



Koordinative Fähigkeiten und Koordinationstraining im Sport

Kathleen Golle, Heinz Mechling und Urs Granacher

Inhalt

1 Einleitung	2
2 Begriff und Charakterisierung koordinativer Fähigkeiten	2
3 Diagnostik koordinativer Fähigkeiten	9
4 Training koordinativer Fähigkeiten	12
Literatur	21

Zusammenfassung

Für die wissenschaftstheoretische Betrachtung und empirische Analyse der konditionellen Fähigkeiten wie Kraft und Ausdauer besteht ein breiter Konsens. Ein vertiefter Forschungsstand kann zu deren Training konstatiert werden. Dagegen ist die wissenschaftliche Auseinandersetzung zu koordinativen Fähigkeiten (KF) bis heute geprägt von Kontroversen, Forschungslücken und gleichzeitig fehlenden em-

pirisch verifizierten alternativen Ansätzen zur Betrachtung der Bewegungskoordination.

Im vorliegenden Kapitel wird die nationale und internationale Entwicklung der Konzepte und der Konzeptualisierung der KF nachgezeichnet. Dabei werden der Diagnose und dem Training von KF besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Eine kritische Würdigung der Konzepte der KF schließt sich an. Im Rahmen des Kapitels wird gleichfalls ein international aktuell viel diskutiertes und beforschtes Konzept von „Agility“ – Agilität thematisiert.

Dieser Beitrag ist Teil der Sektion *sportmotorische Fähigkeiten und sportliches Training*, herausgegeben vom Teilherausgeber Michael Fröhlich, innerhalb des Handbuchs *Sport und Sportwissenschaft*, herausgegeben von Arne Güllich und Michael Krüger.

K. Golle (✉)
Professur für Trainings- und Bewegungswissenschaft,
Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland
E-Mail: kathleen.golle@uni-potsdam.de

H. Mechling
Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik,
Deutsche Sporthochschule Köln, Köln, Deutschland
E-Mail: mehling@dshs-koeln.de

U. Granacher
Professur für Trainings- und Bewegungswissenschaft,
Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland
E-Mail: urs.granacher@uni-potsdam.de

Schlüsselwörter

Bewegungskoordination · Agility · Agilität ·
Diagnose · Training

1 Einleitung

Koordination beschreibt im Allgemeinen das geordnete Zusammenwirken von verschiedenen Teilen und Prozessen eines Systems auf ein intendiertes Ziel hin. In der Bewegungstätigkeit des Menschen schließt die Koordination (d. h. Bewegungskoordination) die Abstimmung aller Teilprozesse des motorischen Akts im Hinblick auf das Ziel ein, das durch den Bewegungsvollzug, als einen Handlungsbestandteil, erreicht werden soll (Schnabel 2015). Innerhalb der Bewegungshandlung werden dabei die Prozesse der *Informationsaufnahme* (Rezeptoren), *Informationsweiterleitung* (afferente Nervenbahnen), *Informationsverarbeitung und –speicherung* (neuronale Netzwerke) und *Informationsumsetzung* (Innervierung der Zielmuskulatur über efferente Nervenbahnen) als leistungsdeterminierend angesehen (vgl. Olivier et al. 2008). Neben den primär energetisch determinierten konditionellen Fähigkeiten Ausdauer und Kraft konnte die Koordination als eine relativ unabhängige Einflussgröße motorischer Leistungen nachgewiesen werden (Bös und Mechling 1983).

Bis in die 1960er-Jahre hinein wurde in der Regel nur ein einzelner, komplexer Koordinationsfaktor für die Gesamtmotorik diskutiert, die *Gewandtheit*.

Diese diente, mit Bezug auf den Grad der Bewegungspräzision, der Bewegungsgeschwindigkeit und den beteiligten Bewegungselementen als Erklärungsansatz von Leistungsdifferenzen bei großmotorischen Bewegungen (vgl. feinmotorische Bewegungen \triangleq Geschicklichkeit) und wird als Fähigkeit zur schnellen und zweckmäßigen Lösung motorischer Aufgaben im Sport (z. B. Sportsportarten, Tanzen) und Alltag (z. B. Überqueren einer Straße, einhändiges Fahrradfahren mit Handzeichen zum Abbiegen) beschrieben (Hirtz 2015).

Theoretisch vergleichbar ist die Postulierung einer derart universellen Fähigkeit mit der im anglo-amerikanischen Sprachraum gängigen *general motor ability hypothesis* – analog zur Intelligenzforschung („general intelligence“) in den 1930er-Jahren (Schmidt und Wisberg 2008). Die empirische Grundlage dieser Theorie ist die

systematische Beobachtung von Athleten, die in verschiedenen Sportarten herausragende Leistungen erzielten und sich darüber hinaus schnell neue und unbekannte motorische Fertigkeiten (syn. Bewegungsfertigkeiten) aneignen konnten (Haibach et al. 2017). Der Vielgestaltigkeit von Bewegungshandlungen im Sport und im Alltag Rechnung tragend, erfolgte schließlich in der deutschsprachigen Literatur mit dem Begriff der koordinativen Fähigkeiten ein Versuch, bewegungsbezogene Sachverhalte, die bis dahin unter dem Gewandtheitsbegriff zusammengefasst wurden, zu präzisieren und spezifizieren (vgl. Hirtz 1985).

2 Begriff und Charakterisierung koordinativer Fähigkeiten

Essentially, all models are wrong, but some are useful (Georg E. P. Box)

Den theoretischen Zugang zum Begriff der koordinativen Fähigkeiten bildet das sogenannte Fähigkeitskonzept (siehe Kap. ► „**Fähigkeitskonzept – sportmotorische Fähigkeiten**“). Demgemäß sind koordinative Fähigkeiten nicht direkt beobachtbare, hypothetische Konstrukte, die der Kennzeichnung von Leistungsdifferenzen in den internen Steuerungs- und Regelungsprozessen von Bewegungen dienen und diese theoretisch greifbar machen sollen (Roth 1999). Vergleichend den konditionellen Fähigkeiten stellen sie allgemeine, d. h. fertigkeit- bzw. technikübergreifende Leistungsvoraussetzungen (Dispositionen) von Bewegungen dar, die jedoch primär durch informationsorientierte Prozesse in ihrem Ausprägungsgrad determiniert werden. In diesem Zusammenhang wird der Begriff „Fähigkeit“ als eine allgemeine personale Eigenschaft, die genetisch dispositioniert ist, sich aber zusätzlich zu Reifungsvorgängen durch Lern-, Übungs- und Trainingsprozesse im Kindes- und Jugendalter entwickeln lässt. Es wird angenommen, dass sich die Fähigkeiten verfestigen und im Erwachsenenalter relativ stabil bleiben. Die relative Stabilität ergibt sich aus der Einflussnahme von Umwelt- und Lebensstilfaktoren über die gesamte Lebensspanne (Fleishman und Quaintance 1984; Haibach et al. 2017).

Charakteristisch für die koordinativen Fähigkeiten ist die Einheit aus Wahrnehmung („perception“) und motorischer Realisierung („action“) (vgl. Hirtz 2011). Innerhalb eines Bewegungsvollzugs stehen die koordinativen Fähigkeiten grundsätzlich in Interaktion mit den konditionellen, kognitiven und psychischen Fähigkeiten bzw. Eigenschaften. Ebenso kennzeichnend ist das komplexe Zusammenspiel koordinativer Fähigkeiten untereinander. So wird im Rahmen einer Bewegungshandlung immer auf ein spezifisches Gefüge aus mehreren koordinativen Fähigkeiten unterschiedlicher Gewichtung zurückgegriffen und nicht auf eine einzelne koordinative Fähigkeit (Hirtz 2015). Als sogenannte Verlaufsqualitäten, die die qualitativen Besonderheiten der Prozessverläufe von Bewegungen beschreiben, kommt die Wirksamkeit und das Niveau koordinativer Fähigkeiten v. a. zum Ausdruck (i) im Grad der Schnelligkeit und Qualität des Erlernens, Vervollkommens und Stabilisierens motorischer Fertigkeiten, (ii) in der situations- und bedingungsadäquaten Anwendung motorischer Fertigkeiten sowie (iii) in der Höhe des Ausnutzungsgrades konditionell-energetischer Potenzen innerhalb des Bewegungsvollzugs. Diese Bedeutungszuschreibungen koordinativer Fähigkeiten spiegeln sich auch in der vergleichbaren Bezeichnung „motorische Intelligenz“ oder „motorische Lernfähigkeit“ wider (Roth 2014).

Mit den allgemeinen motorischen und koordinativen Fähigkeiten werden zwei weitere zentrale Annahmen verknüpft: ihre relativ hohe *Generalität* (Verallgemeinerbarkeit) und *Transferabilität* (Übertragbarkeit) (Roth 1999; Schmidt und Wrisberg 2008).

E. A. Fleishman und Bartlett (1969) führen hierzu an: „The distinction is made between ability [Fähigkeit] and skill (achievement) [Fertigkeit], the former being more *general* to performance across different tasks, and the latter referring to level of proficiency attained on a specific task. Such proficiency (skill) may depend on one or a combination of abilities. [...] Abilities [...] are seen as exerting their influence through differential *transfer* in subsequent learning of different tasks“ (S. 350).

Generalität bedeutet folglich, dass eine koordinative Fähigkeit nicht nur für eine bestimmte Be-

wegungsfertigkeit leistungslimitierend ist, sondern für eine ganze Reihe von Bewegungen. Nehmen wir bereits Bezug auf die Strukturierung koordinativer Fähigkeiten im weiteren Kapitelverlauf, so ist beispielsweise die Fähigkeit einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren (Rhythmisierungsfähigkeit) unter anderem leistungsbeeinflussend für den Ruderer, der den Rhythmus vom Schlagmann übernimmt oder das Tanzpaar, welches zum Takt der Musik tanzt. Der Generalitätsaspekt grenzt die koordinativen Fähigkeiten von motorischen Fertigkeiten ab. *Fertigkeiten* stellen durch Lern- und Übungsprozesse erworbene Bewegungsmuster zur Bewältigung spezieller Bewegungsaufgaben des Alltags, des Berufs, der Freizeit oder des Sports dar (Wollny 2007, S. 21). Sie stehen in einem 1:1 Verhältnis zu den äußerlich sichtbaren Bewegungen bzw. Techniken und werden entsprechend auch als *programmgebundene Regulationspotenzen* bezeichnet (Rostock und Zimmermann 1997; Roth 1999). Fertigkeiten sind dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung mit größtmöglicher Sicherheit und minimalem Aufwand an Energie erbracht werden kann.

Zwischen koordinativen Fähigkeiten und Fertigkeiten besteht wiederum eine wechselseitige Abhängigkeit. Neben der eingangs benannten Bedeutung koordinativer Fähigkeiten für den Erwerb und die Anwendung von motorischen Fertigkeiten werden ebenso die als leistungsbedeutsam für die Fertigkeitserbringung (z. B. Tanzen des Wiener Walzers) eingestuften koordinativen Fähigkeiten (z. B. Rhythmisierungsfähigkeit) im Rahmen des fertigkeitsspezifischen Lern-, Übungs- und Trainingsprozesses in ihrer Qualität verbessert (Hirtz 1985). Hieran anknüpfend beschreibt Transferabilität die übergreifende Wirkung koordinativer Fähigkeiten auf Fertigkeiten. Das heißt, dass durch Erlernen, Üben oder Trainieren einer Bewegungsfertigkeit nicht nur eine Leistungsverbesserung in der Fertigkeit selbst eintritt, sondern sich der Effekt der Maßnahme auch auf das Leistungsniveau in koordinativ ähnlichen Fertigkeiten positiv überträgt. Dies gilt v. a. für koordinativ strukturähnliche Fertigkeiten, z. B. das Paddeln und Rudern oder das sportartspezifische Dribbling im Hand- und Basketball.

Hierbei ist zu beachten, dass davon ausgegangen wird, dass sich die leistungsbestimmenden koordinativen und konditionellen Fähigkeiten einer spezifischen Bewegungsaufgabe je nach Lernphase und Leistungsstand der Person (z. B. Etappe im langfristigen Leistungsaufbau), in ihrem jeweiligen Anteil an der (messbaren) Bewegungsleistung unterscheiden und sogar mit zunehmendem Leistungsniveau (z. B. Novize vs. Experte) einzelne Fähigkeiten nicht mehr als leistungsbedeutend nachweisbar sein können, während andere Fähigkeiten hinzukommen – von aufgabenübergreifend zu aufgabenspezifisch (Fleishman und Quaintance 1984; Schmidt und Wrisberg 2008).

Aus der großen Anzahl an Modellen zur Strukturierung koordinativer Fähigkeiten, die seit der Abkehr von der Universalfähigkeit Gewandtheit entwickelt wurden, haben sich im deutschen Sprachraum zwei Fähigkeitssystematiken durchgesetzt, die nachfolgend betrachtet werden. Darüber hinaus wird die internationale Sichtweise auf die koordinativen Attribute motorischer Leistungen skizziert.

2.1 Nationale Systematisierungsansätze koordinativer Fähigkeiten

Im Sinne einer auf Beobachtung beruhenden (induktiv hergeleiteten) Anforderungsanalyse in den Sportarten Boxen, Fußball, Gerätturnen und Schwimmen benannte Blume (1978) sieben fundamentale koordinative Fähigkeiten für die Unterrichts- und nachwuchsbezogene Trainingspraxis: *Reaktions-, Rhythmisierungs-, Gleichgewichts-, räumliche Orientierungs-, kinästhetische Differenzierungs-, Kopplungs- und Umstellungsfähigkeit*. Gleichfalls in Orientierung an den Anforderungen des Schulsports und empirisch mit sportmotorischen Daten und einer Faktorenanalyse unterlegt, wies Hirtz (1985) die Existenz von fünf elementaren koordinativen Fähigkeiten nach, die unter Ausschluss der Kopplungs- und Umstellungsfähigkeit, der Systematik von Blume entsprechen. In Abb. 1 sind die entsprechenden koordinativen Fähigkeiten beschrieben.

