Liga wiederfinden.

Wenig bekannt ist allerdings, ob, und wenn ja wie, sich die Mannschaften in fortgeschrittenen Key Performance Indikatoren unterscheiden. Daher wurden in unserer Studie alle Leistungen von Ge-

winnern und Verlierern verglichen. Unabhängig von Teamstärke oder anderen externen Faktoren wurde getestet, ob sich die Daten von Teams in insgesamt 58 siegreichen Halbzeiten von denen der unterlegenen Teams abheben. Dabei konnten wir feststellen, dass es besonders in einem Leistungsindikator erhebliche Unterschiede gab.

Betrachtet man die Gegenspieler, welche zum Zeitpunkt eines Passes noch verteidigen können, zeigt sich, dass bei allen Pässen zwischen ($W = 1037, p < 0,001$ für Vorwärtspässe bzw. $W = 1263, p = 0,021$ für Rückpässe) und innerhalb der Verteidigungszone ($W = 1254, p = 0,018$) und dem Mittelfeld ($W = 1221, p = 0,011$) den siegreichen Teams im Durchschnitt weniger Gegenspieler gegenüberstehen. Neben diesem grundlegenden Feldvorteil – bei allen Pässen bis zur Angriffszone haben es die Gewinnermannschaften mit weniger Gegenspielern zu tun – sind noch zwei weitere Unterschiede erkennbar: Einerseits überspielen die unterlegenen Teams signifikant weniger Gegenspieler bei Pässen aus der Verteidigung ins Mittelfeld ($W = 2107, p = 0,019$), außerdem sehen sie sich bei Pässen innerhalb der Angriffszone durchschnittlich mehr verteidigenden Gegenspielern gegenüber ($W = 1249, p = 0,017$). Der Unterschied zwischen den siegreichen und den unterlegenen Mannschaften lässt sich im Hinblick auf die Ergebnisse zu zwei wesentlichen Aspekten zusammenfassen, nämlich auf die durchschnittliche Anzahl von Spielern, die noch verteidigen können, und auf die Anzahl von überspielten Gegenspielern bei Vertikalpässen.

Deutliche Siege zeichnen sich neben dem Positionsspiel auch durch Raumdominanz aus

Der Vergleich zwischen Siegern und Verlierern lässt sich weiterführen, wenn man nur jene Halbzeiten betrachtet, welche von einer der beiden Mannschaften deutlich gewonnen wurden. Auf diese Art können glückliche oder unverdiente Siege weitestgehend ausgeklammert werden und die übrig gebliebenen Spiele sollten eine noch bessere Basis bilden, um Unterschiede zwischen siegreichen und unterlegenen Mannschaften zu untersuchen. Die Begriffe „deutlich“ oder „ungefährdet“ sind dabei jedoch äußerst subjektiv und bedürfen einer gewissen Festlegung. Um die Stichprobe nicht zu klein werden zu lassen, wurden in dieser Analyse alle Halbzeiten mit einer Führung von mindestens zwei Toren Abstand als deutlicher Sieg gewertet.

