

Schlumberger A

## Sprint- und Sprungkrafttraining bei Fußballspielern

### *Training of Sprinting and Jumping Abilities in Soccer*

EDEN Reha, Klinik für Sport- und Unfallverletzte, Donaustauf

#### Zusammenfassung

Das physische Anforderungsprofil des Fußballspielers ist von einer relativ hohen mittleren Gesamtleistung im Spiel (10-12 km), basierend auf einer intermittierenden Belastungscharakteristik mit variablen, schnellen und schnellkräftigen Aktionen geprägt. Im Rahmen des konditionellen Trainings ist folglich neben der Ausdauerkapazität das Sprint- und Sprungkraftverhalten primär zu fördern. Die Basis der Sprinttrainingsmethodik ist vor allem das multidirektionale Sprintlaufverhalten über die typischen Fußballsprintdistanzen (bis 30 m). Die Ansteuerung des Sprint- und Sprungkraftverhaltens im Training des Fußballspielers scheint nach neueren wissenschaftlichen Befunden mit Hilfe der selektiven oder kombinierten Anwendung der Methoden des allgemeinen Krafttrainings (z.B. Langhantelübungen), des schnellkraftorientierten Trainings (z.B. Sprungkrafttrainingsformen) und spezifischen und semispezifischen Sprintlauftrainings effektiv erfolgen zu können.

**Schlüsselwörter:** Sprinttraining, Sprungkrafttraining, Krafttraining, Fußball

#### Einleitung

Die Individual- und Teamleistungsfähigkeit im Fußball hängt neben technischen, taktischen und mentalen Einflussgrößen vor allem von konditionell-physischen Faktoren ab (25). Im Hinblick auf die konditionell-physischen Anforderungen besteht Fußball primär aus explosiv-schnellen und schnellkräftigen Aktionen (Sprints, Sprünge, Schüsse und Zweikampfsituationen). Im Spiel führt ein Spieler im Mittel 1 000-1 400 Kurzzeitaktionen aus, die sich alle 4-6 Sekunden ändern (25). Es ergeben sich dabei in einem breiten Intensitätsbereich mit intermittierender Belastungscharakteristik sehr variable Bewegungsaktionen.

Im 90-minütigen Spiel führen die intervallartig auftretenden vielschichtigen Bewegungsaufgaben zu einer Gesamtleistung von im Mittel 10-12 km (25). Sprints spielen bei einer Lauflänge von 0,5 bis 11 % der Gesamtspiellänge eine scheinbar untergeordnete Rolle. Im Sinne des erfolgreichen Handelns im Spiel werden Sprints und Sprungkraftaktionen aber als dominierende Aktionen betrachtet, da sie wesentlich zur Ballgewinnung und Ballverteidigung sowie zur Torerzielung und Torvermeidung beitragen (19). Im Rahmen des vorliegenden Beitrages werden deshalb die trainingsmethodischen Strategien zur ziel-

#### Summary

Soccer is characterized by a relatively high total running distance in the game (10-12 km) based on intermittent loading with variable speed and power actions. Consequently, besides endurance training, emphasis has to be put on improvement of speed and power abilities. Soccer-specific sprint training is based on the multidirectional running actions and their typical distances up to 30 m. Recent research indicates that isolated or combined use of general strengthening, power-related methods and specific and semi-specific sprint run training is able to effectively improve sprinting and jumping abilities of the soccer player.

**Key words:** sprint training, jump training, strength training, soccer

gerichteten Verbesserung des Sprint- und Sprungkraftverhaltens präsentiert.

#### Grundlagen des Sprint- und Sprungkraftverhaltens im Fußball

Die Spielfeldgröße und das taktische Verhalten im Raum stellen die Basis für die Länge der Sprintdistanzen im Fußball dar. Analysen zeigen, dass 96 % der Sprints in einem Fußballspiel Distanzen von bis zu 30 m aufweisen. Dabei sind 49 % der Sprintdistanzen 10 m und kürzer (25). Aus dieser Verteilung der Sprintdistanzen kann abgeleitet werden, dass sowohl das Sprintantritsverhalten als auch die maximale Sprintgeschwindigkeit wichtige Ausprägungen der Sprintleistungsfähigkeit im Fußball sind (29). Neuere Befunde aus der französischen Liga weisen darauf hin, dass die 10m-Sprintzeiten höherklassigere von niederklassigere Spielern besser trennen als die 30m-Sprintzeiten (4). Demnach könnte der Sprintantritt eine relativ wichtigere Ausprägung des Sprintverhaltens sein als der Sprint über die längeren Fußballsprintdistanzen. Es ist allerdings zu bedenken, dass die taktische Ausrichtung einer Mannschaft und auch die Spielposition die relative Bedeutung von Sprintantritt und Maximalgeschwindigkeit maßgeblich beeinflussen kann (25).