Den annähernd deckungsgleichen Taxonomien von Blume (1978) und Hirtz (1985) können die Modelle von Roth (1982) sowie Neumaier und Mechling (1995) gegenüber gestellt werden. Durch die Verbindung von deduktiv abgeleiteten (neuro-) physiologischen Erkenntnissen mit induktiv sportwissenschaftlichen Ansätzen konnte Roth (1982) zwei unterschiedliche Regulationsmodi als eigenständige Faktoren der Bewegungskoordination belegen. Es handelt sich dabei um die Fähigkeit zur *Koordination unter Zeitdruck* und die Fähigkeit zur *Koordination unter Präzisionsdruck* (syn. Fähigkeit zur genauen Kontrolle von Bewegungen). Die beiden nachgewiesenen Druckbedingungen (Zeit, Präzision) gehen auf Roths Idee der *Aufgabenorientierung* zurück. Diese umfasst einen Perspektivenwechsel von den koordinativen Leistungsvoraussetzungen (Innenperspektive) hin zu den koordinativen Leistungsanforderungen (Außenperspektive) motorischer Aufgabenstellungen. Der Begriff der „Druckbedingungen“ dient dabei zur Kennzeichnung universeller Anforderungen an Steuerungs- und Regelungsprozesse im Sport (Roth 2014).

Mit Bezug auf die Koordinationsschulung im Kindes- und Jugendalter weist Roth (ebd.) im Sinne einer Modellvereinigung darauf hin, dass mit Ausnahme der Reaktions- und Umstellungsfähigkeit (Zeitdruck) alle koordinativen Fähigkeiten nach Blume (1978) und Hirtz (1985) der Kategorie Präzisionsdruck zugeordnet werden können.

Die Koordination unter Präzisionsdruck wurde von Bös und Mechling (1983) mittels Rasch-Analyse empirisch ebenso als eindimensional nachgewiesen, wohingegen die Autoren die Fähigkeit zur Koordination unter Zeitdruck als komplexe motorische Fähigkeit an der Schnittstelle von energetischen und informationsorientierten Prozessen beschreiben (vgl. Schnelligkeitsanforderungen). In dem im deutschsprachigen Raum viel zitierten Modell zur Systematisierung motorischer Fähigkeiten bezeichnet Bös (1987, S. 94) auf der Grundlage von empirischen Daten und Faktorenanalysen die Fähigkeiten zur Koordination unter Zeit- und Präzisionsdruck als eigenständige Dimensionen der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeit, die auf einer hö-

Reaktionsfähigkeit ▶

Fähigkeit zur schnellen Einleitung und Ausführung von zweckmäßigen motorischen Aktionen auf (akustische, optische, taktile, kinästhetische) Signale (z. B. Startschuss, gegnerischer Spielzug).

Rhythmisierungsfähigkeit ▶

Fähigkeit einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren sowie einen eigenen verinnerlichten Rhythmus in einer Bewegung umzusetzen (z. B. Laufrhythmus beim Hürdenlauf, Synchron-Turmspringen).

Gleichgewichtsfähigkeit ▶

Fähigkeit, den gesamten Körper im Gleichgewichtszustand zu halten (statisch) oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten bzw. wiederherzustellen (dynamisch) (z. B. Einbeinstand [statisch], Windsurfen [dynamisch]).

Räumliche Orientierungsfähigkeit ▶

Fähigkeit zur Bestimmung und zieladäquaten Veränderung der Lage und Bewegung des Körpers in Raum und Zeit bezogen auf ein definiertes Aktionsfeld (z. B. Spielfeld, Boxing) und/oder ein sich bewegendes Objekt (z. B. Ball, Gegner)

Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit ▶

Fähigkeit zum Erreichen einer hohen Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen, die in großer Bewegungsgenauigkeit und -ökonomie zum Ausdruck kommt (z. B. Basketballfreiwurf, Ballabschlag im Golf; spezifisch: „Ball-/Wassergefühl“).

Kopplungsfähigkeit* ▶

Fähigkeit, Teilkörperbewegungen untereinander und in Beziehung zu der Gesamtkörperbewegung räumlich, zeitlich und dynamisch zweckmäßig aufeinander abzustimmen (z. B. Tennis-Ballannahme [simultan], Volleyball-Sprungaufschlag [sukzessiv])

Umstellungsfähigkeit* ▶

Fähigkeit, während des Handlungsvollzugs auf der Grundlage wahrgenommener oder voraussehender Situationsveränderungen, das Handlungsprogramm den neuen Gegebenheiten anzupassen und motorisch umzusetzen oder es durch ein situationsadäquateres zu ersetzen (z. B. Ballverlust bedingt Umstellung von Angriff auf Verteidigung)

Abb. 1 Charakteristik koordinativer Fähigkeiten nach Blume (1978) bzw. Hirtz (1985) (ohne *)

heren Ebene der motorischen Grundeigenschaft Koordination zugeordnet werden.

Neumaier und Mechling (1995) erweiterten die Idee der „Aufgabenorientierung“ von Roth um die Faktoren *Komplexität*, *Situation (Umwelt)* und *Belastung*. Mit ihrem „Analyseraster zur Einschätzung koordinativer Anforderungen der Bewegungsaufgabe“ verbinden Sie die Intention, eine Entscheidungshilfe zu liefern, um konkrete Ziele und Inhalte für ein sportartübergreifendes, aber insbesondere sportartspezifisches Koordinationstraining auf verschiedenen Leistungsstufen ableiten zu können (Neumaier 2014). Die Konzipierung eines Koordinationstrainings wird dabei durch die aus sportlichen Trainings- und Wett-

kampfsituationen abgeleiteten Aufgabenstrukturen bestimmt.

Da die Autoren die Fähigkeitsstruktur ihrer (erweiterten) Druckbedingungen nicht empirisch-statistisch belegen konnten, wählten sie für die fünf Druckbedingungen den Begriff der *koordinativen Anforderungskategorien* an sportartübergreifende Bewegungsaufgaben (Roth 2014). Als zusätzliche Kategorien benennen sie die *Informationsanforderungen*: optisch, akustisch, taktil, kinästhetisch, vestibulär. Aufgrund der fundamentalen Bedeutung von Gleichgewichtsanforderungen bei jeder Bewegungsaufgabe hob Neumaier (2014) diese im Rahmen der Weiterentwicklung des Anforderungsmodells als eigenständige Anforderungskat-

tegorie hervor. Der koordinative Anforderungsgrad einer Bewegungsaufgabe wird mittels des Analyserasters für jede einzelne Informationsquelle und Druckbedingung auf einem Kontinuum mit den Extrempolen hoch vs. gering abgebildet bzw. vergleichend einem Mischpult-Regler hoch- oder runter reguliert (sog. Koordinations-Anforderungs-Regler [KAR]) (Neumaier 2014).

2.2 Internationale Systematisierungsansätze koordinativer Fähigkeiten

Im angloamerikanischen Raum wurde basierend auf den jahrzehntelangen experimentell-faktoranalytischen Forschungsarbeiten von Fleishman die „taxonomy of human performance“ entwickelt, die bis heute die umfangreichste empirisch begründete Systematisierung koordinativ determinierter Fähigkeiten beinhaltet. Ebenfalls ausgehend von den Fähigkeitsanforderungen (ability requirements approach), die an eine erfolgreiche Tätigkeitsausübung in unterschiedlichen Berufsfeldern (z. B. Piloten, Sachbearbeiter, Feuerwehrmann) gestellt werden, trugen Fleishman und Quaintance (1984) 52 tätigkeitsübergreifende Fähigkeiten zusammen, die jeweils einem der Bereiche Kognition, Sensorik, Psychomotorik oder Physis zugeordnet werden. Fleishmans Taxonomie steht hinsichtlich der motorischen Fähigkeitsanforderungen im engen Zusammenhang mit der *Spezifitätshypothese* (engl. „specificity hypothesis“) (Henry 1968). Vergleichend der Abkehr von der Universalfähigkeit Gewandtheit in Deutschland und der *general motor ability hypothesis* im anglo-amerikanischen Sprachraum, bringt die Spezifitätshypothese zum Ausdruck, dass jedes Individuum eine große, bis dato nicht quantitativ benennbare Anzahl von einzelnen und unabhängigen (motorischen) Fähigkeiten besitzt. Ackerman nennt sie „[...] a pool of undifferentiated resources available to an individual [...]“ (1987, S. 5). Dem Bereich Psychomotorik werden neun sogenannte „psychomotor-“ bzw. „perceptual-motor abilities“ zugewiesen (z. B. *Control Precision, Multilimb Coordination, Response Orientation, Rate Control, Reaction Time*), die der

deutschen Bezeichnung *koordinative Fähigkeiten* begrifflich gegenübergestellt werden können (Mechling 2003). Darüber hinaus finden sich unter den zehn sogenannten „physical proficiency abilities“ mit der „Gross Body Coordination“ und dem „Gross Body Equilibrium“ zwei weitere koordinativ-determinierte Fähigkeiten, die insbesondere im sportlichen Kontext von Bedeutung sind. In der Literatur wird auch eine Zusammenfassung der *Multilimb Coordination* (Fähigkeit, Bewegungen von mehr als einer Extremität simultan zu koordinieren, ohne den ganzen Körper zu bewegen, z. B. Autofahren) und der *Gross Body Coordination* (Fähigkeit, Bewegungen von Armen, Beinen und Rumpf bei Ganzkörperbewegungen zu koordinieren, z. B. Hürdenlauf, Hochsprung) zur Komponente *Coordination* vorgenommen sowie das *Gross Body Equilibrium* als *Balance* bezeichnet (Haibach et al. 2017). *Balance* beschreibt die Fähigkeit, innerhalb statischer oder dynamischer Bewegungsformen das Gleichgewicht zu halten oder wieder zu erlangen (ebd.).

In dem international viel zitierten Modell der „health- and skill-related components of physical fitness“ führten Caspersen et al. (1985) *Balance* und *Coordination* als fertigkeitenbezogene motorische Komponenten auf. *Coordination* definieren Sie als „[...] ability to use the senses, such as sight and hearing, together with body parts in performing motor tasks smoothly and accurately.“ (S. 129). Als weitere fertigkeitenbezogene – schlussfolgernd koordinativ basierte – motorische Komponenten beschreiben die Autoren „Agility“, „Speed“, „Power“ und „Reaction time“.

Während die beiden letztgenannten Komponenten nach aktuellem Wissensstand Teilkonstrukte innerhalb der Kraft- (Power; dt. „Schnellkraft“) bzw. Schnelligkeitsfähigkeit (Reaction time) darstellen (Guellich und Schmidtbleicher 1999; Prieske et al. 2017) sowie Schnelligkeit (Speed) als eigenständige konditionell-koordinativ determinierte motorische Grundfähigkeit neben Ausdauer, Kraft, Koordination und Beweglichkeit in Systematiken zur motorischen Leistungsfähigkeit geführt wird (Bös und Mechling 1983), ist eine Benennung sowie dimensionsbezogene Zuordnung von *Agility* in deutschsprachigen Modellen nicht gegeben. Ein Bezug zur Koordination bzw.

koordinativen Fähigkeiten ist jedoch zumindest terminologisch durch die Übersetzung ins Deutsche mit dem Begriff *Gewandtheit* naheliegend (Büsch et al. 2017).

Die theoretische und praktische Auseinandersetzung mit der motorischen Komponente *Agility* und ihren kognitiven (d. h. Entscheidungsgeschwindigkeit und –genauigkeit; z. B. visuelle Erkennung, Antizipation), physischen (z. B. Schnelligkeit, Reaktivkraft) und technischen Determinanten (z. B. Fußplatzierung, Schrittkorrektur zur Beschleunigung) hat dabei insbesondere für die kontaktbezogenen Mannschaftssportarten (z. B. Rugby, Fußball) im letzten Jahrzehnt international zugenommen (Paul et al. 2016; Young et al. 2015). Obwohl eine begriffliche Uneinheitlichkeit konstatiert werden muss, hat sich wissenschaftstheoretisch ein Begriffsverständnis von *Agility* als eine „schnelle Ganzkörperbewegung mit einem Geschwindigkeits- oder Richtungswechsel in Reaktion auf einen externen Stimulus (dt. Übersetzung)“ nach Sheppard und Young (2006) durchgesetzt (Nimphius et al. 2017; Young et al. 2015). Gemäß Definition ist eine Bewegungsaufgabe nur dann der motorischen Komponente *Agility* zuzuschreiben, wenn der Richtungswechsel (engl. „Change of Direction [CoD]“) oder Geschwindigkeitswechsel (engl. „Change of Velocity [CoV]“) das Ergebnis eines Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesses („perception and decision making process“) innerhalb der Bewegungsaufgabe ist. Auf den externen Stimulus erfolgt eine Reizidentifizierung, Antwortauswahl und letztlich Ausführung einer offenen Bewegungsfertigkeit. Offene Fertigkeit bedeutet, dass die motorische Reaktion nicht automatisiert bzw. planbar ist, wie beispielsweise bei einem Sprintstart (einfache Reaktionsschnelligkeit), sondern hoch variabel aus der Situation heraus erfolgt (z. B. Richtungswechsel aufgrund eines sich entgegenstellenden Verteidigers).