Interessanterweise waren in der verkleinerten Stichprobe nicht die positions-

basierten Leistungsindikatoren der fast alleinige Unterschied zwischen den beiden Gruppen, sondern es zeigte sich eine Mischung verschiedener Faktoren, welche für die siegreichen Mannschaften sprachen. Dabei waren diese besonders bei Pässen von der Verteidigung ins Mittelfeld, also Pässe, die für gewöhnlich in der Spieleröffnung gespielt werden, enorm überlegen: Bei diesen Pässen überspielten die Sieger im Mittel nicht nur mehr Gegenspieler ($W = 260$, $p = 0,021$; analog zu den vorherigen Ergebnissen), sondern besaßen bereits größere Raumanteile in der Angriffszone ($W = 239,5$, $p = 0,038$). Auch größere Raumgewinne konnten mit den Pässen in dieser Zone erzielt werden ($W = 257$, $p = 0,026$). Weiter zeigt sich die Überlegenheit bei Pässen im Angriff. Auch hier können sich die vermeintlich besseren Teams mit ihren Pässen sowohl in der Angriffszone ($W = 267$, $p = 0,012$) als auch im gegnerischen Sechzehner mehr Raumanteile erspielen ($W = 291$, $p = 0,001$). Bemerkenswert ist, welche Systematik in den Ergebnissen erkennbar ist. Die deutliche Überlegenheit siegreicher Mannschaften im Positionsspiel erstreckt sich über fast alle Pässe, unabhängig von Passher- und -ankunft. Die auf überspielten und noch zu überspielenden Gegenspielern basierenden Key Performance Indikatoren könnten sich also durchaus als ernsthafte Faktoren erfolgreichen Fußballspiels herausstellen.

Mythos Heimvorteil

Der Heimvorteil ist ein Effekt, welcher vielfach nachgewiesen werden konnte, über die Jahre jedoch abzunehmen scheint (Pollard & Pollard, 2005). Die Ursache für diesen Effekt ist nicht eindeutig geklärt und die Erklärungsversuche sind vielfältig. So könnte man vermuten, der Heimvorteil entstehe durch die Vertrautheit mit dem Umfeld und den Ansporn durch die eigenen Fans; andere wiederum sehen den Schiedsrichter im Mittelpunkt, welcher, beeinflusst von der Stimmung zugunsten der Heimmannschaft im Stadion, diese unterbewusst bevorteilt. Eine weitere Theorie beschreibt das Ganze als eine Art Placebo-Effekt, der die Heimmannschaft alleinig mit dem Wissen um den vermeintlichen Vorteil offensiver auftreten lässt (Staufenbiel, Riedl & Strauss, im Druck).

Doch wie unterscheiden sich die taktischen Leistungen zwischen Heim- und Gästeteams? Spielen Mannschaften automatisch defensiver? Und können die Gastgeber mehr Dominanz in ihrem Offensivspiel entfalten? Im Vergleich zu den Gästeteams können die Heimmannschaften im Hinblick auf die Key

Performance Indikatoren tatsächlich die Feldhoheit behaupten. In unserer Stichprobe von 93 Halbzeiten überspielen sie signifikant mehr Gegenspieler bei Pässen in die Spitze ($W = 5241$, $p = 0,012$) und kontrollieren bei Zuspielen im Mittelfeld mehr Räume im Angriff ($W = 5050$, $p = 0,048$) und Strafraum ($W = 5801$, $p < 0,001$). Darüber hinaus schaffen sie es, bei Pässen im Angriff größere Raumgewinne im gegnerischen Strafraum zu generieren ($W = 5184$, $p = 0,019$). Und auch die defensive Grundausrichtung der Gastmannschaften lässt sich erkennen. Denn im Mittel sehen sich die Heimmannschaften mehr Gegenspielern gegenüber, wenn der Ball vom Mittelfeld in die Spitze ($W = 5083$, $p = 0,039$) oder innerhalb der Angriffszone gepasst wird ($W = 5161$, $p = 0,023$).

Spielerindividuelle Analyse am Beispiel der Druckeffizienz

Neben der Betrachtung sportspielrelevanter Fragestellungen eignen sich die neuen Methoden ebenfalls für die spiel- und spielerindividuelle Analyse. Um die Möglichkeiten in diesem Bereich aufzuzeigen, wurde im Rahmen unserer Studie die Hinrunden-Partie Bayer 04 Leverkusen gegen den 1. FC Köln (Endstand: 5:1; Halbzeitstand: 1:1) detailliert analysiert und ein umfassender Spielbericht erstellt, welcher die konventionelle, händisch durchgeführte Spielanalyse mit den PC-gestützten Berechnungen verbindet. Die ermittelten Werte zur Druckeffizienz für die einzelnen Spieler korrespondieren dabei sehr gut mit den Einschätzungen der Experten bezüglich Spielweise und Spielverlauf und sollen den Prozess exemplarisch beschreiben.