Das Sprintlaufverhalten im Fußball weist in vielen Situationen keine rein lineare Richtung auf. Vielmehr müssen bei hohen Geschwindigkeiten häufig Richtungswechsel ausgeführt werden. So konnte gezeigt werden, dass Fußballspieler im Mittel 50 schnelle Richtungswechsel pro Spiel durchführen (28). Das Sprintverhalten unter Richtungswechselbedingungen stellt demnach einen weiteren Schwerpunkt im Sprintlaufverhalten des Fußballspielers dar.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem leichtathletischen Sprint und dem Sprintverhalten im Fußball bzw. vergleichbaren Teamsportarten (Rugby, Football, Gaelic Sportarten; s. Lit. 19) liegt in den Unterschieden im Laufstil bzw. in der Körperpositionierung bei den fußballtypischen Bewegungsaktivitäten. Charakteristisch für das Bewegungs- und Sprintverhalten von Athleten aus Teamsportarten (Fußball, Rugby etc.) sind vor allem der relativ niedrigere Körperschwerpunkt und der geringere Kniehub (31). Der niedrigere Körperschwerpunkt und die damit einhergehende vorgeneigte Rumpfpositionierung (31) scheint für den Fußballspieler Vorteile im Hinblick auf die ständige Bereitschaft zur schnellen Änderung der aktuellen Aktion (z.B. Balleroberung vom Gegner, Lauftempovariation, Richtungsänderung, Tackling) zu haben.

Sprünge mit primär vertikaler, aber auch partiell horizontaler Ausrichtung (z.B. beim Kopfball oder Tackling) gehören zu den typischen Schnellkraftaktionen im Fußball. In ein- und beidbeiniger Ausführung haben sie zur Beibehaltung des Ballbesitzes und zur Balleroberung bzw. -verwertung (z.B. defensive und offensive Kopfbälle in Standardsituationen) eine wichtige Bedeutung. Zusätzlich ist die Sprungkraft (z.B. beim Vertikalsprung) ein wichtiger Indikator der generellen Schnellkraftfähigkeit der Beinstreckerkette (22). Dies kann als wichtigstes leistungsgenerierendes Muskelsystem des Fußballspielers betrachtet werden.

## Trainingsmethodik zur Verbesserung des Sprint- und Sprungkraftverhaltens im Fußball

### Trainingsmethodische Überlegungen zur Bedeutung der Sprintdistanzen

Für trainingsmethodische Belange ist von vorrangiger Bedeutung, inwieweit die verschiedenen Laufdistanzen unterschiedliche Ausprägungen des Sprintverhaltens darstellen. Es wird häufig angenommen, dass der Sprintantritt über kürzere Distanzen (bis 10 m) und die maximale Geschwindigkeit über längere Distanzen (20-30 m) unterschiedliche Ausprägungen des Sprintverhaltens darstellen. Diese Vorstellung wird von Befunden von Delecluse et al. (6) untermauert. Diese Autoren fanden bei der Analyse von 100m-Sprints aus dem Standstart, dass das Sprintverhalten bis 10 m und von 10-36 m differente Ausprägungen der Sprintleistungsfähigkeit sind. Cronin/Hansen (5) fanden bei Rugbyspielern die Tendenz, dass die

Sprintzeiten über 5 m und 10 m eine höhere Gemeinsamkeit aufweisen ( $r = 0,92$ ) als kurze (5-10 m) versus längere Sprints (30 m;  $r = 0,73 - 0,78$ ). Sprints über kürzere und längere Fußballdistanzen könnten folglich partiell differente Ausprägungen des Sprintverhaltens sein und damit auch trainingsmethodisch separat anzusteuern sein.

### Verbesserung des Sprintantritts

In der Praxis des Fußballtrainings wird häufig davon ausgegangen, dass Sprintantritte im freien Lauf das Antrittsverhalten über die kurzen Sprintdistanzen (bis 10 m) im Fußball schulen. Zafeiridis et al. (32) fanden bei einem Sprintprogramm mit Sprints über 20 und 50 m keine Verbesserung des Sprintantritts. Freie Läufe über längere Sprintdistanzen schulen demnach den Sprintantritt nicht effektiv. Ob die Ursache in den unspezifischen langen Distanzen zu suchen ist oder ob mit dem freien Sprintantritt schwer Verbesserungen zu erzielen sind, kann anhand dieser Daten nicht beurteilt werden.

Eine im Sprinttraining vieler Sportarten genutzte Trainingsform sind sogenannte Zugwiderstandsläufe. Nach Befunden von Zafeiridis et al. (32) könnten diese für die Verbesserung des Sprintantritts eine wichtige Bedeutung haben. So konnten diese Autoren zeigen, dass maximale Sprints (4x20 m und 4x50 m) mit einem externen Widerstand von 5 kg im Rahmen eines achtwöchigen Trainingsprogramms eine Verbesserung der Sprintzeiten im 10m-Sprint auslösen. Mit einem Training über die gleichen Distanzen ohne externen Widerstand konnten keine Verbesserungen im Sprintantritt erreicht werden. Zugwiderstandsläufe sind durch eine reduzierte maximale Geschwindigkeit, eine Schrittlängen- und Schrittfrequenzreduktion und eine verlängerte Bodenkontaktzeit im Vergleich zum freien Sprint charakterisiert (16). Begleitend zu diesen kinematischen Veränderungen wurde bei den Zugwiderstandsläufen eine erhöhte Muskelaktivität der antrittsgenerierenden Knie- und Hüftextensoren gefunden (16). Die erhöhte Muskelbeanspruchung im Sinne einer explosiveren Kraftentfaltung unter akzentuiert-konzentrischen Bedingungen könnte die positiven Effekte von Zugwiderstandsläufen auf das Sprintantrittsverhalten erklären.