Bezugnehmend auf die eingangs vorgenommene Charakterisierung koordinativer Fähigkeiten bzw. Leistungsvoraussetzungen und -anforderungen ist eine Thematisierung der *Agility* im Zusammenhang mit dem Gegenstandsbereich Koordination begründet. Hierbei ist es angeraten, das dargelegte Begriffsverständnis von *Agility*

mit dem Terminus „Agilität“ ins Deutsche zu übertragen.

In Abgrenzung zur Agilität werden vorgeplante Bewegungsvollzüge mit Richtungswechsel (z. B. T-Test, Pendellauf) als geschlossene Bewegungsfertigkeiten beschrieben, die eine unabhängige Aufgabe der Richtungswechselschnelligkeit (CoD-Speed [CoDS]) kennzeichnen (Sheppard und Young 2006). Die Richtungswechselschnelligkeit charakterisiert eine Form innerhalb der Schnelligkeitsfähigkeit (Prieske et al. 2017). Ferner belegen Studien aus den kontaktbezogenen Mannschaftssportarten nachdrücklich, dass *Agility* und CoDS voneinander unabhängige Leistungsfaktoren sind (Matlak et al. 2016; Young et al. 2015).

Letztlich sollte der Terminus *Gewandtheit* als Oberbegriff für vorgeplante, schnelle und präzise ausgeführte Bewegungsaufgaben Anwendung finden, die mehrere Bewegungsfertigkeiten (z. B. Fangen, Rollen, Werfen, Springen) sowie Richtungs- und/oder Geschwindigkeitswechsel beinhalten. Hierzu zählen u. a. die im deutschsprachigen Raum vielfach angewendeten Koordinations- und Hindernisläufe bzw. Parcours (z. B. Kasten-Bumerang-Lauf), die unter dem Begriff *Gewandtheitsläufe* subsummiert werden können.

2.3 Kritische Würdigung des Konzepts koordinativer Fähigkeiten

Die Tragfähigkeit des Ansatzes koordinativer Fähigkeiten wird ab den 1980er-Jahren bis zum heutigen Tag zunehmend in Frage gestellt. An „Superfähigkeiten“ mit einem hohen Allgemeingrad für alle Altersbereiche sowie über alle Fertigkeiten- und Leistungsniveaus hinweg darf laut Mechling (2003) mehr denn je gezweifelt werden. Als wesentliche Kritikpunkte werden hierbei das Generalitäts-Spezifitäts-Problem und das Komplexitätsproblem benannt (Hirtz 2011), die eine Kluft zwischen den sehr allgemein gehaltenen koordinativen Fähigkeiten und der hohen Spezifität sportlicher Bewegungsmuster aufdecken.

Während Hirtz (2011) auf die experimentelle Bestätigung der Wirksamkeit eines allgemeinen

Fähigkeitstrainings auf motorische Lernerfolge im Schul- und Nachwuchsleistungssport hinweist (z. B. Gerätturnen und Handball), wurden situations- bzw. aufgabenspezifische Testresultate vereinzelt für reaktions- und rhythmusbedingende Leistungen (Hohmann et al. 2014; Young et al. 2015) sowie vermehrt für gleichgewichtsbezogene Leistungen resümiert (Donath et al. 2017; Kuemmel et al. 2016; Muehlbauer et al. 2012, 2013). Diese Erkenntnisse sprechen eher für eine hohe Fertigkeitsspezifität der motorischen Kontrolle als eine pauschale Transferierbarkeit und Generalität koordinativer Fähigkeiten.

Insbesondere für das Gleichgewicht muss die Existenz einer allgemeinen Gleichgewichtsfähigkeit als widerlegt gelten. So konnte in einer aktuellen Meta-Analyse kein (Transfer-) Effekt von Gleichgewichtstraining auf Leistungen in Gleichgewichtsaufgaben, die nicht Bestandteil des Trainings waren, gefunden werden (Kuemmel et al. 2016). Demgegenüber wurde ein hoher Trainingseffekt auf Leistungen in Aufgaben nachgewiesen, die Teil des Gleichgewichtstrainings waren. Ebenso fanden Muehlbauer und Kollegen sowohl bei Kindern (7–10 Jahre) als auch bei Senioren (61–79 Jahre) keinen statistisch bedeutsamen Zusammenhang zwischen den Leistungen in Aufgaben mit Anforderungen an verschiedene Formen des *statischen*, *proaktiven* und *reaktiven Gleichgewichts* (Muehlbauer et al. 2012, 2013). Donath et al. (2017) belegten im Rahmen ihrer Metaanalyse zu Effekten eines Training auf der Slackline, die acht Studien mit Probandengruppen vom Kindes- bis ins Seniorenalter einschloss, gleichfalls einen hohen aufgabenspezifischen Trainingseffekt (Standzeit auf der Slackline). Hingegen waren die Transfereffekte auf dynamische und statische Gleichgewichtsleistungen nur moderat bzw. gering. Hartmann et al. (2011) argumentieren, dass es sinnvoll ist, von einem allgemeinen und einem sportart- bzw. fertigkeitsspezifischen Ausprägungsniveau der einzelnen koordinativen Fähigkeiten zu sprechen und nehmen an, dass jede koordinative Fähigkeit einen allgemeinen und mehrere sportart-/fertigkeitsspezifische Ausprägungsaspekte hat. Bereits Hirtz (1985) äußerte die Annahme zu ganz bestimmten sportartspezifischen Komponenten koordinativer Fähigkeiten

bzw. komplexerer Gebilde dieser (z. B. Ball-, Distanz-, Tempo- und Wassergefühl) und führte eine entsprechende Definition ein. Demnach sind sportartspezifische koordinative Fähigkeiten solche, die leistungsbestimmend für motorische Handlungen bzw. Aufgabenklassen innerhalb einer Sportart oder Disziplin sind und für deren Ausführung unbedingt benötigt werden, z. B. die Krafeinsatzdifferenzierungsfähigkeit im Rudern und die Fähigkeit zur Situationswahrnehmung und -antizipation in den Spotspielen (Hirtz 2011). Ein empirischer Beleg sportartspezifischer koordinativer Fähigkeiten bzw. Fähigkeitskomplexe liegt jedoch nicht vor, sodass es wissenschaftlich angeraten scheint, auf den Fähigkeitsbegriff zu verzichten und von sportartspezifischen koordinativen Leistungsvoraussetzungen zu sprechen.

Hossner (1997) weist auf die generelle Schwierigkeit des Fähigkeitskonzepts hin, die Wirkungen einer „[...] durch allgemeine Übungen optimierten koordinativen Fähigkeit auf das spezifische Koordinationsvermögen, das in Zusammenhang mit der Darbietung einer speziellen Sportspieltechnik verlangt wird“ zu erklären (S. 27).

Mit seinem „Modulansatz der Bewegungskontrolle“ (Hossner 1995) verfolgt er eine prozessuale und integrative Sichtweise auf die Bewegung, die in prinzipiellen Überlegungen zur motorischen Kontrolle und entsprechenden neurophysiologischen und -psychologischen Erkenntnissen gründet. Eine Beschreibung der Theorie zur modularen Bewegungskontrolle mit Ableitungen für das Koordinationstraining finden sich bei Stein und Hossner (2017).

Die Kritik Hossners an der fähigkeitsorientierten Betrachtung der Bewegungskoordination wird vielfach geteilt (Hohmann et al. 2014; Mechling 2003; Olivier et al. 2008) und steht in Zusammenhang mit der bis dato fehlenden Identifizierung von präzisen neurophysiologischen oder psychologischen Korrelaten für koordinative Konstrukte (Hirtz 2015). Dennoch werden die Systematisierungsansätze zu koordinativen Fähigkeiten (vgl. Blume 1978; Hirtz 1985; Roth 1982) für die Koordinationsschulung im Schulsport und das Grundlagentraining als weiterhin tragfähige und nützliche, didaktisch begründete Arbeitsgrundlage angesehen (Hirtz 2011; König 2016).

Letztlich muss bei allen Kritiken auch berücksichtigt werden, dass es bisher nicht gelungen ist, die (möglichen) alternativen theoretischen Positionen und Modelle empirisch zu verifizieren und breit in die Sportpraxis zu implementieren. Das koordinative Anforderungsanalyseraster (KAR) innerhalb des anforderungsorientierten Ansatzes nach Neumaier und Mechling (1995) unterzog bis dato nur Büsch (2001) einer empirischen Prüfung. Ausgehend von der schriftlichen Befragung von 285 sportlich aktiven Probanden zu den Druckanforderungen von aus der Literatur ausgewählten allgemeinen großmotorischen Koordinationsaufgaben, kommt er mittels umfangreicher statistischer Analysen zu dem Ergebnis, dass die Objektivität des KAR nicht gegeben ist und ferner eine unbefriedigende Reliabilität (nochmalige Befragung nach 15 Monaten) vorliegt. Auf Basis der Untersuchung schlussfolgert Büsch, dass das KAR seinen intendierten weitreichenden Anwendungsmöglichkeiten, d. h. einer personenunabhängigen Diagnose koordinativer Aufgaben nicht gerecht werden kann und damit eine notwendige Voraussetzung für einen breiten sportpraktischen Einsatz nicht gegeben ist.

In Ermangelung von wissenschaftlich abgesicherten Alternativen werden nachfolgend die Diagnostik sowie das Training koordinativer Leistungsdispositionen unter der Fähigkeits-Perspektive fokussiert bzw. systematisiert. Zusätzlich wird die motorische Komponente Agilität mit in die diagnostischen und trainingsmethodischen Betrachtungen aufgenommen.

3 Diagnostik koordinativer Fähigkeiten

Die Komplexität, die den koordinativen Fähigkeiten als integratives psycho-physisches Gebilde innewohnt, erschwert insbesondere ihre Diagnostik. Zentraler Ausgangspunkt für die Diagnostik koordinativer Fähigkeiten ist, dass diese nur indirekt über die Erfassung, Beurteilung und Bewertung von realisierten *elementaren* Bewegungsfertigkeiten/-techniken erfolgen kann. Hierfür werden primär motorische Testverfahren eingesetzt, mit denen messbare Parameter der

getesteten Bewegungsfertigkeit in Form motorischer Leistungen ermittelt werden. Die motorischen Testleistungen dienen als Indikator zur Einschätzung der koordinativen Fähigkeiten. Unter Hinzunahme von Referenzwerten kann die erzielte motorische Leistung zur Identifizierung von Stärken und Schwächen im Gruppen- und interindividuellen Vergleich herangezogen werden. Bei wiederholter Testung sind zusätzlich Aussagen zur intraindividuellen Leistungsentwicklung möglich.

Nachstehend erfolgt eine Beschreibung von sportartunspezifischen motorischen Testverfahren, die ergänzende Informationen zum „Handbuch motorische Tests“ von Bös (2017) bieten. Die aufgeführten Testverfahren genügen den wissenschaftlichen Hauptgütekriterien (Objektivität, Reliabilität, Validität) sowie zentralen Nebengütekriterien (u. a. Normierbarkeit, Ökonomie, Praktikabilität), die in den zitierten Quellen nachgelesen werden können. Die diagnostische Betrachtung ist untergliedert in die Kategorien (1) koordinative Fähigkeiten, (2) Gleichgewicht, (3) Gewandtheitsläufe und (4) Agilität. Eine klassische Differenzierung der Diagnoseverfahren in biomechanisch-apparative und motorische (Feld-) Tests ist hierbei nur für die Gleichgewichtskomponente zielführend.

Koordinative Fähigkeiten (Testprofile und Einzeltests)

In Anlehnung an die Systematisierung koordinativer Fähigkeiten nach Hirtz (1985), inklusive dessen Überlegungen zu sogenannten „Kontrollübungen zur Erfassung koordinativer Fähigkeiten“ in der Schule (Hirtz 1985), entwickelte Prätorius (2008) den Kinderkoordinationstest (KiKo) für Sechs- bis Elfjährige. Die fünf berücksichtigten Testaufgaben erfassen die Fähigkeit zur *Differenzierung* (DF, Zielsprung aus 80 cm Höhe), *Rhythmisierung* (RF, 20 s beidbeiniges Hüpfen nach Musiktakt [135 bpm]), *Gleichgewichtsregulierung* (GF, Balancieren auf umgedrehter Langbank mit übersteigen von 10 cm hohen Papierrollen im Abstand von 50 cm), *Orientierung* (OF, nach einer Zufallsziehung richtige Auswahl des zu berührenden Zielballs aus 4 Bällen) und

Reaktion (ReF, auf ein akustisches Signal hin nach $\frac{1}{2}$ Körperdrehung einen rollenden Ball stoppen).

Ziel der Testkonzipierung war eine Beschränkung auf elementare messbare Anforderungen, die die Druckbedingungen Zeit und Präzision, jedoch nicht Komplexität, Situation und Belastung beinhalten. Die Validität jeder Testaufgabe konnte erfolgreich mittels biomechanischer Methoden belegt werden. Ebenso konnte die Unabhängigkeit jeder Testaufgabe von der Kraft (Liegestützen, Kniebeugen, Situps, Medizinballstoßen, Jump & Reach) und Ausdauer (1000-m-Lauf, 9-min-Lauf) an einer Stichprobe von 46 Sechs- bis Neunjährigen nachgewiesen werden. Auch für die Objektivität, Reliabilität, Nützlichkeit und Ökonomie resümiert Prätorius (2008) aus den statistischen Analysen wissenschaftlich zufriedenstellende Ergebnisse. Geschlechtsunspezifische Normwerte ($N = 1950$) erlauben eine Bewertung der Leistungen in auffällig, normal und gut. Mit dem KiKo liegt eine wissenschaftlich belastbare Alternative zum *Körperkoordinations-tests für Kinder (KTK, 5–14 Jahre)* (Kiphard und Schilling 1974) vor. Beim KTK soll über vier Subtests (Balancieren rückwärts [BR], Monopedaless Überhüpfen [MÜ], Seitliches Hin- und Herspringen [SHH] und Seitliches Umsetzen [SU]) durch Bildung eines Summenwertes die Gesamtkörperkoordination erfasst werden. Kritisch zu bewerten ist der KTK in den Punkten mangelnde Überprüfung der Validität, fehlende Trennschärfe zur Kraft (MÜ, SHH), keine Leistungsdifferenzierung in höheren Altersgruppen im BR, hohe Materialkosten und fehlende aktuelle Normwerte (Bös 2017; Bös et al. 2009; Prätorius 2008).