In der ersten Halbzeit der angesprochenen Begegnung wirkten sich vor allem die schnelle Überbrückung des Mittelfelds auf die Leistungswerte des 1. FC Köln aus. Durch die langen Bälle aus der Abwehr blieben besonders die Mittelfeldspieler beim Spielaufbau unauffällig. Die besten Werte in den Reihen der Kölner erzielen hingegen die Verteidiger – auch bedingt durch den großen Druck der Leverkusener. Besonders auffällig sind dabei Hector und Wimmer. Wimmer erzielt die Topwerte für Druckeffizienz (4,24) und überspielte mit seinen Pässen durchschnittlich zwei Gegenspieler.

In der zweiten Halbzeit nehmen die hohen Werte für Kölns Verteidiger ab. Nur Maroh (Druckeffizienz 3,76) und Olkowski (überspielt im Schnitt 2,5 Gegenspieler) stechen heraus, ein Zeichen dafür, dass besonders effektive Spielzüge vermehrt über die rechte Seite entwickelt wurden. Insgesamt stagniert aber auch das Mittelfeld bei vergleichsweise niedrigen Wer-

ten; Köln schafft es nur selten, gefährlich vor das Tor der Leverkusener zu kommen. Im Vergleich dazu überzeugt Leverkusen vor allem durch enorm gute Werte der Druckeffizienz. Den Top-Wert erzielt Spahic in der zweiten Halbzeit (5,9), auch im Durchschnitt ist die Werksself effizienter im Spiel nach vorne. Besonders die beiden Außenverteidiger überspielen im internen Vergleich deutlich mehr Gegenspieler. Durch das kompakte Verteidigen des Gegners hatte Bayer lange Zeit Schwierigkeiten, sich gute Torchancen zu erspielen. Immer wieder versuchten sie im Angriffs Drittel über die Außenbahnen zu spielen und so die kompakte Zentrale der Kölner zu umgehen. So besticht Boenisch neben einer hohen Druckeffizienz auch mit 1 bzw. 1,8 überspielten Gegenspielern in Halbzeit eins und zwei – kein Leverkusener überspielt mit seinen Pässen mehr Gegner. Und auch Hilbert überwindet mit seinen Pässen in Halbzeit eins im Schnitt 0,85 Kölner. Der Mittelwert der Mannschaft hingegen liegt lediglich bei 0,22.

5. Implikationen für die Praxis

Für die Praxis sind die neuen Key Performance Indikatoren sowohl auf der Makro- als auch auf der Mikroebene interessant. Dabei bieten die vorgestellten statistischen Auswertungen nicht nur Antworten auf verschiedene Fragestellungen des modernen Spitzenfußballs, sondern stärken grundlegend das Vertrauen in die neuartigen Methoden, auch auf qualitativer Ebene als geeignete Modellierung taktischer Aspekte verwendet werden zu können. Die möglichen Einsatzfelder reichen dabei von der gezielten Gegneranalyse im Zuge der Spielvorbereitung über die Optimierung von Scouting-Vorgängen bis hin zur Überwachung und Steuerung von Trainingsprozessen. Die Leistungswerte liefern dabei eine geeignete Basis, verschiedene taktische Komponenten oder aber individuelle Spielerleistungen zu erfassen und objektiv wahrzunehmen. Neben der Quantifizierung ansonsten subjektiv beobachteter Leistungen liegt eine weitere Stärke der Positionsdaten in der Geschwindigkeit, mit welcher Analysen ausgeführt werden können. Nicht nur wertvolle Informationen für das Trainer-team pünktlich zum Halbzeitpfiff sind denkbar, auch komplette Saisons können in wenigen Augenblicken ausgewertet werden. Und die Zahlen zu unserer Studie lassen bereits erahnen, dass die positionsdatenbasierte Spielanalyse drauf und dran ist, die Tür in den Bereich Big Data ganz weit aufzustoßen: Ausgehend von mehr als 310.000.000 Datenpunkten aus über 4200 gespielten Minuten im

deutschen Oberhaus, standen am Ende 11.160 Leistungswerte auf dem Papier.