Bergansprints werden als eine weitere wichtige Trainingsform zur Verbesserung des Sprintantritts betrachtet. Kinematische Analysen weisen auf gewisse Ähnlichkeiten zur Regulation bei Zugwiderstandsläufen hin. So konnten Paradisis/Cooke (18) zeigen, dass beim Bergansprint (3°-Steigung) eine Reduktion der Geschwindigkeit um 3 % bei gleichzeitig signifikanter Reduktion der Schrittlänge und konstanter Schrittfrequenz auftritt. Wenngleich keine Längsschnittbefunde zur Auswirkung von Bergansprints auf den Sprintantritt vorliegen, so könnte die veränderte Kinematik (reduzierte Schrittlänge) in Verbindung mit der erhöhten Beanspruchung der Beinextensorenkette (26) möglicherweise ähnliche Effekte wie die Zugwiderstandsläufe erzeugen.

Sprinttrainingsformen, die durch einen Zugwiderstand oder möglicherweise auch bei Bergansprints eine erhöhte

muskuläre Aktivierung der sprintantrittsgenerierenden Muskulatur erlauben, könnten damit als effektives Trainingsmittel zur Verbesserung des Sprintantritts fungieren.

Krafttraining gilt als eine weitere effektive Trainingsform zur Verbesserung des Sprintantritts. Dabei wird angenommen, dass die beim Krafttraining verbesserte Maximal- und Explosivkraft und die zugehörigen physiologischen Anpassungen (vornehmlich neuronale Adaptationen wie Muskelrekrutierung/-frequenzierung und/oder Muskelhypertrophie) zu einer verbesserten Sprintleistungsfähigkeit führen können (6). Wissenschaftliche Studien zum Einfluss eines Krafttrainings auf das Sprintantrittsverhalten erscheinen widersprüchlich. Delecluse et al. (6) fanden, dass ein maschinen-dominiertes Krafttraining mit hypertrophieorientiertem Methodeneinsatz in Kombination mit einem Sprintlauftraining zu keiner signifikanten Verbesserung des Sprintantritts über 10 m führt. Hoff/Helgerud (12) hingegen berichten über nennenswerte Verbesserungen des 10m-Sprintantritts bei norwegischen Fußballprofis nach einem Krafttraining mit der Kniebeuge mit einem auf neuronale Adaptationen ausgelegten Training mit maximalen Lasten. Als Ursache für die beobachteten Unterschiede könnte neben der unterschiedlichen Trainingsmethodik (Hypertrophie vs. neuronales Training) die Übungsanwendung sein. So wurde bei Hoff/Helgerud (12) mit der Kniebeuge eine im Hinblick auf das Muskelaktivierungsmuster des Sprintantritts relativ spezifische Krafttrainingsübung untersucht. Delecluse et al. (6) untersuchten eine Kombination zumeist unspezifischer Übungen (primär ein- und mehrgelenkige Maschinenübungen). Querschnittsanalysen von Wisloff et al. (28) unterstützen die Idee des Einflusses der sprintantrittsrelevanten Muskelbeanspruchung im Krafttraining auf den Sprintantritt. Sie fanden einen hohen Zusammenhang zwischen der Maximallast der Kniebeuge und dem 10m-Sprint bei norwegischen Fußballprofis.

Die Konsequenz für ein Krafttraining zur Verbesserung des Sprintantritts wäre, dass ein Kniebeugentraining an der Langhantel als effektive Maßnahme zur Verbesserung des Sprintantritts betrachtet werden kann. Ein Krafttraining an Maschinen scheint kaum eine nennenswerte Direktwirkung auf den Sprintantritt zu haben. Zudem scheinen Methoden zur Verbesserung des neuronalen Aktivierungsverhaltens Vorteile gegenüber hypertrophieorientierten Methoden zu haben.

Schnellkraftorientierte Trainingsformen, wie Sprungkrafttraining, scheinen das Sprintantrittsverhalten effektiv zu verbessern. Delecluse et al. (6) beobachten bei einem sprungkraftorientierten Trainingsprogramm eine signifikante Verbesserung des Sprintantrittsverhaltens. Querschnittsstudien unterstützen die Bedeutung der Sprungkraft für den Sprintantritt. So ermittelten Wisloff et al. (28) eine Korrelation von  $r = 0,94$  zwischen der Sprunghöhe im CMJ und der 10m-Sprintzeit norwegischer Fußballprofis. Eine Reihe weiterer Studien an verschiedenen Sportlerpopulationen bestätigt den Einfluss der Leistungsfähigkeit im CMJ auf die 10m-Sprintzeit (5). Diesen Befunden zufolge könnten Verbesserungen der Sprungkraft eine wichtige Voraussetzung für eine Verbesserung des Sprintantritts im Fußball sein.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass sich der Sprintantritt mit Hilfe verschiedener Trainingsformen gezielt entwickeln lässt. Ein wichtiges Merkmal dieser Übungsformen scheint die gegenüber dem freien Sprint erhöhte Beanspruchung der leistungsgenerierenden Muskeln im Sinne eines „overload“-Trainingsreizes zu sein.