Aus den etablierten, testtheoretisch geprüften, deutschsprachigen Testprofilen zur Abschätzung der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter können vier koordinative Einzeltests empfehlend hervorgehoben werden. Dies sind zum einen die Tests *Zielwerfen an die Wand* und *Ball-Beine-Wand* aus dem „Allgemeinen Sportmotorischen Test“ für Kinder von 6 bis 11 Jahren (AST 6–11) (Bös und Wohlmann 1987). Das *Zielwerfen an die Wand* überprüft die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit bzw. Teilkörperkoordination bei Präzisionsaufgaben. Der Ball-Beine-Wand-Test (im Original: Mech-

ling und Rieder 1977) erfasst zusätzlich die Ganzkörperkoordination bei Präzisionsaufgaben und stellt im Detail Anforderungen an die räumliche Orientierungs- und Kopplungsfähigkeit.

Der Test Zielwerfen aus dem „Münchener Fitnessstest für 6- bis 17-Jährige (MFT,)“ (Rusch und Irrgang 1994) hat dieselbe Anforderungsstruktur wie das *Zielwerfen an die Wand*. Unterschiede bestehen im Wurfgerät und -ziel. Mit der Testaufgabe *Ballprellen*, ebenfalls Bestandteil des MFT, werden nach Aussage der Autoren die koordinativen Fähigkeiten Rhythmisierungs-, Differenzierungs-, Gleichgewichts- und Umstellungsfähigkeit überprüft. Normwerte für den Altersbereich 6–18 Jahre liegen vor (Rusch und Irrgang 2005).

Gleichgewicht

Den diagnostischen Ausführungen zum Gleichgewicht liegt das Verständnis von Gleichgewicht als aufgabenspezifische Kontrolle des Körpers im Raum zum Zweck der Stabilität und Orientierung zugrunde (Shumway-Cook und Woollacott 2017).

Zur apparativ gestützten Diagnostik des Gleichgewichts werden vorrangig dreidimensional messende Kraftmessplatten eingesetzt, die die posturalen Schwankungen während des Stehens erfassen (Posturographie). Beim Stand auf der Kraftmessplatte, werden die in der Standposition (d. h. bipedaler Stand, Schrittstand, Tandemstand oder monopedaler Stand) auftretenden Reaktionskräfte abgeleitet, aus denen der Druckangriffspunkt (Center of Pressure, CoP) berechnet werden kann. Als gängige Parameter werden die während einer definierten Standzeit (z. B. 20 s) aufgetretenen Positionsveränderungen des CoP (Schwankweg) und die mittlere Geschwindigkeit des CoP analysiert. Bei der Interpretation der beiden Parameter ist zu beachten, dass beim gesunden Menschen hohe CoP-Werte eine schlechte Leistung im Gleichgewichtstest beschreiben. Zur Erfassung des reaktiven Gleichgewichts finden mit Servomotoren kombinierte Kraftmessplatten Anwendung. Über die Servomotoren können translatorische und/oder rotatorische Störreize appliziert werden, sodass der Proband entsprechend muskulär reagieren muss, um das Gleichgewicht wieder zu erlangen (Muehlbauer et al. 2018). Das dynamische Gleichgewicht kann fer-

Tab. 1 Testverfahren zur Einschätzung der Gewandtheit (Auswahl)

Test	Quelle	Altersbereich (Jahre)	Normwerte (Jahre)
Kasten-Bumerang-Lauf	Töpel (1972)	6–18	6–18 ¹
Wiener Koordinationslauf	Warwitz (1976)	ab 11	11–21
Hamburger Parcours	LI Hamburg (2011)	7–11	7–11
Sternlauf	MBJS Brandenburg (2002)	7–15	7,5–15,5
4 × 10 m Shuttle Run Test (SRT)	F. B. Ortega et al. (2008)	6–17	6–10/12–17 ²

¹aktualisiert für 6–10-Jährige: (Beck und Bös 1995); LI – Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung; MBJS – Ministerium für Jugend, Bildung und Sport; ²F B Ortega et al. (2011), Roriz De Oliveira et al. (2014)

ner im Rahmen von Ganganalysen mittels kinematischer, kinetischer und pedometrischer Verfahren gemessen werden.

Zur Abschätzung des dynamisch-proaktiven Gleichgewichts etablierte sich in den letzten Jahren der Y-Balance Test (YBT) für die unteren Extremitäten als motorisches Testverfahren. Ziel des YBT ist es, während eines Einbeinstands (Standbein) möglichst große Reichdistanzen mit dem Spielbein nach vorne (anterior), direkt schräg hinten (posteromedial) und überkreuz schräg hinten (posteromedial) zu erzielen. Die Testdurchführung erfolgt mit einem praktikablen Testsystem (z. B. von FMS[®], Artzt[®]). Die Reichweite je Bewegungsrichtung wird dabei ins Verhältnis zur Beinlänge des Standbeins gesetzt. Neben der Analyse je Bewegungsrichtung erfolgt die Berechnung eines Gesamtwerts. Für die Interpretation der Testergebnisse liegen sportartspezifische Orientierungswerte aus Untersuchungen mit Nachwuchssportlern im Basket- und Fußball vor, die ebenso wie die Angaben zu den Testinstruktionen und die belegte Testgüte zusammenfassend bei Büsch und Granacher (2014) zu finden sind. Studienergebnisse belegen ferner, dass die Reichdifferenz im Gesamtscore (< 94 %) und in anteriorer Bewegungsrichtung (> 3 cm) als unabhängige Prädiktoren für das Verletzungsrisiko der unteren Extremitäten herangezogen werden können (ebd.).

Gewandtheitsläufe

Für eine überblicksartige Beurteilung der koordinativen Fähigkeiten bzw. der Bewegungskoordination und Gewandtheit wird sich häufig sogenannter Gewandtheitsläufe bedient (syn. Koordinationslauf/-parcours, Hindernislauf/-parcours). Charakteristisch für Gewandtheitsläufe ist ihre Verknüpfung

von vielfältigen koordinativen Aufgaben (z. B. läuferisches, dribbelndes, kriechendes Überwinden von Hindernissen, Richtungs- und Lageänderungen des Körpers). Als Leistungsparameter wird vorrangig auf die benötigte Zeit zur Absolvierung des Gewandtheitslaufs zurückgegriffen. In Tab. 1 sind ausgewählte Testverfahren im Überblick benannt. Dem hohen Motivationsfaktor und der zeitlichen Ökonomie von Gewandtheitsläufen steht nachteilig gegenüber, dass es nicht möglich ist, aus der erfassten Gesamtzeit auf Schwächen wie auch Stärken bei der Ausführung der einzelnen Bewegungsaufgaben und somit den zugrundeliegenden Bewegungsfertigkeiten zu schließen. Dies kann lediglich qualitativ durch eine parallele Beobachtung der Testperson erfolgen. Bezugnehmend auf die Strukturierung koordinativer Fähigkeiten steht bei Gewandtheitsläufen die Koordination unter Zeitdruck im Vordergrund, die hierbei u. a. von der Richtungswechselschnelligkeit (CoDS) beeinflusst wird. In Abhängigkeit vom Test gewinnt jedoch auch die Koordination unter Präzisionsdruck an Bedeutung (z. B. Ball durch einen Slalomparcours dribbeln, Balancieren). Beim 4 × 10 m Shuttle Run handelt es sich um eine Abwandlung des 10 × 5 m Shuttle Run Tests – ein international weit verbreiteter Test zur Erfassung der CoDS (Nimphius et al. 2017). Aufgabe ist es, viermal zwischen zwei 10 m entfernten Linien hin- und her zulaufen und dabei beim Erreichen der Linie jedes Mal einen hinter der Linie befindlichen Schwamm aufzunehmen bzw. ab der zweiten Linienreichung (d. h. nach 20 gelaufenen Metern) den in der Hand befindlichen Schwamm abzulegen, bevor ein neuer Schwamm aufgenommen wird (Ortega et al. 2008). Der 4 × 10 m SRT stellt zusätzlich zu den 180° Richtungswechseln folglich auch Anforder-

derungen an die Fähigkeit zur Differenzierung, Kopplung und Umstellung von Bewegungen.

Agilität

Der Einsatz von Testverfahren zur Erfassung und Bewertung von Agilitätsleistungen hat im Nachwuchs- und Elitebereich der kontaktbezogenen Mannschaftssportarten (z. B. Fußball, American Football), aber auch im Tennis einen festen Stellenwert (Paul et al. 2016). Wie bereits erläutert, sind Agilitätsleistungen durch die Informationsaufnahme und -verarbeitung eines externen Stimulus gekennzeichnet. Somit liefern die Testleistungen hilfreiche Informationen zur Interaktion zwischen den kognitiv-wahrnehmungsbezogenen Kapazitäten und der physischen Leistung. Das Ziel von Agilitätstests ist es, die kognitive und physische Schnelligkeit und Genauigkeit eines Spielers in Bezug auf seinen Richtungswechsel, als Reaktion auf eine veränderte (Spiel-) Situation (z. B. Ausweichen eines Gegenspielers) zu erfassen. Der externe Stimulus wird dabei über computergestützte LED- oder Video-Systeme (z. B. Witty SEM[®], Speed Court[®]), Videosequenzen oder eine reale Person (Gegner) ausgelöst. Zur Auslösung des Stimulus sowie der Zeitmessung werden Lichtschrankensysteme oder Kontaktsensoren eingesetzt. Studien belegen, dass sportartspezifische und menschliche Stimuli oder Videos mit menschlichen Stimuli besser zwischen leistungsstärkeren und -schwächeren Athleten differenzieren als LED-basierte Stimuli (Paul et al. 2016). Eine Übersicht der international gängigsten Testverfahren findet sich bei Nimphius et al. (2017). Ein Nachteil vieler Agilitätstests besteht nach Nimphius et al. (2017) in der ausschließlichen Erfassung der benötigten Gesamtzeit. Hierdurch ist es nicht möglich, die kognitiv-wahrnehmungsbezogene Leistung der Testperson (d. h. Entscheidungsgeschwindigkeit) von der physischen Leistung zu separieren. Eine lange Zeit der neuronalen Reizverarbeitung kann somit z. B. durch eine hohe Sprintschnelligkeit maskiert werden und umgekehrt. Somit gehen wichtige Hinweise für die Trainingsgestaltung verloren. Neben dem feldbasierten Einsatz zu diagnostischen Zwecken werden Agilitätstests, insbesondere der Speed Court[®], auch als Trainingsmittel eingesetzt. Eben-

so haben zunehmend Fitness-, Gesundheits- und Rehabilitationszentren computerbasierte Agilitätstests in ihrem Angebot.

4 Training koordinativer Fähigkeiten

4.1 Ziele und Formen des Koordinationstrainings

Die mit dem Training koordinativer Fähigkeiten bzw. Leistungsvoraussetzungen verbundenen Zielsetzungen lassen sich entsprechend der Formen des Koordinationstrainings strukturieren und differenzieren. Weitgehend unabhängig vom gewählten theoretischen Ansatz zur Operationalisierung der Bewegungskoordination kann hierbei übergeordnet ein *allgemeines* von einem (*sportart-*)*spezifischen* Koordinationstraining abgegrenzt werden.

Das Ziel eines allgemeinen Koordinationstrainings ist es, die koordinativen Fähigkeiten bzw. Leistungsvoraussetzungen in ihrer Breite auszubilden, zu verbessern, zu stabilisieren und/oder wiederherzustellen, um beliebige Bewegungsaufgaben im Sport und Alltag situativ erfolgreich bewältigen zu können. Als Leitgedanke ist die Ausbildung eines umfangreichen sportartübergreifenden Bewegungsrepertoires im Sinne einer breiten erfahrungsreichen motorischen Grundausbildung auszumachen, deren Bedeutung mit Blick auf die Faktoren Alltagsmobilität und Sturzprävention bis in das hohe Lebensalter bestehen bleibt.

Im Rahmen der schulsportbezogenen motorischen Entwicklungsförderung und v. a. im langfristigen Leistungsaufbau wird dem allgemeinen Koordinationstraining eine Voraussetzungs- und Vorbereitungsfunktion für eine erfolgreiche und entwicklungsgemäße Ausübung sportlicher Aktivitäten jedweder Art bzw. des Fertigkeitserwerbs zugesprochen (Hirtz 1995; König 2016). Ebenso wird einem gut entwickelten koordinativen Leistungsniveau – speziell der Gleichgewichtsregulation – eine zentrale Bedeutung für die Unfall- und Verletzungsprophylaxe in sportlichen sowie alltäglichen Situationen zuteil (Chimera und Warren 2016; Larsen et al. 2016).