6. Fazit

Bei unserer Studie können abschließend aufschlussreiche Erkenntnisse hinsichtlich taktischer Komponenten sowohl für die Bewegungs-/Trainingswissenschaft als auch für die Praxis (Vereine: Spielverhalten zu analysieren, Trainingsprozesse zu steuern und Transferentscheidungen zu verbessern) und vor allem für die öffentliche Wahrnehmung (z. B. Medien: neue Produkte für die Berichterstattung) des Sportspiels berichtet werden. Rückschlüsse auf die Ausbildung von Spielern ziehen zu können, stellt ebenfalls einen Mehrwert für die Praxis dar – u. a. mögliche Anpassungen der Ausbildungspläne von Vereinen und Verbänden. Basierend auf aktuellen Diskussionen in der Sportwissenschaft (vgl. MacKenzie & Cushion, 2013; Carling, Wright, Nelson & Bradley, 2014; Weimar & Wicker, 2014), können alle Variablen für die Trainings- und Wettkampfsteuerung im Nachwuchs- und Profi-Fußball eingesetzt werden. Dazu bedarf es in Zukunft sicherlich weiterer theoretischer und konzeptioneller Überlegungen sowie Diskussionen zwischen der Sportwissenschaft und dem Jugend- und Leistungsfußball. Der „Theorie-Praxis“-Graben kann zum jetzigen Zeitpunkt sicherlich noch nicht als überwunden gelten, dennoch gibt es zahlreiche Kooperationen zwischen der Wissenschaft und den Verbänden/Vereinen, die Mut für zukünftige Big-Data-Projekte machen.

Literatur

- Carling, C., Reilly, T. & Williams, A. (2009). *Performance Assessment for Field Sports: Physiological, Psychological and Match Notational Assessment in Practice*. London: Routledge.
- Carling, C., Wright, C., Nelson, L. J. & Bradley, P. S. (2014). Comment on 'Performance analysis in football: A critical review and implications for future research'. *Journal of Sports Sciences*, 32, 2.
- Castellana, J., Casamichana, D. & Lago, C. (2012). The use of match statistics that discriminate between successful and unsuccessful soccer teams. *Journal of Human Kinetics*, 31, 139-147.
- Drust, B. (2010). Performance analysis research: Meeting the challenge. *Journal of Sports Sciences*, 28, 921 f.
- Fujimura, A. & Sugihara, K. (2005). Geometric analysis and quantitative evaluation of sport teamwork. *Systems and Computers in Japan*, 36 (6), Seiten?
- Groom, R., Cushion, C. J. & Nelson, L. J. (2011). The delivery of video-based performance analysis by England youth soccer coaches: Towards a grounded theory. *Journal of Applied Sport Psychology*, 23, 16-32.
- Horton, M., Gudmundsson, J., Chawla, S. & Estephan, J. (2014). Classification of passes in football: Matches using spatiotemporal data. *arXiv preprint arXiv:1407.5093*.