## Verbesserung der maximalen Sprintgeschwindigkeit

Die Verbesserung der maximalen Sprintgeschwindigkeit über die längeren Fußballsprintdistanzen (primär im Bereich 20-30 m) wird traditionell über unbelastete Steigerungsläufe oder fliegende Sprints trainiert. Zafeiridis et al. (32) konnten die Effektivität dieser Vorgehensweise nachweisen. Sie fanden, dass Sprintläufe über 20 m und 50 m die Maximalgeschwindigkeit signifikant verbessern können.

Eine häufig als maximalgeschwindigkeitsfördernd angenommene Trainingsform sind supramaximale Sprints (z.B. Bergabsprints, Zugunterstützungssprints). Vergleichende Studien zur relativen Bedeutung dieser Trainingsform liegen bisher nicht vor. Paradisis/Cooke (17) fanden eine signifikante Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit nach einem kombinierten Bergan- und Bergabsprinttraining. Die relative Bedeutung des Bergabsprints lässt sich aber mit dieser Untersuchungsmethodik nicht klären. Die Bedeutung des supramaximalen Sprinttrainings lässt sich nur anhand von Querschnittsanalysen abschätzen. Paradisis/Cooke (18) beobachteten beim Bergabsprint eine signifikante Erhöhung der Maximalgeschwindigkeit (+ 9%) gegenüber dem Horizontalsprint. Begleitet wurde diese Sprintgeschwindigkeitserhöhung von einer Erhöhung der Schrittlänge bei konstanter Schrittfrequenz. Unter der Annahme, dass „supramaximale Geschwindigkeiten“ eine wichtige Voraussetzung für die Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit sind, könnte ein Bergabsprinttraining in diesem Zusammenhang möglicherweise als effektiv betrachtet werden. Darüber hinaus könnte die exzentrische Akzentuierung beim Bergabsprint das für die Maximalgeschwindigkeit wichtige reaktive Leistungsvermögen optimieren (29).

Zu den häufigsten Empfehlungen zur Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit beim Sprint gehören die verschiedenen Varianten des Sprungkrafttrainings (29). Die Effizienz eines Sprungkrafttrainings zur Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit für fußballspezifische Laufdistanzen konnte von Delecluse et al. (6) gezeigt werden. Sie fanden nach einem neunwöchigen komplexen Sprungkraftprogramm (u.a. Vertikalsprünge, Horizontalsprünge, Hürdensprünge) eine Verbesserung der maximalen Geschwindigkeit über die Distanz von 10-36 m. Auf Grund der Komplexität des Trainingsprogramms kann die selektive Wirkung der einzelnen Sprungkraftübungen nicht exakt bestimmt werden. Summarisch weisen die Befunde von Delecluse et al. (6) aber auf die Effektivität der Kombination von vertikal und horizontal ausgerichteten Sprungkraftformen zur Verbesserung des Maximalgeschwindigkeitsverhaltens hin.

Obwohl das schnelle reaktive Sprungkraftverhalten - wie z.B. die Leistungsfähigkeit im Drop Jump (DJ) - durch seine potenzielle Einflussnahme auf einen kurzen Bodenkontakt beim Maximalsprint als wichtig eingestuft wird (5), ist die Befundlage eher uneinheitlich. Wilson et al. (27) fanden keine Verbesserung der Zeit im 30m-Sprint nach einem DJ-Training. Cronin/Hansen (5) beobachteten in einer Querschnittsanalyse ebenfalls keine Gemeinsamkeit zwischen der Leistungsfähigkeit im DJ und der Sprintleistung über 30 m bei Rugbyspielern. Hennessy/Kilty (11) hingegen fanden einen signifikanten Einfluss des Leistungsindex beim DJ (Sprunghöhe/ Kontaktzeit) auf die 30m-Sprintzeit bei Sprinterinnen. Demnach ist die Bedeutung einer Verbesserung des schnellen reaktiven Sprungverhaltens als effektive Maßnahme zur Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit nicht eindeutig zu beurteilen. Allerdings ist in die Überlegungen miteinzubeziehen, dass eine optimierte Leistungsfähigkeit im DJ eine verbesserte Stiffness der unteren Extremität repräsentieren und damit auch das Maximalgeschwindigkeitsverhalten beeinflussen könnte (3, 29).

Befunde von Wisloff et al. (28) an Profi-Fußballspielern weisen darüber hinaus darauf hin, dass die Leistungsfähigkeit im Counter Movement Jump (CMJ) einen signifikanten Einfluss auf das Sprintverhalten im 30m-Sprint hat ( $r = 0,71$ ). Beobachtungen weiterer Studien untermauern diese Befunde (Überblick bei 5).