Dementsprechend erfährt eine allgemeine koordinative Schulung (synonym: Training) auch eine inhaltliche Schwerpunktsetzung in den Etappen des langfristigen Leistungsaufbaus „Allgemeine Grundausbildung“ und „Grundlagentraining“ respektive in der präpubertären Reifungsphase (vgl. DOSB 2013). Als neurophysiologisch ursächlich für die damit erfolgende schwerpunktmäßige Beanspruchung der informationsaufnehmenden und verarbeitenden Organsysteme gilt die fortschreitende und prononcierte Entwicklung des zentralen Nervensystems in der präpubertären Reifungsphase (Silk und Wood 2011). Auch in dem evidenzbasierten und international viel beachteten Modell zur ganzheitlichen Entwicklung der körperlichen Fitness im Kindes- und Jugendalter von Lloyd et al. (2015) („Composite Youth Development model“) wird mit Bezug auf die Entwicklung und das systematische Training elementarer Bewegungsfertigkeiten (EBF; engl. „Fundamental Movement Skills“ [FMS], z. B. Gleichgewicht) die Bedeutung einer allgemeinen koordinativen Schulung in der präpubertären Entwicklungsphase untermauert. Darüber hinaus weisen die Autoren der motorischen Komponente Agilität ab dem mittleren Kindesalter (≥ 5 Jahre) eine der Schnelligkeits- und Kraftfähigkeit gleichrangige schwerpunktmäßige trainingsinduzierte Entwicklungsförderung zu.

Ein spezifisches Koordinationstraining zielt hingegen auf die Ausbildung und Vervollkommnung sportartspezifischer koordinativer Fähigkeiten bzw. Leistungsvoraussetzungen ab (vgl. Ball-/Wassergefühl) und hat eine Anwendungs- und Ergänzungsfunktion während der Etappen „Aufbau- und Anschlussstraining“ sowie zusätzlich Harmonisierungsfunktion von Bewegungsabläufen im „Hochleistungstraining“ (Hirtz 1995, 2011). Darüber hinaus dient ein spezifisches Koordinationstraining unmittelbar der Verbesserung einer situationsangemessenen Anwendung der in das Training einbezogenen sportspezifischen Bewegungsfertigkeiten.

Ungeachtet der deutlichen Verlagerung von einem allgemeinen zu einem spezifischen Koordinationstraining mit ansteigendem Leistungslevel bzw. sportlicher Spezialisierung wird die Einbeziehung eines allgemeinen Koordinations-

trainings im gesamten sportlichen Entwicklungsprozess als unverzichtbar angesehen (Hirtz 2011; Lloyd et al. 2015; Neumaier 2014). Begründet wird dies mit dem Erhalt einer außersportlichen motorischen Handlungskompetenz, dem Entgegenwirken von Trainingsmonotonie durch das hohe motivationale Potenzial allgemeiner Koordinationsübungen/-spiele als auch der Schaffung einer erhöhten Handlungssicherheit in Problemsituationen. So empfiehlt zum Beispiel der Deutsche Schwimmverband (DVS) einen prozentualen Anteil des allgemeinen Koordinationstrainings am Gesamttrainingsumfang von 5 % im Anschluss- und Hochleistungstraining, während das sportartspezifische Koordinationstraining 10 bzw. 15 % ausmachen sollte (Reischle et al. 2016).

Eine begriffliche wie auch inhaltliche und methodische Auseinandersetzung mit dem „spezifischen Koordinationstraining“ kann jedoch nicht losgelöst von den verschiedenen theoretischen Positionen zur Bewegungskoordination vollzogen werden.

Unter dem Fähigkeitskonzept findet sich eine spezifische Ausrichtung des Koordinationstrainings in zwei Trainingsformen wieder, die entweder einem koordinativen Fähigkeitstraining oder einem Fertigkeit- bzw. Techniktraining zugeordnet werden können. An dieser Stelle sei auf die synonyme Verwendung der Begriffe Fertigkeit- und Techniktraining in der Literatur hingewiesen (Neumaier und Mechling 1995; Olivier et al. 2008).

Rostock und Zimmermann (1997) legen in ihrem fähigkeitskonzeptionellen Modell zum Koordinationstraining (s. Abb. 2) nahe, dass das auf einem Kontinuum von Generalität/Transferabilität zu Spezifität vollzogene Koordinationstraining immer einen Fähigkeits- und Fertigungsaspekt aufweist, wobei der Fähigkeitsaspekt ab- und der Fertigungsaspekt zunimmt, umso mehr eine Ausrichtung hin zum Spezifitätspol erfolgt. Das Bindeglied zwischen einem allgemeinen *fähigkeitsbezogenen* und einem spezifisch ausgerichteten Koordinationstraining bildet in diesem Modell das *fertigkeitsgerichtete Fähigkeitstraining*. Fertigungsgerichtet bringt zum Ausdruck, dass nicht mehr alle fundamentalen koordinativen Fähigkeiten gleichberechtigt, sondern dominant die für die Fertigkeiten der

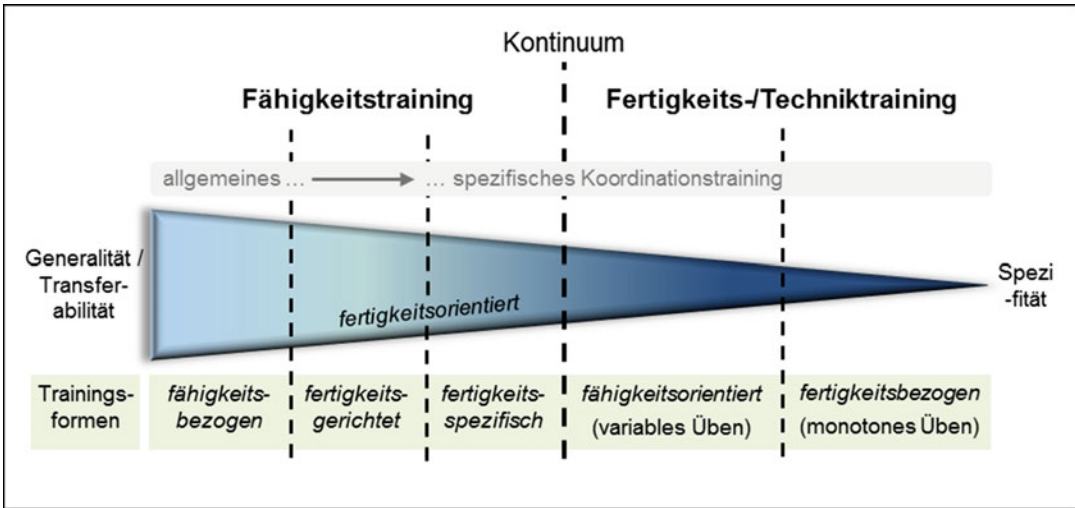


Abb. 2 Koordinationstraining zwischen den Polen Generalität/Transferabilität und Spezifität (modif. n. Rostock und Zimmermann 1997, S. 28)

Sportart bedeutsamen Fähigkeiten mit sportartun-spezifischen Trainingsmitteln und -geräten entwickelt werden sollen. Das *fertigkeitsspezifische Fähigkeitstraining* ist fähigkeitskonzeptionell als spezifisches Koordinationstraining zu klassifizieren (vgl. Hirtz 1995).

Ein inhaltlicher und methodischer Übergang vom Fähigkeitstraining zum Fertigkeitstraining erfolgt nach Rostock und Zimmermann (1997) in Form des *fähigkeitsorientierten Fertigkeitstraining*. Mittels Variabilität im Üben/Trainieren einer bestimmten Fertigkeit soll deren Stabilität gesichert werden, d. h. eine Automatisierung von Regulationsmustern erfolgen. Zielbezogen entspricht das fähigkeitsorientierte Fertigkeitstraining dem Begriffsverständnis von Neumaier (2014) zum variablen Techniktraining, wobei Neumaier prinzipiell ein variables Techniktraining einem spezifischen Koordinationstraining gleichsetzt und somit letzteres als fertigkeitsspezifisch einstuft.

Das Techniktraining auch Koordinationstraining ist und die beiden Trainingsarten eng verflochten sind, betont ebenso Hirtz (1995) und führt an, dass beides zwei relativ eigenständige Aufgabenbereiche mit spezifischen Trainingszielen und -inhalten sind. Konträr hierzu findet sich in der

Literatur jedoch auch die Gleichsetzung von Koordinationstraining mit Fertigkeitstraining und somit Techniktraining (Olivier et al. 2008).

Bei einer trainingsmethodischen Ausrichtung am Fähigkeitskonzept gilt es beim Begriff des spezifischen Koordinationstrainings also zu differenzieren zwischen einem *fertigkeitsspezifischen Fähigkeitstraining* und einem *fähigkeitsorientierten Fertigkeitstraining*.

4.2 Methodik des Koordinationstrainings

4.2.1 Inhalt, Mittel und Methoden des Koordinationstrainings

Obwohl in der Literatur noch immer ein Forschungsdefizit zur theoretischen Grundlegung des Koordinationstrainings auszumachen ist und aus sportartspezifischer Perspektive die Heterogenität koordinativer Anforderungen (aktuell) keine einheitliche Positionierung zum Koordinationstraining erkennen lässt (vgl. Stein und Hossner 2017), lassen sich für das allgemeine und spezifische Training der koordinativen Fähigkeiten und Leistungsvoraussetzungen methodische Grundpositionen und Leitsätze ableiten.

Grundlegend ist, dass unabhängig vom aktuellen und angestrebten Leistungsniveau koordinative Fähigkeiten zielgerichtet zu trainieren sind. Da koordinative Fähigkeiten als fertigkeitübergreifende Leistungsvoraussetzungen die qualitativen Besonderheiten von Prozessverläufen bei Bewegungen beschreiben, muss beim Koordinationstraining somit ein gezielter Eingriff in die zugrundeliegenden bewegungsregulatorischen Prozesse erfolgen (Hirtz 2011). Diesem wird ein Koordinationstraining gerecht, das bei der Generierung von Bewegungsübungen – als Trainingsinhalt – den Prinzipien der Neuheit/Ungeübtheit, Kniffligkeit, Vielfältigkeit und Freudbetontheit folgt (Hirtz 2015; Roth 2014). Für die Generierung derart koordinativ anspruchsvoller Bewegungsaufgaben in Form von Einzel-, Partner-, Gruppenübungen, Gewandtheitsläufen wie auch Spielen, greift man im koordinativen Fähigkeits- und variablen Techniktraining auf ein zentrales Trainingsmittel sowie eine zentrale Trainingsmethode zurück.

Das Haupttrainingsmittel sind sicher beherrschte (einfache) motorische Fertigkeiten, die in Abhängigkeit vom individuellen und sportartspezifischen Leistungsniveau in ihrer strukturellen Komplexität variieren. Auf niedrigem Leistungsniveau handelt es sich dabei um die bereits erwähnten *elementaren Bewegungsfertigkeiten* (EBF), die kennzeichnend sind für ein allgemeines Koordinationstraining und untergliedert werden können in elementare lokomotorische (z. B. Laufen, Springen), objektbezogene/manipulative (z. B. Fangen, Werfen) und stabilisierende (z. B. Balancieren, Drehen) Fertigkeiten (Lubans et al. 2010). Im Rahmen eines spezifischen Koordinationstrainings werden vorrangig sicher beherrschte komplexe *sportspezifische Bewegungsfertigkeiten* (SSF) als Trainingsmittel eingesetzt (z. B. Kraulschwimmen, Sprungwurf).

Die Haupttrainingsmethode im (fähigkeitskonzeptionellen) Koordinationstraining ist das variable Üben. Innerhalb der Variationsmethode lassen sich drei methodische Maßnahmen unterscheiden: programm-, parameter- und bedingungsvariables Üben (Hirtz 2015). Das *programmvariable Üben* umfasst die Variation der eingesetzten programmgebundenen Regulationspotenzen. Entsprechend wird auf mehrere Fertigkeiten zurückgegriffen,

die primär auf die Ausbildung einer oder einiger weniger koordinativer Fähigkeiten abzielen. Beispielsweise wird durch das zielgenaue Werfen und Springen sowie das Fangen und Linien-Prellen die Auge-Hand-Koordination (vgl. Fleishman und Quaintance 1984) bzw. übergeordnet die kinästhetische Differenzierungsfähigkeit (Blume 1978; Hirtz 1985) geschult. Unter sportartspezifischem Fokus kann die Schulung der Differenzierungsfähigkeit im Handball zum Beispiel über ein Training der Torwurfgenauigkeit erfolgen, in dem im Wechsel die Wurftechniken Schlag-, Sprung-, Lauf- und Fallwurf eingesetzt werden.

Um im Koordinationstraining stetig wirksame Entwicklungs- bzw. Trainingsreize setzen zu können, gilt die Maxime, dass die koordinativen Anforderungen im Training höher sein müssen, als dies bei der einfachen Reproduktion der angeeigneten Bewegungsfertigkeiten der Fall ist (Hirtz 2015; Neumaier 2014). Konkret impliziert dies, dass im Koordinationstraining komplexere und schwierigere Übungen mit größerer Handlungsdichte als in der Realsituation (Wettkampf, Schulsport, Alltag etc.) eingesetzt werden, durch die ein „koordinatives Überpotenzial“ geschaffen wird. Trainingsmethodisch greift man dafür auf das parameter- und bedingungsvariable Üben zurück.