- Hughes, M. & Bartlett, R. M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 739-754.
- Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., & Gómez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league. *Journal of Sports Sciences & Medicine*, 9, 288-293.
- Link, D. (2014). Using of Invasion Profiles as a Performance Indicator in Soccer. *Proceeding of International Association of Computer Science in Sports 2014 Conference, Darwin, Australia*, 22-24 June 2014.
- Liu, H., Gomez, M., A., Lago-Peñas, C. & Sampaio, J. (2015). Match statistics related to winning in the group stage of 2014 Brazil FIFA World Cup. *Journal of Sports Sciences*, 33 (12), 1205-1213
- MacKenzie, R. & Cushion, C. (2013). Performance analysis in football: a critical review and implications for future research. *Journal of Sports Sciences*, 31, 639-676.
- Memmert, D. & Peitl, J. (2009a). Analysis and simulation of creativity learning by means of artificial neural networks. *Human Movement Science*, 28, 263-282.
- Memmert, D. & Peitl, J. (2009b). Game creativity analysis by means of neural networks. *Journal of Sport Sciences*, 27, 139-149.
- Peitl, J., Grunz, A. & Memmert, D. (2013). Tactics in soccer: an advanced approach. *International Journal of Computer Science in Sport*, 12, 33-44.
- Peitl, J. & Memmert, D. (2011). Net-based game analysis by means of the software tool SOCCER. *International Journal of Computer Science in Sport*, 10, 77-84.
- Pollard, R. & Pollard, G. (2005). Long-term trends in home advantage in professional team sports in North America and England (1876-2003). *Journal of Sports Sciences*, 23, 337-350.
- Tak, T. & Hasegawa, J. I. (2000). Visualization of dominant region in team games and its application to teamwork analysis. *Computer Graphics International, 2000, Proceedings (pp. 227-235)*. IEEE.
- Tenga, A., Ronglan, L. T. & Bahr, R. (2010). Measuring the effectiveness of offensive match-play in professional soccer. *European Journal of Sport Science*, 10 (4), 269-277
- Stufenbiel, K., Riedl, D. & Strauss, B. (im Druck). Learning to be advantageous: The development of home advantage in high-level youth soccer. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*.
- Wallace, J. L. & Norton, K. I. (2014). Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: Game structure, speed and play patterns. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17, 223-228.
- Weimar, D. & Wicker, P. (2014). Moneyball revisited: Effort and team performance in professional soccer. *Journal of Sports Economics* (doi: 10.1177/15270025145617).

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Daniel Memmert, Deutsche Sporthochschule Köln, Institut für Kognitions- und Sportspiel-forschung, Am Sportpark Müngersdorf 6, 50933 Köln