Summarisch betrachtet könnten Verbesserungen in der vertikalen Sprungleistung und eine damit verbundene erhöhte reaktive Leistungsfähigkeit einen Beitrag zur Verbesserung der Maximalgeschwindigkeit im Sprint leisten.

Die Bedeutung von Horizontalsprüngen zur Verbesserung des Maximalgeschwindigkeitsverhaltens ist bisher wenig untersucht. Biomechanische Analysen weisen jedoch darauf hin, dass sprungdominante Übungsformen mit horizontal ausgerichteter Kraftentfaltung (z.B. „speed bounding“) eine hohe kinematische Nähe zum Maximalgeschwindigkeits-sprint und damit einen positiven Einfluss auf die Verbesserung des Maximalgeschwindigkeitsverhaltens beim Sprint haben könnten (29).

Häufig wird ein Krafttraining als wichtige Trainingsstrategie zur Verbesserung des Maximalgeschwindigkeitsverhaltens betrachtet (29). Wilson et al. (27) konnten allerdings nur nach einem ballistischen Schnellkrafttraining (loaded squat jumps) eine signifikante Verbesserung beim 30m-Sprint feststellen. Ein traditionelles Krafttraining mit Kniebeugen und Hypertrophiemethodik verfehlte diese Verbesserung ebenso wie das maschinendominante Krafttrainingsprogramm mit Hypertrophiemethodik von Delecluse et al. (6). Demnach scheinen innerhalb typischer mittelfristiger Trainingszeiträume (9-10 Wochen) primär schnellkraftorientierte Programme einen positiven Einfluss auf die Maximalgeschwindigkeit zu haben.

## Verbesserung der Sprintleistung unter Richtungswechselbedingungen

Schnelle Richtungswechsel gehören zu den spezifischen Ausprägungen des Sprintverhaltens im Fußball. Diese Be-

dingungen treten sowohl in Offensivaktionen beim Dribbling aber auch in defensiven Aktionen beim Versuch, den Gegner in seinen Aktivitäten zu behindern oder den Ball zu erobern auf. Bewegungsstrukturell betrachtet beinhaltet das Sprintverhalten unter Richtungswechselbedingungen nicht nur einfache Richtungsänderungen, sondern auch schnelle Abbremsaktionen in Verbindung mit darauffolgenden (multidirektionalen) Antritten oder Sprungaktionen.

Die Sprintleistungsfähigkeit im linearen Sprint und die Leistungsfähigkeit im Sprint unter Richtungswechselbedingungen scheinen separate Leistungsausprägungen des Sprintverhaltens zu sein. Young et al. (30) beobachteten, dass ein Sprinttrainingprogramm mit Linearsprints von 20-40 m nur die Sprintleistung im Linearsprint, nicht aber im Richtungswechselsprint erhöhte. Ein richtungswechselorientiertes Sprinttraining über dieselben Distanzen hingegen verbesserte nur die Leistungsfähigkeit im Richtungswechselsprint. Eine Querschnittsanalyse von Little/Williams (15) unterstützt diese Befunde. Sie fanden bei Profi-Fußballspielern der zweiten und dritten englischen Liga, dass sowohl der Sprintantritt (10m-Distanz) als auch die maximale Geschwindigkeit (20m-fliegender Sprint) keine Gemeinsamkeiten aufweisen. Auch Wisloff et al. (28) fanden keine signifikante Korrelation zwischen Linearsprints (10 m, 30 m) und der Sprintleistung unter Richtungswechselbedingungen (10m-Shuttle Run). Aus diesen Erkenntnissen könnte abgeleitet werden, dass Linearsprints und Sprints unter Richtungswechselbedingungen im Training separat berücksichtigt werden sollten.

## Verbesserung der Sprungkraft

Die Sprungkraft im Sinne der Leistungsfähigkeit im Vertikalsprung ist für den Fußballspieler zum einen eine spezifische Leistungsvoraussetzung (z.B. Sprung zum Kopfball). Zum anderen repräsentiert das vertikale Sprungkraftvermögen die generelle Schnellkraftleistungsfähigkeit der Beinstreckerkette (22).

In der klassischen Studie zur Bedeutung verschiedener Trainingsmethoden zur Verbesserung des Sprungkraftverhaltens fanden Wilson et al. (27), dass sich ein herkömmliches Krafttraining mit Kniebeugen (Hypertrophiemethodik), ein Sprungkrafttraining mit DJs und ein Training mit konzentrischen Kauerprüngen mit einer Zusatzlast (Loaded Squat Jumps) zur Verbesserungen der Sprungkraft eignen. Demnach können neben dem Sprungkrafttraining auch Krafttrainingsmethoden zur Verbesserung der Sprungkraft führen. Im Hinblick auf die relative Bedeutung der drei Methoden fanden Wilson et al. (27) eine Überlegenheit der Loaded Squat Jumps.