Beim *parametervariablen Üben* erfolgt eine gezielte Variation der Bewegungsausführung. Das heißt, dass einzelne Bewegungsphasen oder Teilkörperbewegungen abgewandelt werden oder die gesamte Bewegungsfertigkeit variiert wird, indem die Fertigkeit z. B. im Bewegungstempo, in der Ausgangs- und Endstellung, in der Bewegungsweite/-richtung, im Krafteinsatz etc. verändert wird. Dem variierten und differenzierten Krafteinsatz kommt vor allem eine wichtige Funktion für die Vervollkommnung der kinästhetischen Differenzierungsfähigkeit zu (Hirtz 1985). Hierbei sei auch auf die Variation von Masse, Form und Umfang der in die Bewegungsausführung eingebundenen Sportgeräte hingewiesen, z. B. schwerere/leichtere, kleinere/größere Wurf- und Schlaggeräte. Anknüpfend an die Wurftechniken im Handball, ist Parametervariabilität beispielsweise gegeben bei der Ausführung des Schlagwurfs über das falsche (wurfarme)gleiche Stemmbein, die Verkürzung des Anlaufs auf zwei

oder einen Schritt beim Sprungwurf oder die Variation des Zeitpunkts, zu dem der Ball die Wurfhand verlässt.

Das *bedingungsvariable Üben* induziert einen Wechsel der Übungsbedingungen über die systematische Variation der Informationsanforderung und/oder Druckbedingungen.

Auf jene Anforderungen und Bedingungen verweisen letztlich Neumaier und Mechling (1995) in ihrem „Strukturmodell koordinativer Anforderungskategorien“. Auch für das bedingungsvariable Üben ist kennzeichnend, dass die einzelnen Informationsanforderungen und Druckbedingungen in ihrer Ausprägung erhöht oder verringert werden können (vgl. „Mischpult-Regler“). Die Informationsanforderungen (syn. Wahrnehmungsbedingungen) umfassen den optischen, akustischen, taktilen, kinästhetischen und/oder vestibulären Analysator. Ein Variationsbeispiel ist die Einschränkung der Informationsaufnahme bei Gleichgewichts- oder Dribblings-Übungen durch Ausschalten des optischen Rezeptors.

Die typischen Druckbedingungen unter denen Koordinationsleistungen zu erbringen sind, können in Anlehnung an Neumaier (2014) in Zeit-, Präzisions-, Komplexitäts-, Situations- und Belastungsdruck strukturiert werden. In Tab. 2 werden die fünf Druckbedingungen charakterisiert, die vorrangig mit ihnen verbundenen Fähigkeitskomponenten benannt und Anwendungsbeispiele aufgeführt.

Die Variation der Druckbedingungen beeinflusst generell auch die Informationsanforderun-

gen. So bedingt beispielsweise die Verkleinerung und/oder Neigung der Stand-/Stützfläche (Präzisions- und Situationsdruck) eine erhöhte Beanspruchung des kinästhetischen und vestibulären Analysators.

Die Anwendung der drei trainingsmethodischen Maßnahmen (Programm-, Parameter- und Bedingungsvariabilität) steht im direkten Zusammenhang mit der Unterteilung des Koordinationstrainings in ein Fähigkeits- und Fertigkeitstraining (vgl. Rostock und Zimmermann 1997). Dabei gilt für das allgemeine und fertigkeitstraining, dass es keine strikte Trennung in der Anwendung der einzelnen Maßnahmen gibt und für einen adäquaten Trainingsreiz auch alle drei Maßnahmen miteinander verknüpft werden müssen (vgl. „koordinatives Überpotential“). Dies kann z. B. im Rahmen von Gewandtheitsläufen und Spielformen erfolgen, die entweder allgemein oder sportartspezifisch (d. h. Ausführung mit sportartspezifischen Geräten) angelegt sind. Voraussetzung ist jedoch, dass immer die Programmvariabilität zur Sicherung der Generalisierbarkeit gegeben ist.

Im fähigkeitsorientierten Fertigkeitstraining/variablen Techniktraining findet hingegen ausschließlich das parameter- und bedingungsvariable Üben Anwendung (Rostock und Zimmermann 1997). Das heißt eine bestimmte Fertigkeit wird unter wechselnden Ausführungsparametern und -bedingungen trainiert. Zum Beispiel kann die Stabilisierung der Sprungwurftechnik im Handball trainingsmethodisch derart umgesetzt

Tab. 2 Charakteristik der Druckbedingungen im Koordinationstraining (vgl. Neumaier 2014; Hirtz 2015)

Druckbedingung	Fähigkeitskomponente	Übungsbeispiel
<i>Zeit:</i> verfügbare Bewegungszeit und/oder zu erreichende -geschwindigkeit	Reaktion, Kopplung, Orientierung, Umstellung	Übungen mit maximalen Tempo, Einfach- und Auswahlreaktionen
<i>Präzision:</i> Bewegungsgenauigkeit (beim Bewegungsverlauf und/oder -ergebnis)	Differenzierung, Gleichgewicht	Torwurf/-schuss, Balancieren, Hindernisspringen
<i>Komplexität:</i> simultane und/oder sukzessive Bewegungsteile/-fertigkeiten und einbezogene Muskelgruppen	Kopplung	Werfen/Fangen beim Laufen, Gymnastische Schrittfolge
<i>Situation:</i> Variabilität und Komplexität der Umgebungs-/Situationsbedingungen	Umstellung	Hindernisparcour, Spielformen, Mannschaftssportarten
<i>Belastung:</i> Physische- und/oder psychische Belastungsbedingungen	Reaktion, Differenzierung, Orientierung, Umstellung	Übungen nach konditioneller/kognitiver Vorbelastung

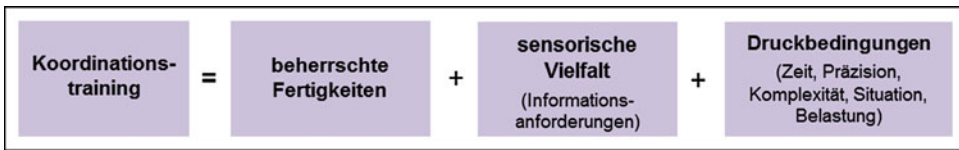


Abb. 3 Methodische Grundformel für das Koordinationstraining (modif. n. Roth 1998, S. 92)

werden, dass beim Sprungwurf von Versuch zu Versuch die Position, die Entfernung, die Wurfriechung, die Sprunghöhe/-weite, der Zeitpunkt des Abwurfs und der Gegnereinfluss verändert werden. Trotz Ausführungsvariationen bleibt das dominante Trainingsziel jedoch die Festigung der Sprungwurftechnik (vgl. Rostock und Zimmermann 1997). Wird unter Beibehaltung der eben genannten Parameter- und Bedingungsvariabilität nun zusätzlich die Wurfart variiert, liegt wiederum ein (hoch komplexes) fertigkeitsspezifisches Fähigkeitstraining vor, mit einer entsprechend anderen primären Zielstellung.

Die bisherigen methodischen Ausführungen zum Koordinationstraining finden sich inhaltlich auch in der national viel zitierten „methodischen Grundformel für das Koordinationstraining“ von Roth (1998) wieder (Abb. 3). Ein Koordinationstraining strukturiert sich demnach über die drei sogenannten Summanden (d. h. Trainingsbestandteile) (1) sicher beherrschte Fertigkeiten, (2) Vielfalt der Informationsverarbeitung und (3) Druckbedingungen. Die beiden letztgenannten Summanden charakterisieren hierbei die *Bedingungsvariabilität* innerhalb der Variationsmethode, wohingegen die *Parametervariabilität* in der Formel nicht explizit berücksichtigt wird. Die Grundformel hat, trotz der methodischen Reduktion auf das programm- und bedingungsvariable Üben, zweifelsohne Wiedererkennungswert und bietet Sportlehrern, Übungsleitern und Trainern eine gute Arbeitsgrundlage zur Strukturierung eines Koordinationstrainings. Bei der Anwendung der Formel weist Roth (1998) darauf hin, dass *exemplarisch* jeweils einer der drei Summanden konstant gehalten werden kann und die beiden anderen variiert werden. In Anlehnung an das Modell zum Koordinationstraining von Rostock und Zimmermann (1997) liegt bei Konstanzhaltung des „Fertigkeitssummanden“ demnach ein fähigkeitsorientier-

tes Fertigkeitstraining vor. In den anderen beiden Fällen (d. h. Vielfalt an Fertigkeiten) kommt je nach eingesetzten Fertigkeiten (EBF, SSF) und Trainingsgeräten (un-/spezifisch) ein allgemeines oder spezifisches Fähigkeitstraining zur Anwendung. Eine Eingrenzung der Formel auf die Anwendung im Rahmen eines allgemeinen Koordinationstrainings (vgl. Stein und Hossner 2017) ist somit nicht gegeben. Vielmehr ermöglicht die methodische Grundformel die Strukturierung eines Koordinationstrainings für alle Handlungsfelder (Schule, Gesundheitssport, Leistungssport, Prävention und Rehabilitation) unter allgemeiner und sportartspezifischer Ausrichtung (Neumaier 2014; Roth 2014), wobei auf die Integrierung der Parametervariabilität nicht verzichtet werden sollte.

Während in Einzel- und Partnerübungen auf eine oder einige wenige koordinative Fähigkeiten fokussiert werden kann, ermöglichen Gewandtheitsläufe und Spiele die gleichzeitige Schulung einer Vielzahl an koordinativen Fähigkeiten unter allgemeinem und sportartspezifischem Aspekt. Hierbei ist den Sportspielen neben der Programmvariabilität per se der „Druckbedingungsfaktor“ eigen (v. a. Komplexitäts-, Situations- und Belastungsdruck), der durch Variation der Regeln weiter akzentuiert und um das parametervariable Üben ergänzt werden kann.

Das sportartspezifische „Kleinfeldspiel“ (engl. „Small-Sided Games [SSG]“) wird hierbei neben der isolierten Schulung der Wahrnehmungs- und Entscheidungsprozesse (engl. „Perceptual Training“) als zentraler Inhalt für ein Training der Agilität in den kontaktbezogenen Mannschaftsportarten ausgewiesen (für einen Überblick Paul et al. 2016). Kleinfeldspiele charakterisieren einen universellen Trainingsinhalt, der der Entwicklung und Optimierung allgemeiner und spiel-spezifischer Leistungskomponenten dient (z. B. Ausdauer, Schnelligkeit, Technik, Taktik, Anti-

zipation). Darüber hinaus sind sie bezugnehmend auf die Variationsmethode inhaltlich von immenser Vielfalt geprägt, z. B. Anzahl der Spieler je Mannschaft (primär 2–6), Spielfeldgröße (in Abhängigkeit von Spieleranzahl und Trainingskonditionierung) und Spielregeln (z. B. limitierte Ballkontakte, nur Bodenpässe, torfreies Spiel). Wissenschaftliche Ableitungen zum (effektiven) methodischen Vorgehen beim Einsatz von Kleinfeldspielen für ein Agilitätstraining liegen noch nicht vor. Chaouachi et al. (2014) setzten beispielsweise bei 12- bis 16-jährigen männlichen Nachwuchsfußballern das Kleinfeldspiel als 1 vs. 1 (10 × 10 m), 2 vs. 2 (20 × 20 m) und 3 vs. 3 (20 × 30 m) unter Verweis auf 2–3 erlaubte Ballkontakte und torfreies Spiel in einer Trainingseinheit erfolgreich ein.

4.2.2 Belastungsnormative im Koordinationstraining

Die Belastungsgestaltung im allgemeinen und speziellen Koordinationstraining wird in trainingswissenschaftlichen Nachschlagewerken und koordinationsbezogenen Fachbüchern nur marginal thematisiert. Ursächlich hierfür ist eine fehlende wissenschaftliche Bearbeitung des Themenfelds, was schlussfolgernd eine theoretische wie auch praktische Unsicherheit bei der Steuerung eines Koordinationstrainings mit sich bringt (vgl. Neumaier 2014).

Hirtz (1985) benennt für die Belastungsgestaltung im koordinativen Fähigkeitstraining zuvorderst zwei Grundregeln. Dies ist einmal die Ausführung weniger Wiederholungen vieler, verschiedener Übungen, die gleichartige Anforderungen an die Art und Weise der Bewegungssteuerung stellen, d. h. programmvariables Üben. Die zweite Grundregel bezieht sich auf das parameter- und bedingungsvariable Üben, in dem viele Wiederholungen ganz bestimmter Übungen bei häufig gezielter Variation der Bewegungsausführungen und Übungsbedingungen erfolgen sollten. Beide Grundregeln lassen sich in der Maxime „Wiederholen ohne Wiederholung“ zusammenfassen. Bezogen auf die den koordinativen Fähigkeiten/Leistungsdispositionen zugrunde liegenden zentral-nervalen Prozesse sollte die Übungsausführung generell mit willentlich größter Intensität erfolgen. Eine wissenschaftliche Verifi-

zierung dieser höchsten Intensität liegt jedoch nicht vor. Die Ausführungsqualität kann hierbei als Indikator der Intensitätsbestimmung benannt werden. Entsprechend folgt das Koordinationstraining der Maxime „Qualität vor Quantität“ und sollte immer im nicht ermüdeten Zustand durchgeführt werden. Eine Ausnahme bilden der gewollte Einschluss physischer und/oder psychischer Druckbelastung in die Trainingssituation (vgl. Wettkampfanforderungen) oder ein Koordinationstraining, das sich zeitlich an eine physische und/oder psychische Beanspruchung anschließt. Zudem weist Neumaier (2014) auf einen für das Koordinationstraining mehr begünstigenden als begrenzenden Moment des erhöhten Aktivierungszustandes („allgemeines zentralnervöses Aktivierungsniveau“) nach kurzer intensiver konditioneller Beanspruchung hin, z. B. in Form von Sprungfolgen oder Sprints. Die dabei erfolgte konditionelle Beanspruchung hat demnach keine direkte Beeinträchtigung der Bewegungsqualität im Koordinationstraining zur Folge.