E-Mail: memmert@dshs-koeln.de

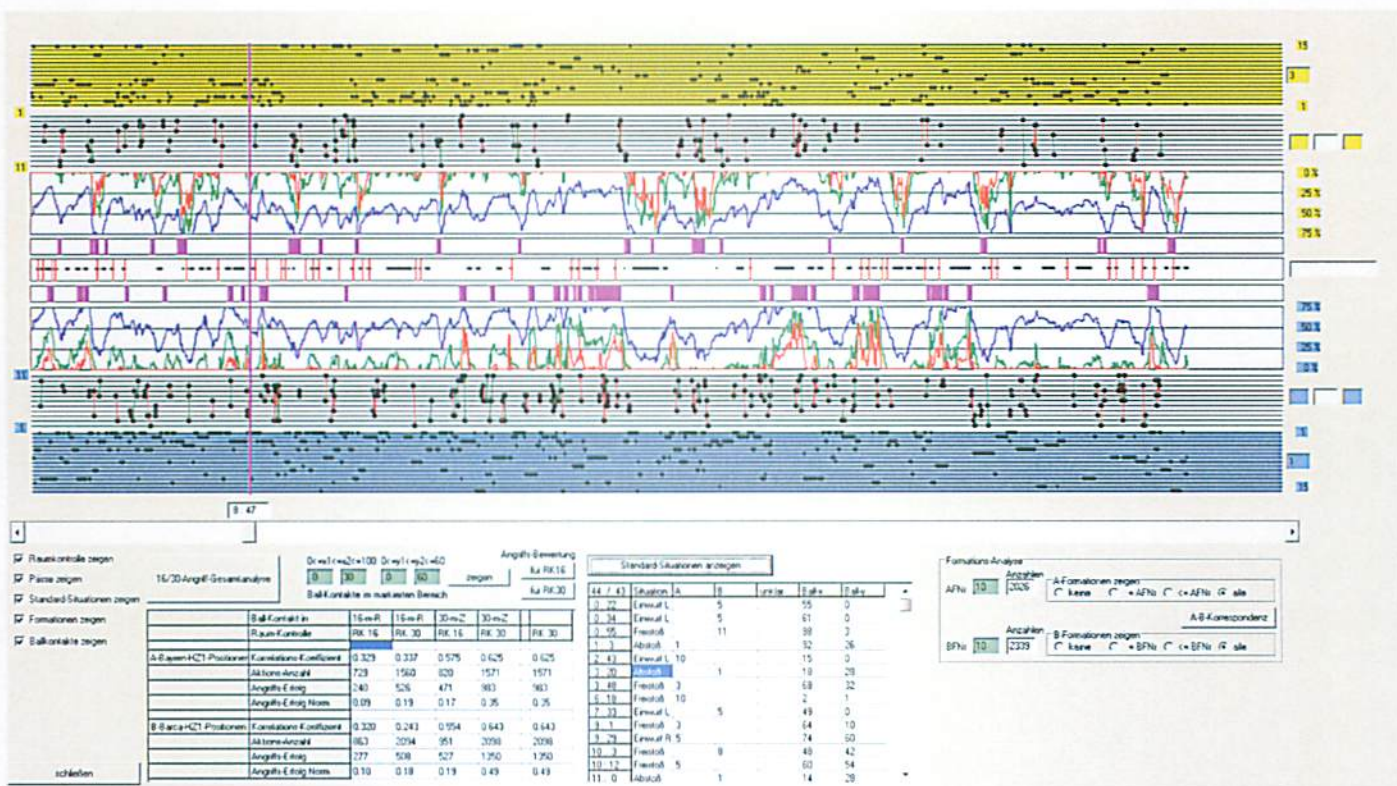


Abbildung 1. Eine Oberfläche des Spielanalysetools SOCCER. Zu sehen ist das Spielprotokoll (Halbzeit 1) einer Beispielpartie, welches verschiedene Indikatoren, wie z. B. die Raumkontrolle, gebündelt visualisiert.

1 Raumkontrolle: Zur Quantifizierung des Raums, welchen ein Spieler oder eine Mannschaft kontrolliert, werden seit geraumer Zeit sogenannte Voronoi-Diagramme verwendet (z. B. Taki et al., 2000; Fujimura et al., 2005 oder Horton et al., 2014). Mit Hilfe dieser geometrischen Zerstückelung des Spielfelds kann zu jedem Zeitpunkt genau der Anteil des Spielfelds bestimmt werden, welcher von einem Spieler vor allen anderen Akteuren zuerst erreicht werden kann – von diesem Spieler also kontrolliert wird. Abbildung 2 soll das Konzept verdeutlichen. Zu sehen ist die zweidimensionale Repräsentation einer Spielsituation aus der Partie Werder Bremen gegen den 1. FC Köln, zusätzlich wurde das berechnete Voronoi-Diagramm eingezeichnet. Das Standbild (vgl. Abbildung 2a) zeigt Bremen (Mannschaft A, gelb markiert) in Ballbesitz, just im Moment des Abspiels von Makiadi (A7) auf Bartels (A8). Mit diesem Ansatz lässt sich exakt bestimmen, wie viel Raum ein Spieler oder die gesamte Mannschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt kontrolliert. Betrachtet man das Spielfeld in seiner ganzen Länge ist dieser Wert jedoch meist wenig informativ. Ist eine Mannschaft im

Angriff und dementsprechend aufgerückt, kann allein ihr Torwart über ein Drittel des Spielfeldes kontrollieren. Interessanter ist vielmehr, wie viel Raum eine Mannschaft in den kritischen Bereichen des Platzes kontrolliert. Daher wurden in der Analyse statt des gesamten Spielfelds die „Angriffszone“ sowie der gegnerische Strafraum betrachtet (siehe Abbildung 2b). Im obigen Beispiel kontrolliert Werder 31,5 % des Raums in ihrer Angriffszone und 1,6 % des gegnerischen Strafraums.