Eine Reihe von wissenschaftlichen Befunden bestätigt die Bedeutung der drei wesentlichen Trainingsmethoden zur Sprungkraftverbesserung (22). In einer neueren Studie an norwegischen Fußballprofis konnten signifikante Zugewinne der Leistung im Vertikalsprung (CMJ) durch ein achtwöchiges Krafttrainingsprogramm mit maximalen Lasten bei der Kniebeuge erzielt werden (12). Frühere Befunde

bestätigen ebenfalls den Einfluss der Maximalkraftverbesserung bei Langhantelübungen der Beinstreckerkette auf die Verbesserung der Vertikalsprungleistung (2). Je krafttrainingserfahrener ein Athlet ist, desto geringer ist allerdings die Wahrscheinlichkeit, dass eine reine Maximalkraft-erhöhung weitere Sprungkraft-erhöhungen auslösen kann (2). Die Querschnittsstudie von Wisloff et al. (28) bestätigt ebenfalls die Bedeutung der Maximalkraft bei der Kniebeuge für die Leistungsfähigkeit im Vertikalsprung bei Fußballprofis.

Eine weitere Form des Schnellkrafttrainings sind auf den olympischen Gewichthebetechniken basierende Schnellkraftübungen (Varianten des Reißens und des Stoßens). Hoffmann et al. (13) fanden in einem Trainingsexperiment mit American Football-Spielern, dass ein derartiges Schnellkrafttraining an der Langhantel gegenüber einem klassischen Krafttraining (Kombination aus einfachen Langhantel- und Maschinenübungen) tendenziell Vorteile bei der Verbesserung der Vertikalsprungleistung hat. Gewichthebeorientierte Schnellkrafttechniken mit hohen Anforderungen an die schnelle Kraftentfaltung bei komplexer Koordinationsaufgabe (Bein-Rumpf-Arm-Koordination) können damit als weitere sprungkraftfördernde Methode eingestuft werden.

Die gezielteste Möglichkeit zur Sprungkraftverbesserung scheint jedoch eine Kombination aus Krafttrainings- und Sprungkrafttrainingsprogrammen zu sein. In ihrer klassischen Studie konnten Adams et al. (1) zeigen, dass sowohl ein kniebeugenorientiertes Krafttraining als auch ein reines Sprungkrafttraining signifikante Erhöhungen der Vertikalsprungleistung erzeugen. Eine Kombination der beiden Methoden (Kraft- und Sprungkrafttraining) verdoppelte jedoch das Ausmaß der Verbesserung im Vertikalsprung. Diese Beobachtungen bestätigen Befunde, denen zufolge kombinierte Krafttrainings- und Schnellkrafttrainingsstrategien die höchsten Anpassungen in den Schnellkraftleistungen verglichen zum selektiven Methodeneinsatz erlauben (23). Diese Befunde untermauern auch den bekannten wichtigen Einfluss der Maximalkraftsteigerung zur langfristigen Optimierung von Schnellkraft- und Schnelligkeitsverhalten (22).

## Trainingsmethodische Organisation des Sprint- und Sprungkrafttrainings

### Singuläre Trainingseinheiten

Die Effektivität eines Sprint- und Sprungkrafttrainings ist in hohem Maße abhängig von der adäquaten Belastungsgestaltung innerhalb singulärer Trainingseinheiten. Ein in jüngerer Vergangenheit kritisch betrachteter Bereich der optimalen Gestaltung von Schnelligkeits- und Schnellkrafttraining ist das Dehnen als vermeintlich wichtiger vorbereitender Aufwärmhalt. Es konnte gezeigt werden, dass auch das im Fußball traditionell angewendete passive Stretching im Rahmen des Aufwärmens die Leistungsfähigkeit für Schnelligkeits- und Schnellkraftleistungen nicht fördert, sondern die schnelle Kraftentfaltung der Muskulatur negativ beeinträchtigt (7). Zielgerichteter hin-

gegen scheinen aktiv-dynamische Vorbereitungsstrategien der Muskulatur zu sein. Fletcher/Jones (7) konnten zeigen, dass ein dynamisches Bewegungsvorbereitungsprogramm die 20m-Sprinzeit bei Rugbyspielern signifikant anheben kann. Ein passiv-statisches und aktiv-statisches Stretching führte hingegen zur bereits vielfach beobachteten kurzfristigen Reduktion der Sprintleistung. Dynamische Bewegungsvorbereitungsprogramme können damit als eine effektive Vorbereitungsmaßnahme für ein Sprint- und Sprungkrafttraining betrachtet werden.

Eine weitere Möglichkeit zur kurzfristigen Anhebung der Sprint- und Sprungkraftleistungsfähigkeit bieten die seit langem bekannten Kontrast- oder Komplexmethoden (20). Methodisch betrachtet werden dabei einfache oder komplexe Krafttrainingsbewegungen (z.B. Kniebeuge, komplexe Langhanteltechniken) als unmittelbare Vorbereitungsübungen für die Sprint- und Sprungkraftinhalte eingesetzt. Die Wirksamkeit dieser Strategien konnte sowohl mit maximalen als auch submaximalen Krafteinsätzen nachgewiesen werden (20).