Das Prinzip der progressiven Belastungssteigerung berücksichtigend, sollte die Intensität über folgende Sequenzierung gesteigert werden: (1) Erhöhung der „koordinativen Schwierigkeit“ mittels Variation der Bewegungsausführung, (2) Erhöhung der Wiederholungszahl bei gleichbleibender Übungszeit, (3) Verkürzung der Pausenzeit zwischen Übungen bzw. Serien und (4) Üben nach und unter physischer/psychischer Beanspruchung (Hirtz 1985). Neumaier (2014) empfiehlt, dass im allgemeinen Koordinationstraining im Rahmen der Grundausbildung jedoch noch auf einen gesteigerten Belastungsdruck verzichtet werden sollte. Wann innerhalb einer Übungs- bzw. Trainingseinheit ein Koordinationstraining platziert wird, kann folglich nur in Verbindung mit den angestrebten Zielen des Koordinationstrainings beantwortet werden (vgl. Belastungsdruck). Gleiches gilt für den Umfang des Koordinationstrainings, der unter sportartspezifischer Perspektive letztlich abhängig ist vom koordinativen Anforderungsprofil der Sportart und der Trainingsperiodisierung (s.u.). Generell spricht nichts dagegen, ein allgemeines oder spezifisches Koordinationstraining als Hauptteil in der Übungs-/Trainingseinheit zu realisieren. Nichts desto trotz findet der

Einsatz allgemeiner koordinativer Bewegungsaufgaben klassischerweise im Rahmen eines Aufwärmprogramms sowohl im Schul-, Breiten- als auch Leistungssport Anwendung. Beispiele sind Linienläufe, das Lauf-ABC und Kleine Spiele. Des Weiteren können Übungsfolgen, die auf das Training einer bestimmten koordinativen Fähigkeit/Leistungsvoraussetzung abzielen (z. B. Reaktions-, Gleichgewichtsvermögen) als thematischer Einstieg in eine Trainingseinheit/Sportunterrichtsstunde genutzt werden, wobei ihnen eine kurze Phase der Herzkreislauf-Aktivierung vorausgehen sollte.

Die Steigerung des Umfangs innerhalb einer Übungs-/Trainingseinheit erfolgt generell zuerst über die Erhöhung der Übungswiederholungen in einer Serie/einem Satz und nachfolgend über die Erhöhung der Anzahl an Serien/Sätzen. Zu beachten ist, dass in beiden Fällen echte „Monotonie-“ und „Trainingswirkungsgrenzen“ bestehen und folglich eine weitere Umfangssteigerung über eine Erhöhung der Anzahl der Übungen erfolgen muss (vgl. Hirtz 1985). Neumaier (2014) führt an, dass Koordinationsübungen besser häufiger im Training bei geringerem Umfang Berücksichtigung finden sollten, statt selten und dafür umfangreich.

Die benannten grundlegenden Prinzipien der Belastungsgestaltung im Koordinationstraining können lediglich für die Gleichgewichtskomponente mit wissenschaftlich abgesicherten, d. h. metaanalytisch basierten Angaben zur optimalen Belastungsgestaltung ergänzt werden. So wurden jüngst Dosis-Wirkungsbeziehungen von Gleichgewichtstraining auf die statische und dynamische Gleichgewichtsleistung von gesunden Jugendlichen (12–19 Jahre) (Gebel et al. 2018), jungen Erwachsenen (16–40 Jahre) und Senioren (≥ 65 Jahre) (Lesinski et al. 2015a, b) publiziert. Bei Gebel et al. (2018) findet sich eine zusammenfassende Gegenüberstellung der Trainingsmodalitäten, für die in Abhängigkeit zur Trainingsdosis die größten Trainingseffekte auf die Gleichgewichtsleistung (allgemein, statisch, dynamisch) der drei untersuchten Populationen nachgewiesen werden konnten.

In einem fußballspezifischen 3 vs. 3 Kleinfeldspiel-Training (18 × 30 m, hoch intensive Belas-

tung) setzten Eniseler et al. (2017) bei männlichen Nachwuchssportler (16,9 ± 1,1 Jahre) ein literaturbasiertes Trainingsprotokoll um, das durch folgende Belastungsparameter gekennzeichnet war: zwei Trainingseinheiten pro Woche über vier Wochen, vier Blöcke mit je drei-minütiger Spielzeit bei einer Intensität von 90–95 % der maximalen Herzfrequenz und einer vier-minütigen passiven Pause. Das Training wurde im Übergang von der Vorbereitungs- (4 Wochen) zur Wettkampfphase (2 Wochen) jeweils zu Beginn der 60–90-minütigen Trainingseinheit durchgeführt (4 reguläre Trainingseinheiten pro Woche).

Periodisierung

Unabhängig vom koordinativen Anforderungsprofil der Sportart wird ein allgemeines akzentuiertes Koordinationstraining als ganzjährig begleitender Trainingsinhalt im Nachwuchsbereich für grundlegend erachtet (Glasauer 2003; Neumaier 2014). Wie sich dieses in der Jahresplanung mit einem spezifischen Koordinationstraining verbinden lässt, hat Glasauer im Rahmen einer deutschlandweit angelegten Forschungsstudie zum Koordinationstraining im (männlichen) Nachwuchsbereich (12–16 Jahre) der Sportart Basketball untersucht. Seine Expertise gestützten Empfehlungen (empirische Befragung) zur koordinativen Belastungsgestaltung im Basketball-Nachwuchsbereich können ebenso auf weitere Spportsportarten wie z. B. Fuß- und Volleyball übertragen werden (vgl. Nieber und Thiel 2010).

Demnach sollte im Jahreszyklus in der Übergangs- und Vorbereitungsphase ein allgemeines und spezielles Koordinationstraining als inhaltlicher Schwerpunkt festgesetzt werden. Während in der Übergangs- und zu Beginn der Vorbereitungsphase das allgemeine Koordinationstraining im Vordergrund steht (z. B. leichtathletisch geprägte Koordinationsübungen), dominiert in der spezifischen Vorbereitung ein sportartspezifisches Koordinationstraining. Innerhalb dieser beiden Trainingsphasen sollte das entsprechende Koordinationstraining in jeder 90-minütigen Trainingseinheit für 30 bis 40 Minuten im Hauptteil bei höchster Intensität realisiert werden. In der Wettkampfperiode reduziert sich der Anteil des Koordinationstrainings am Gesamttrainingsum-

fang zugunsten anderer Trainingsarten (Taktiktraining, spezifisches Konditionstraining, Vorbereitung auf Wettspiele etc.) und beinhaltet primär sportspielspezifische Wahrnehmungs-, Situations- und Entscheidungsprozesse zur Schulung der Handlungskompetenz. Die Trainingshäufigkeit liegt ausgehend von drei bis vier Trainingseinheiten im U16-Bereich bei ein bis zwei Mal pro Woche, wobei die koordinativen Trainingseinheiten zu Wochenbeginn platziert werden sollten (Glasauer 2003).

4.3 Trainingsanpassungen

Der Bedeutung, die dem Training allgemeiner koordinativer Fähigkeiten/Leistungsdispositionen im Rahmen der motorischen Entwicklungsförderung von Heranwachsenden sowohl im Setting (Vor-)Schule als auch Sport zugesprochen wird, steht ein geringer Kenntnisstand über die biopsychosoziale Trainingswirksamkeit entsprechender Maßnahmen gegenüber. So weist Roth (2014) seinen kurzen literaturbasierten Überblick zu den Wirkungen von Koordinationstraining als „vorläufige Resultatstendenzen“ in sechs systematisierten Bereichen aus. Die Wirkung eines allgemeinen Koordinationstrainings auf die (1) *fertigkeitsübergreifenden Steuerungs- und Regulationsprozesse*, (2) *die motorische Intelligenz* und die (3) *schulischen Lernleistungen (exekutive Funktionen)* resümiert er als positiv. Wohingegen für die Bereiche (4) *Risikokompetenzen (Unfall/Verletzungen)*, (5) *Bewegungsökonomie* und (6) *psychisches Wohlbefinden* nach Auffassung des Autors keine (wissenschaftliche) Aussage möglich ist. Um eine Einordnung der Befunde von Roth (2014) in den nachfolgenden narrativen Studienüberblick zu den Wirkungen von Koordinationstraining zu ermöglichen, können unter pragmatischen Gesichtspunkten die Bereiche (1), (2) und (5) von Roth zu dem/den „primären Endpunkt/en“ eines Koordinationstrainings subkategorisiert werden – d. h. die Wirkungsanalyse eines allgemeinen Koordinationsstrainings auf die trainierten koordinativen Fähigkeiten. Die Bereiche (3), (4) und (6) charakterisieren sogenannte „sekundäre Endpunkte“.

Die wenigen Studien, die sich der Wirkungsanalyse eines allgemeinen Koordinationstrainings auf primäre Endpunkte bei Kindern im Alter von 4 bis 12 Jahren widmeten, konnten mindestens teilweise signifikante Leistungsverbesserungen in den untersuchten koordinativen Testaufgaben im Vergleich zur jeweiligen Kontrollgruppe belegen (Dirksen et al. 2015; Gallotta et al. 2009; Kambas et al. 2004). Beispielsweise führten Dirksen et al. (2015) über 20 Wochen jeweils zu Beginn der beiden wöchentlichen Sportstunden ein 15-minütiges Koordinationstraining mit dem Fokus auf die koordinativen Komponenten Gleichgewicht, räumliche Orientierung, kinästhetische Differenzierung und Auge-Hand-Koordination mit Mädchen und Jungen der sechsten Klasse durch. Im Vergleich zur Kontrollgruppe verbesserte sich die Interventionsgruppe statistisch bedeutsam in der Leistung zur Differenzierung (Effektgröße [EG] = 0,51) und zur Auge-Hand-Koordinierung (EG = 0,56), wobei die statistischen Effektgrößen [EG] jeweils auf eine moderate praktische Relevanz der Leistungsverbesserung hinweisen (EG > 0,51). Für die Gleichgewichts- und Orientierungsleistung fanden sich keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe.

Eine weitaus größere Anzahl an Forschungsstudien widmete sich bis dato der koordinativen Gleichgewichtskomponente. Aktuelle Meta-Analysen belegen einen moderaten bis großen Effekt von Gleichgewichtstraining auf das statische (EG = 0,71) und dynamische Gleichgewicht bei gesunden Kindern und Jugendlichen (6–19 Jahre) und das statische (EG = 0,73) und proaktive Gleichgewicht (EG = 0,93) bei gesunden jungen Erwachsenen (16–40 Jahre) (Gebel et al. 2018; Lesinski et al. 2015a). Die Analysen von Lesinski et al. (2015a) belegen ferner, dass bezogen auf die Leistungssteigerung im statischen Gleichgewicht, Nachwuchs-Elitesportler von einem Gleichgewichtstraining statistisch bedeutsam mehr profitierten als die übrigen Studienpopulationen (d. h. Studien mit Nachwuchs-, Freizeitsportlern oder Untrainierten).

Für Senioren (> 65 Jahre) konnten ebenfalls metaanalytisch statistisch bedeutsame kleine bis große Effekte von Gleichgewichtstraining auf die

einzelnen Gleichgewichtskomponenten nachgewiesen werden (statisch: EG = 0,51; dynamisch: EG = 0,44; proaktiv: EG = 1,73; retroaktiv: EG = 1,01) (Lesinski et al. 2015b). Bezugnehmend auf eine aktive Lebensgestaltung sowie die Sturz-/Unfallprävention in diesem Altersbereich, sind insbesondere die großen Trainingswirkungen auf das pro- und retroaktive Gleichgewicht als gesellschaftsbedeutsam einzustufen.

Neben den positiven Effekten eines Gleichgewichtstrainings auf den primären Endpunkt konnten mehrere Studien darüber hinaus bedeutsame Transfereffekte auf Schnellkraftleistungen bei Heranwachsenden (zsf. Lueder et al. 2018) sowie die Richtungswechselschnelligkeit bei jungen Erwachsenen (zsf. Hrysonmallis 2011) nachweisen.

Bezugnehmend auf sekundäre Endpunkte koordinativ ausgerichteter kontrollierter Trainingsstudien finden sich Hinweise für geringere Prävalenzraten von Unfällen/Verletzungen bei Kindergartenkindern nach einem allgemeinen Koordinationstraining (Kambas et al. 2004) sowie bei Nachwuchsathleten nach einem Gleichgewichtstraining (Hrysonmallis 2011). Letztlich konnte eine Vielzahl an Studien den Nachweis einer positiven Wirkung von Koordinations- und Gleichgewichtstraining auf kognitive und akademische Leistungen von Heranwachsenden als auch Erwachsenen erbringen (Dirksen et al. 2015; Fedewa und Ahn 2011; Windisch et al. 2011). So konnten Fedewa und Ahn (2011) in ihrer Metaanalyse für koordinative Trainingsinterventionen im Schulsetting (10 Studien) einen statistisch bedeutsamen positiven Effekt auf die kognitiven und schulischen Leistungen von Heranwachsenden (6–16 Jahre) nachweisen. Bezogen auf die praktische Relevanz ist der Effekt jedoch als trivial zu bewerten (EG = 0,15) und lag unter den signifikanten kleinen Effekten, die für Studieninterventionen mit dem Fokus Ausdauertraining (EG = 0,44), Kraftausdauertraining (EG = 0,40) und für Sportunterrichtsprogramme (EG = 0,20) gefunden wurden.