Geht man einen Schritt weiter, kann man nicht nur die Kontrollbereiche einer Mannschaft bestimmen, sondern ebenfalls analysieren, wie diese sich bei Pässen verschieben. So kann untersucht werden, wie effektiv eine Mannschaft im Kombinationsspiel ihren Einfluss vor dem gegnerischen Tor erhöht. Unmittelbar nach der Situation (vgl. Abbildung 2b) erfolgt ein Zuspiel von Makiadi auf Bartels, bei dem die Bremer in der Angriffszone 6, im Strafraum 11 Prozentpunkte Raum gewinnen können.

2 Überspielte Gegenspieler: Wie viele meiner Spieler können zu einem gewissen Zeitpunkt den Gegner noch verteidigen?

Und wie viele Gegenspieler überspiele ich mit meinen Pässen? Mit den Positionsinformationen der Spieler ist es möglich, diese Fragen algorithmisch zu beantworten. Zieht man gedanklich eine zur gegnerischen Torauslinie parallele Linie, welche genau durch den ballführenden Spieler verläuft, trennen noch genau die Gegenspieler zwischen den beiden Linien den Ballführer vom Tor. Betrachtet man die Spielsituation bei Abgabe und Annahme eines Passes, erhält man nicht nur ein Maß für die durchschnittliche Anzahl verteidigender Spieler, sondern über die Differenz auch die Information, wie viele Gegenspieler ein Pass eigentlich überspielt hat (vgl. Abbildung 3).

3 Druckeffizienz: Die Berechnung der Druckeffizienz ist eine Weiterentwicklung des Indikators der überspielten Gegenspieler, welche besonders für die Evaluation individueller Leistung sinnvoll erscheint. Dabei werden alle Pässe eines Spielers, mit denen ein Positionsgewinn erzielt werden konnte, gewichtet: Zum einen mit dem Druck, welcher der nächststehende Gegenspieler auf den Passgeber ausübt, zum anderen mit dem Raum, welchen der Passempfänger

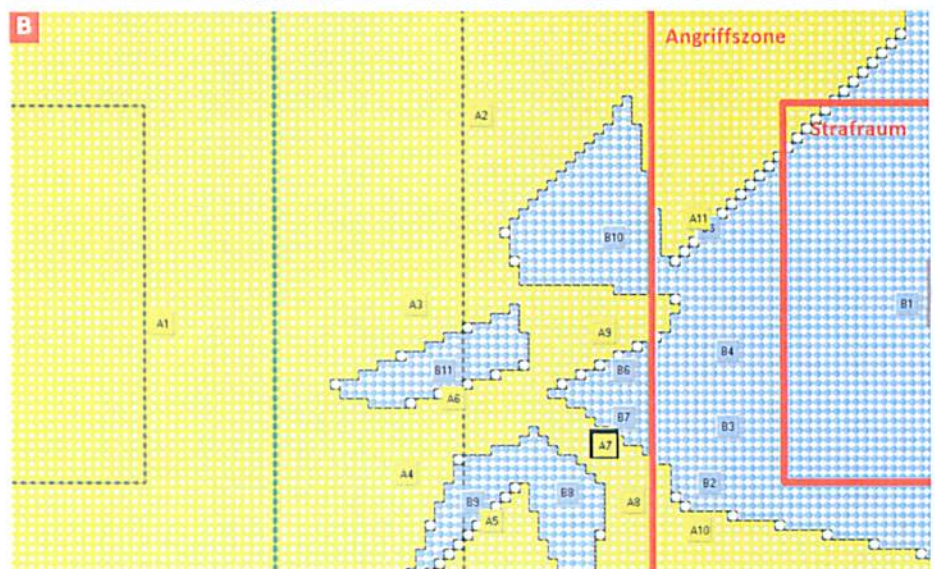


Abbildung 2: A – Spielsituation (Bildnachweis/Quelle: DFL) aus der Partie Werder Bremen gegen den 1. FC Köln. Bremen in den grünen Trikots ist im Angriff, Makiadi kurz davor, den Ball zu Bartels zu passen. B – Zweidimensionale Repräsentation der gleichen Spielsituation. Zusätzlich eingezeichnet sind die berechneten Voronoi-Diagramme (Bremen in gelb, Köln in blau). Außerdem sind die Angriffszone und der gegnerische Strafraum (aus Perspektive der Bremer) vermerkt.