Summarisch sind demnach sowohl aktiv-dynamische Bewegungsvorbereitungsprogramme als auch Kraftbelastungen gegen höhere äußere Lasten effektiv zur kurzfristigen Anhebung des Sprint- und Sprungkraftvermögens. Die Wirksamkeit beider Strategien könnte in der optimaleren intermuskulär-koordinativen Voreinstellung der leistungsgenerierenden Muskeln, in den Mechanismen der posttetanischen Potenzierung oder auch im kurzfristig veränderten Stiffnessverhalten des tendomuskulären Systems zu suchen sein (7, 20).

Ein weiterer wichtiger Aspekt der adäquaten Sprint- und Sprungkrafttrainingssteuerung betrifft die Intensitätsgestaltung. Die Effizienz eines Sprint- und Sprungkrafttrainings dürfte dabei in hohem Ausmaß vom Erreichen maximaler Intensitäten abhängen, da maximale Intensitäten im Sinne höchstmöglicher willkürlicher Aktivierung den notwendigen mechanischen Stress für muskuläre Anpassungen und die notwendige hohe neuronale Ansteuerung (vor allem die Rekrutierung und die Frequenzierung) produzieren.

Die Maximierung der Intensitäten im Sprint- und Sprungkrafttraining kann durch zwei wichtige Strategien erfolgen. Zum einen gilt die Sofortinformation über die zuvor erzielte Leistungen (z.B. Information über Sprunghöhe und Bodenkontaktzeit nach einem Drop-Jump, Information über Sprintzeit) als eine geeignete Strategie zur Optimierung der schnellen Kraftentfaltung. Eine weitere betrifft das Schaffen leistungsfördernder kognitiver Bedingungen. Neben präzisen Anweisungen über die bevorstehende Aufgabe scheint die gezielte Aufmerksamkeitslenkung auf externe Stimuli die schnelle Kraftentfaltung zu optimieren (14). Ford et al. (8) konnten zeigen, dass die Sprunghöhe im DJ bei Verwendung eines „Überkopfsziels“ höher ist als bei normaler Ausführung ohne externe Zielgröße. Diese Befunde deuten an, dass externe Bewegungszielgrößen im Sprungkrafttraining leistungsoptimierend wirken können.

## Integration des Sprint- und Sprungkrafttrainings in den kurz- und längerfristigen Trainingsaufbau

Beim Einsatz sprint- und sprungkraftfördernder Trainingseinheiten sind die spezifischen Wettkampf- und Trainingsbedingungen im Fußball zu berücksichtigen. Dies bedeutet, dass zum einen ein nur sehr begrenzter Zeitraum für die Schaffung der konditionellen Basis in der Vorbereitung zur Verfügung steht (in der Regel maximal 4-6 Wochen). Zum anderen sind die Trainingsplanungen in der Saison auf die Wettkampfplatzierung innerhalb der Woche auszurichten. Damit sind im Fußball zur Vermeidung negativer Wechselwirkungen mit der Spielleistungsfähigkeit vor allem die kurzfristigen Effekte im Sinne der Regenerations-/Ermüdungsproblematik einzukalkulieren. Zudem ist zu beachten, dass sprint- und sprungkraftfördernde Einheiten vor dem Hintergrund der Gesamtbelastung in der Woche zu planen sind. Eine isolierte Betrachtung des Sprints- und Sprungkrafttrainings erscheint wenig sinnvoll.

Anhaltspunkte für den effektiven Einsatz sprint- und sprungkraftfördernder Maßnahmen sind den Befunden von Gorostiaga et al. (10) zu entnehmen. Diese Gruppe fand heraus, dass ein niedrigvolumiges Schnellkraftprogramm (Kombination von Langhantelübungen [Squats, Power Cleans] Vertikalsprungtechniken, Sprintläufe) zu einer Verbesserung des Sprungkraftverhaltens führt. Eine aktive Kontrollgruppe, die nur fußballspezifisch trainierte, erzielte diese Verbesserungen nicht. Es kann daher geschlussfolgert werden, dass relativ niedrigvolumige Schnellkraft- und Schnelligkeitsprogramme für Fußballer bei einer Trainingshäufigkeit von 2-3x/Woche im Rahmen der Gesamttrainingsbelastung als adäquat bezeichnet werden können (vgl. auch 21). Ein hypertrophieorientiertes Krafttraining scheint im Rahmen mittelfristiger Trainingszeiträume (6 Wochen) keine nennenswerten Sprungkraftverbesserungen auszulösen (9). Als Ursache könnte neben der bekannten geringen Schnellkraftwirksamkeit des Hypertrophietrainings (22) die Regenerationsproblematik in Frage kommen. Schmidtbleicher/Frick (24) konnten zeigen, dass ein neuronal-schnellkraftorientiertes Training kürzere Zeitspannen zur Normalisierung des Schnellkraftniveaus benötigt (3 bis 24 Stunden) als ein Hypertrophietraining (2 bis 3 Tage). Möglicherweise erklären diese Befunde partiell die Vorteile schnellkraftorientierter Programme gegenüber hypertrophieorientierter Trainingsprogramme innerhalb der Gesamttrainingsbelastung in Teamsportarten (9, 10). Im Hinblick auf die Optimierung des Schnellkraftniveaus innerhalb einer Trainingswoche zeigen die Ergebnisse von Schmidtbleicher/Frick (24), dass ein neuronal-aktivierendes Krafttraining mit maximalen Lasten 48-72 Stunden nach einer singulären Trainingseinheit leichte Potenzierungseffekte der Schnellkraftleistungsfähigkeit auslösen kann. Möglicherweise kann dieser Effekt auch für die Optimierung der neuromuskulären Leistungsbereitschaft für ein Spiel am Wochenende gezielt genutzt werden.