Literatur

- Ackerman, P. L. (1987). Individual differences in skill learning: An integration of psychometric and information processing perspectives. *Psychological Bulletin*, 102, 3–23.
- Beck, K., & Bös, K. (1995). *Normwerte motorischer Leistungsfähigkeit*. Köln: Sport & Buch Strauss.
- Blume, D. D. (1978). Zu einigen wesentlichen theoretischen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 27, 29–36.
- Bös, K. (1987). *Handbuch sportmotorischer Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Bös, K. (2017). *Handbuch Motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe.
- Bös, K., & Mechling, K. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K., & Wohlmann, R. (1987). Allgemeiner Sportmotorischer Test (AST 6-11) zur Diagnose der konditionellen und koordinativen Leistungsfähigkeit. *Lehrhilfen für den Sportunterricht*, 36(10), 145–156.
- Bös, K., Schlenker, L., Lämmle, L., Müller, H., Oberger, J., Seidel, I., & Tittlbach, S. (2009). *Deutscher Motorik-Test 6-18 (DMT 6-18)*. Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft. Ad-hoc-Ausschuss „Motorische Tests für Kinder und Jugendliche“. Hamburg: Feldhaus.
- Büsch, D. (2001). Funktioniert das Analyseraster für koordinative Anforderungen? *Spectrum der Sportwissenschaften*, 13(1), 54–69.
- Büsch, D., & Granacher, U. (2014). *Y-Balance Test. Anwenderhandbuch*. Leipzig: Institut für Angewandte Trainingswissenschaft (IAT).
- Büsch, D., Prieske, O., Kriemler, S., Puta, C., Gabriel, H., & Granacher, U. (2017). Krafttraining im Kindes- und Jugendalter: Bedeutung, Wirkung und Handlungsempfehlungen. *Swiss Sports and Exercise Medicine*, 65(3), 34–42.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126–131.
- Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., & Castagna, C. (2014). Multidirectional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3121–3127.
- Chimera, N. J., & Warren, M. (2016). Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World Journal of Orthopedics*, 7(4), 202–217.
- Dirksen, T., Zentgraf, K., & Wagner, H. (2015). Bewegungskoordination und Schulerfolg? [journal article]. *Sportwissenschaft*, 45(2), 73–82.
- Donath, L., Roth, R., Zahner, L., & Faude, O. (2017). Slackline training (balancing over narrow nylon ribbons) and balance performance: A meta-analytical review. *Sports Medicine*, 47(6), 1075–1086.

- DOSB, D. O. S. B. (2013). *DOSB l Nachwuchsleistungssportkonzept 2020 – Unser Ziel: Dein Start für Deutschland*. Frankfurt a. M.: DOSB.
- Eniseler, N., Şahan, Ç., Özcan, I., & Dinler, K. (2017). High-intensity small-sided games versus repeated sprint training in junior soccer players. *Journal of Human Kinetics*, *60*, 101–111.
- Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *82*(3), 521–535.
- Fleishman, E. A., & Bartlett, C. J. (1969). Human abilities. *Annual Review of Psychology*, *20*, 349–380.
- Fleishman, E. A., & Quaintance, M. K. (1984). *Taxonomies of human performance: The description of human tasks*. Orlando: Academic.
- Gallotta, M. C., Marchetti, R., Baldari, C., Guidetti, L., & Pesce, C. (2009). Linking coordinative and fitness training in physical education settings. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *19*(3), 412–418.
- Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2018). Effects and dose-response relationship of balance training on balance performance in youth: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *48*(9), 2067–2089.
- Glasauer, G. (2003). *Koordinationstraining im Basketball. Von Ressourcen über Anforderungen zu Kompetenzen*. Hamburg: Kovac.
- Guellich, A., & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihre Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *50*(7/8), 223–234.
- Haibach, P. S., Reid, G., & Collier, D. H. (2017). *Motor learning and development [Perspectives in motor behavior]* (2. Aufl., S. 3–28). Champaign: Human Kinetics.
- Hartmann, C., Minow, H.-J., & Senf, G. (2011). *Sport verstehen – Sport erleben* (2., überarb. Aufl.). Berlin: Lehmanns media.
- Henry, F. M. (1968). Specificity vs. generality in learning motor skills. In R. C. Brown & G. S. Kenyon (Hrsg.), *Classical studies on physical activity* (S. 331–340). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Hirtz, P. (1985). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport: vielseitig, variationsreich, ungewohnt*. Berlin: Volk und Wissen.
- Hirtz, P. (1995). Koordinationstraining gleich Techniktraining?. In J. Krug & H.-J. Minow (Hrsg.), *Sportliche Leistung und Training* (S. 205–210). dvs-Band 70. Sankt Augustin: Academia.
- Hirtz, P. (2011). Koordinative Fähigkeiten. In G. Schnabel, H.-D. Harre & J. Krug (Hrsg.), *Trainingslehre – Trainingswissenschaft* (2., aktual. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Hirtz, P. (2015). Koordinative Fähigkeiten und Beweglichkeit. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik* (12., überarb. Aufl., S. 212–242). Aachen: Meyer & Meyer.
- Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter, M. (2014). *Einführung in die Trainingswissenschaft* (6., unveränd. Aufl.). Wiebelsheim: Limpert.
- Hossner, E.-J. (1995). *Module der Motorik. (Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes, Bd. 28)*. Schorndorf: Hofmann.
- Hossner, E.-J. (1997). Der Rückschlagbaukasten: ein integratives Konzept für das Techniktraining. In B. Hoffmann & P. Koch (Hrsg.), *Integrative Aspekte in Theorie und Praxis der Rückschlagspiele* (S. 25–39). Hamburg: Czwalina.
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. [Review]. *Sports Medicine*, *41*(3), 221–232.
- Kambas, A., Antoniou, P., Xanthi, G., Heikenfeld, R., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2004). Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *55*(2), 44–47.
- Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), Manual*. Beltz: Weinheim.
- König, S. (2016). Koordinationstraining im Schulsport. In G. Thienes & M. Baschta (Hrsg.), *Training im Schulsport* (S. 135–154). Schorndorf: Hofmann.
- Kuemmel, J., Kramer, A., Giboin, L. S., & Gruber, M. (2016). Specificity of balance training in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. [Meta-analysis review]. *Sports Medicine*, *46*(9), 1261–1271.
- Larsen, L. R., Kristensen, P. L., Junge, T., Moller, S. F., Juul-Kristensen, B., & Wedderkopp, N. (2016). Motor performance as risk factor for lower extremity injuries in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *48*(6), 1136–1143.
- Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015a). Dose-response relationships of balance training in healthy young adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *45*(4), 557–576.
- Lesinski, M., Hortobagyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015b). Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, *45*(12), 1721–1738.
- LI Hamburg, L. f. L. u. S.-H. (2011). Motoriktest „Hamburger Parcours“ in der Grundschule.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B., Williams, C. A., Myer, G. D. et al. (2015). Long-term athletic development- part 1: A pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(5), 1439–1450.
- Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents. [Journal article]. *Sports Medicine*, *40*(12), 1019–1035.
- Lueder, B., Golle, K., Hummel, A., & Granacher, U. (2018). Training im Sportunterricht. *Sportunterricht*, *67*(2), 52–57.
- Matlak, J., Tihanyi, J., & Racz, L. (2016). Relationship between reactive agility and change of direction speed in amateur soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *30*(6), 1547–1552.

- MBJS. (2002). *Jugend trainiert für Olympia-Wettkampfprogramm für Grundschulen (3. Klasse) im Land Brandenburg [German School Sport Contest „Youth trains for Olympia“ (grade 3) of the Federal State Brandenburg]*. Potsdam: B. u. S. M. o. E. Ministerium für Jugend, Youth and Sports of the federal state Brandenburg.
- Mechling, H. (2003). Von koordinativen Fähigkeiten zum Strategie-Adaptationsansatz. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft – Bewegungslehre* (S. 347–369). Schorndorf: Hofmann.
- Mechling, H., & Rieder, H. (1977). Ein Testverfahren zur Erfassung der großmotorischen Bewegungsgeschicklichkeit im Sport bei 9-13-jährigen Kindern. *Psychomotorik*, 2(3), 95–111.
- Muehlbauer, T., Besemer, C., Wehrle, A., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2012). Relationship between strength, power and balance performance in seniors. *Gerontology*, 58(6), 504–512.
- Muehlbauer, T., Besemer, C., Wehrle, A., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2013). Relationship between strength, balance and mobility in children aged 7–10 years. *Gait & Posture*, 37(1), 108–112.
- Muehlbauer, T., Dettmer, M., & Granacher, U. (2018). Gleichgewicht im Alter. In U. Granacher, H. Mechling & C. Voelcker-Rehage (Hrsg.), *Handbuch Bewegungs- und Sportgerontologie*. Hofmann: Schorndorf.
- Neumaier, A. (2014). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordinationstraining* (4., korr. Aufl.). Köln: Sportverlag Strauß.
- Neumaier, A., & Mechling, H. (1995). Allgemeines oder sportartspezifisches Koordinationstraining. *Leistungssport*, 25, 14–18.
- Nieber, L., & Thiel, A. (2010). Koordinatives Ergänzungstraining im Nachwuchsleistungsvolleyball. *Leistungssport*, 40(1), 24–29.
- Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2017). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*. vor Druck.
- Olivier, N., Marschall, F., & Büsch, D. (2008). *Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagstromer, M., Castillo, M. J. (2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HELENA Study. *International Journal of Obesity*, 32(S5), S49–S57.
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodriguez, G., & Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1), 20–29.
- Paul, D. J., Gabbett, T. J., & Nassis, G. P. (2016). Agility in team sports: Testing, training and factors affecting performance. [Review]. *Sports Medicine*, 46(3), 421–442.
- Prätorius, B. (2008). *Entwicklung eines Koordinationstests für Kinder im Grundschulalter und dessen Validierung mit Hilfe biomechanischer Methoden. (Dissertation)*. Göttingen: Cuvillier.
- Prieske, O., Krüger, T., & Granacher, U. (2017). Schnelligkeit und Schnelligkeitstraining. In K. Hottenrott & I. Seidel (Hrsg.), *Handbuch Trainingswissenschaft – Trainingslehre*. Hofmann: Schorndorf.
- Reischle, K., Buchner, M., Rudolph, K. & Roder, C. (2016). *SwimStars: Schwimmen lernen und Techniktraining optimieren. Das dvs-Schwimmbuch* (3., überarb. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Roriz De Oliveira, M. S., Seabra, A., Freitas, D., Eisenmann, J. C., & Maia, J. (2014). Physical fitness percentile charts for children aged 6–10 from Portugal. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(6), 780–792.
- Rostock, J., & Zimmermann, K. (1997). Koordinationstraining zwischen Generalität und Spezifität. *Leistungssport*, 27(4), 28–30.
- Roth, K. (1982). *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten*. Bad Homburg: Limpert.
- Roth, K. (1998). Wie verbessert man koordinative Fähigkeiten? In B. Sportpädagogogen (Hrsg.), *Methoden im Sportunterricht – Ein Lehrbuch in 14 Lektionen. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport* (4., unveränd. [2003] Aufl., S. 85–102). Schorndorf: Hofmann.
- Roth, K. (1999). Die fähkeitsorientierte Betrachtungsweise (Differenzielle Motorikforschung). In K. Roth & K. Willimczik (Hrsg.), *Bewegungswissenschaft*. Reinbek bei Haumburg: Rowohlt Taschenbuch.
- Roth, K. (2014). Begriffe und theoretische Grundlagen der Koordinationsschulung. In C. Kröger, K. Roth & H. Haag (Hrsg.), *Koordinationsschulung im Kindes- und Jugendalter: Eine Übungsammlung für Sportlehrer und Trainer* (S. 5–34). Hofmann: Schorndorf.
- Rusch, H., & Irrgang, W. (1994). Auswahltest Sportförderunterricht. *Lehrhilfen für den Sportunterricht*, 43(1), 1–7.
- Rusch, H., & Irrgang, W. (2005). *MFT Normierungstabelle 2005*. <http://www.sportunterricht.de/mft/mft-daten05.pdf>. Zugegriffen am 04.02.2019.
- Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2008). *Motor Learning and Performance: A situation-based learning approach* (4. Aufl.). Champaign: Human Kinetics.
- Schnabel, G. (2015). Bewegungskoordination als Regulation der Bewegungstätigkeit. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.), *Bewegungslehre – Sportmotorik* (12., überarb. Aufl., S. 28–71). Aachen: Meyer & Meyer.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. [Review]. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5. Aufl.). Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Silk, T. J., & Wood, A. G. (2011). Lessons about neurodevelopment from anatomical magnetic resonance imaging. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(2), 158–168.

- Stein, T., & Hossner, E.-J. (2017). Koordination und Koordinationstraining. In K. Hottenrott & I. Seidel (Hrsg.), *Handbuch Trainingswissenschaft – Trainingslehre* (S. 240–262). Schorndorf: Hofmann.
- Töpel, D. (1972). Der Kasten-Bumerang-Lauf – ein Test der motorischen Leistungsfähigkeit. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 21, 736–742.
- Warwitz, S. (1976). *Das sportwissenschaftliche Experiment – Planung, Durchführung, Auswertung, Deutung*. Schorndorf: Hofmann.
- Windisch, C., Voelcker-Rehage, C., & Budde, H. (2011). Förderung der geistigen Fitness bei Schülerinnen und Schülern durch koordinative Übungen. *Sportunterricht*, 60(10), 307–311.
- Wollny, R. (2007). *Bewegungswissenschaft – Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Young, W. B., Dawson, B., & Henry, G. J. (2015). Agility and change-of-direction speed are independent skills: Implications for training for agility in invasion sports. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 10(1), 159–169.