nach erfolgreicher Annahme zur Verfügung hat. Der Wert quantifiziert die Fähigkeit eines Spielers, unter Bedrängnis effiziente Offensivpässe zu spielen.

4 Verdichtungsgeschwindigkeit: In der Berechnung der Verdichtungsgeschwindigkeit wird das defensive Umschaltverhalten einer Mannschaft erfasst. Als Maß dient dabei die durchschnittliche Geschwindigkeit aller ballnahen Spieler. Gemessen wird dabei jeweils zu zwei distinktiven Zeitpunkten nach Ballverlust: zum einen mehrere Sekunden, nachdem das Team die Ballkontrolle verloren hat, zum anderen, nachdem der Ball eine gewisse Entfernung vom Ort des Verlusts zurückgelegt hat – so wird neben dem zeitlichen auch dem räumlichen Aspekt des Umschaltprozesses Rechnung getragen.

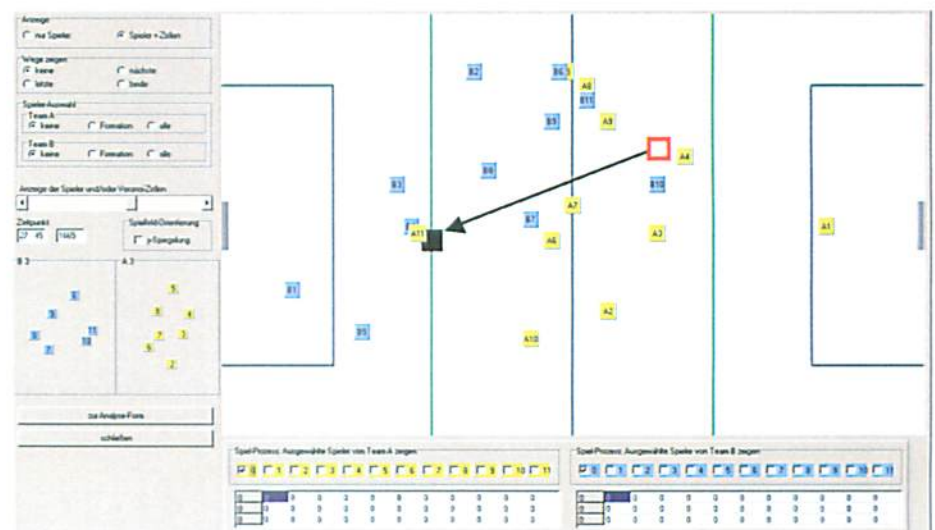


Abbildung 3. Der gelbe Spieler mit der Nr. 4 überspielt mit einem Pass sieben gegnerische (blaue) Spieler und erreicht somit den eigenen Spieler mit der Nr. 11. Die Restverteidigung besteht aus drei Spielern. Weitere passspezifische Informationen können zusätzlich ausgelesen werden (Zeitpunkt: 27:41 min; involvierte Spieler: von A8 bis A11; Länge des Passes: 36 m; Anfangs- und Endbereiche: Mittelfeld, Angriff; taktischer Kontext – netzbasierte Verhaltensmusteranalyse: Konstellationstypen der taktischen Gruppen bei Start: Verteidigung A: Typ 27, Angriff B: Typ 17 sowie bei Ende: Verteidigung A: Typ 3, Angriff B: Typ 3.