## Literatur

1. Adams K, O'Shea JP, O'Shea KL, Climsten M: The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res* 6 (1992) 36-41.
2. Baker D: Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training: a brief review. *J Strength and Cond Res* 10 (1996) 131-136.
3. Chelly SM, Denis C: Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Med Sci Sports Exerc* 33 (2001) 326-333.
4. Cometti G, Mafiuletti NA, Pousson M, Chatard JC, Maffulli N: Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur french soccer players. *Int J Sports Med* 22 (2001) 45-51.
5. Cronin JB, Hansen KT: Strength and power predictors of sports speed. *J Strength and Cond Res* 19 (2005) 349-357.
6. Delecluse CD, van Coppenolle H, Willems E, van Leemputte M, Diels R, Goris M: Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 27 (1995) 1203-1209.
7. Fletcher IM, Jones B: The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength and Cond Res* 18 (2004) 885-888.
8. Ford KR, Myer GD, Smith RL, Byrnes RN, Dopirak SE, Hewett TE: Use of an overhead goal alters vertical jump performance and biomechanics. *J Strength and Cond Res* 19 (2005) 394-399.
9. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Iturralde P, Ruesta M, Ibanez J: Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adult handball players. *Eur J Appl Physiol* 80 (1999) 485-493.
10. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren J, Gonzalez-Badillo JJ, Ibanez J: Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 91 (2004) 698-707.
11. Hennessy K, Kilty J: Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J Strength and Cond Res* 15 (2001) 326-331.
12. Hoff J, Helgerud J: Endurance and strength training for soccer players. Physiological considerations. *Sports Med* 34 (2004) 165-180.
13. Hoffman JR, Cooper J, Wendell M, Kang J: Comparison of olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *J Strength and Cond Res* 18 (2004) 129-135.
14. Ives JC, Shelley GA: Psychophysics in functional strength and power training: review and implementation framework. *J Strength and Cond Res* 17 (2003) 177-186.
15. Little T, Williams AG: Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. *J Strength and Cond Res* 19 (2005) 76-78.
16. Lockie RG, Murphy AJ, Spinks CD: Effects of resisted sled towing on sprint kinematics in field-sport athletes. *J Strength and Cond Res* 17 (2003) 760-767.
17. Paradisis GP, Cooke CB: The effects of combined uphill downhill training on sprint performance. *J Sport Sci* 14 (1996) 96.
18. Paradisis GP, Cooke CB: Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surfaces. *J Sports Sci* 19 (2001) 149-159.
19. Reilly T, Bangsbo J, Franks A: Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 18 (2000) 669-683.
20. Robbins DW: Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength and Cond Res* 19 (2005) 453-458.
21. Ross A, Leveritt M: Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training. *Sports Med* 31 (2001) 1063-1082.
22. Schlumberger A: Optimierung von Trainingsstrategien im Schnellkrafttraining. Sport und Buch Strauß, Köln 2000.
23. Schlumberger A, Wirth K, Liu Y, Steinacker J, Schmidtbleicher D: Effekte eines Trainings mit einer Schnellkraftmethodenkombination. *Leistungssport* 33 (2003) 14-18.
24. Schmidtbleicher D, Frick U: Kurzfristige und langfristige Regeneration nach Krafttraining, in: Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.): BISP-Jahrbuch 1997. Köln, 1998, 221-226.
25. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U: Physiology of soccer. An update. *Sports Med* 35 (2005) 501-536.

26. *Swanson SC, Caldwell GE*: An integrated biomechanical analysis of high speed incline and level treadmill running. *Med Sci Sports Exerc* 32 (2000) 1146-1155.
27. *Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ*: The optimal training load for the development of athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 25 (1993) 1279-1286.
28. *Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J*: Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 38 (2004) 285-288.
29. *Young WB, Benton D, Duthie G, Pryor J*: Resistance training for short sprints and maximum-speed sprints. *Strength and Cond J* 23 (2001) 7-13.
30. *Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ*: Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength and Cond Res* 15 (2001) 315-319.
31. *Young WB, James R, Montgomery I*: Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys Fitness* 42 (2002) 282-288.
32. *Zafeiridis A, Saraslanidis P, Manou V, Ioakimidis P, Dipla K, Kellis S*: The effects of resisted sled-pulling sprint training on acceleration and maximum speed performance. *J Sports Med Phys Fitness* 45 (2005) 284-290.

**Korrespondenzadresse:**  
**Dr. phil. Andreas Schlumberger**  
**EDEN Reha**  
**Klinik für Sport- und Unfallverletzte**  
**Lessingstrasse 39-41**  
**93093 Donaustauf**  
**E-mail: schlmb@aol.com**