

2 Theoretische Grundpositionen zur Schnelligkeit

2.1 Bedeutung der Schnelligkeit

Schnelligkeit ist als ein außergewöhnlich vielfältiger Fähigkeitskomplex in der Trainingswissenschaft bekannt (Weineck, 2019). Dieser wird in den verschiedenen Sportarten auf recht unterschiedliche Weise dargestellt und gewinnt seit Jahren zunehmend an Bedeutung (Krug & Witt, 2017; Weineck, 2019).

Grundsätzlich versteht man in der Sportwissenschaft unter Schnelligkeit alles das, was geschieht, um unter Zeitdruck Bewegungen auszuführen (Voss, Witt & Werthner, 2007). Die Fähigkeit ermöglicht, auf ein Signal oder einen Reiz schnellstmöglich zu reagieren bzw. zu agieren (Hottenrott & Neumann, 2010). Der Sportler kann Bewegungen mit und ohne Widerstand in höchster Geschwindigkeit oder in kürzester Zeit ausführen (Hottenrott & Neumann, 2010). Im Skilanglauf besteht das Ziel darin, sich mit dem Sportgerät (Ski) schnellstmöglich über eine bestimmte Strecke zu bewegen (Prieske, Krüger & Granacher, 2017).

Das Zustandekommen schnellstmöglicher Bewegungen lässt sich mit drei Bereichen des menschlichen Systems erklären. Zum einen die Muskulatur, welche für die Bewegungsarbeit zuständig ist. Zum anderen spielen das zentrale und periphere Nervensystem (Gehirn, Nervenleitungen, Motoneurone) für die Steuerung (Koordination) der Muskulatur eine Rolle. Nicht zu vergessen sind die psychischen Antriebs- und Willenskräfte in Form der neuronalen Aktivierung, welche die Koordinationsprozesse in Gang setzen und eine Bewegung ermöglichen (Grosser & Renner, 2007). Bereits Zaciorskij (1972) teilte die Schnelligkeit in fünf Phasen und beschrieb den Reaktionsverlauf wie folgt:

1. die Erregung tritt im Rezeptor auf (Auge, Ohr, Haut);
2. Überführung der Erregung in das zentrale Nervensystem (ZNS);
3. Übergang des Reizes in die Nervennetze und Bildung des effektorischen Signals;
4. Signal tritt vom ZNS in den Muskel ein;
5. Muskelreizung durch das ZNS und die Entstehung einer mechanischen Aktivität im Muskel.

Jede Willkürbewegung, die wir ausführen, wird als ein Programm abgerufen bzw. produziert. Alles läuft in unserer *Software*, dem neuronalen Netzwerk unseres ZNS, ab. Einige wenige Grundprogramme bringen wir mit auf die Welt, alle anderen müssen gelernt und produziert werden, was sich in einem mühsamen und langwierigen Prozess widerspiegelt. Unter dem Prozess Lernen kann sich vereinfacht vorstellen, dass durch Selbstorganisation entwickelte Schaltungsmuster (im neuronalen Netzwerk) durch Sinnesreize ausgelöst werden. Um schnellstmögliche Bewegungen

auszuführen werden kürzeste Zugriffszeiten auf entsprechende neuronale Programme vorausgesetzt (Geese & Hillebrecht, 2006).

Zahlreiche Faktoren und Einflussgrößen bedingen die Schnelligkeitsleistung. Neben genetischen Faktoren wie Geschlecht, Muskelfaserverteilung und Reaktionsvermögen, sind sensorische kognitive Faktoren, also eine schnelle Informationsaufnahme, -übertragung und -verarbeitung entscheidend (Grosser & Renner, 2007; Hottenrott & Neumann, 2010). Weiterhin spielen neuronale Faktoren u.a. ein hohes Bereitschaftspotenzial im ZNS, hohe Nervenleitgeschwindigkeit und eine hohe Rekrutierung eine Rolle (Hottenrott & Neumann, 2010). Am Ende des Nervenleitsystems sind die tendomuskulären Faktoren wie ein hoher FT-Faseranteil, hohe Elastizität und Dehnbarkeit des Muskel-Sehnen-Systems relevant (Hottenrott & Neumann, 2010). Die vier Faktoren mit ihren zahlreichen Einflussfaktoren bringen an dieser Stelle nochmals die Komplexität der Thematik Schnelligkeit zum Ausdruck.

Untersuchungen zur Nervenleitgeschwindigkeit von Bauersfeld und Voss (1992) deuteten darauf hin, dass Schnelligkeit nicht nur genetisch determiniert ist, sondern durch induzierte und neuromuskuläre Anpassungseffekte durch Training gesteigert werden kann.

In Verbindung dazu tritt in der Literatur häufig der Begriff *Zeitprogramm* in Erscheinung, welcher u.a. schon von Bauersfeld und Voss (1992) verwendet wird. Voss et al. (2007) beschreiben die elementare Schnelligkeit als eine vom Bewusstsein unabhängig ablaufende Handlung. Bei der azyklischen Schnelligkeit werden hingegen eine große Anzahl an Muskelfasern schon zu Beginn einer Bewegung einbezogen, d.h. eine hohe Rekrutierungsrate und Synchronität liegt vor (Voss et al., 2007). In der zyklischen Schnelligkeit wird eine dichte Folge von effizienten (azyklischen) Impulsgruppen benötigt. Diese dichte Folge der Einzelzyklen wird durch ein neuronales (spinales) Programm gesteuert, wodurch die zeitlichen Abläufe festgelegt und koordiniert werden. Bei der Reaktionsschnelligkeit ist wichtig, dass insbesondere bei der zentralen Verarbeitung, die Impulse über möglichst wenige Schaltstellen (Synapsen) laufen. Dieser Leistungsweg läuft ebenfalls in einem Programm ab. Die aufgezeigten Programme sind in ihrem zeitlichen Ablauf kürzer als 200 Millisekunden und erst bei längeren Zeiten ist eine bewusste Bewegungssteuerung möglich. Zeitliche Begrenzung und zeitliche Stabilität gelten als wesentliche Merkmale dieser elementaren Schnelligkeitsprogramme und werden überwiegend, als zeitliche und weniger als räumliche Muster abgespeichert. Grundsätzlich sind zwei Formen von Zeitprogrammen zu unterscheiden, die kurzen und die langen Zeitprogramme. Wobei die kurzen Zeitprogramme dabei immer für eine gute elementare Schnelligkeit stehen. Diese sind notwendig, um kurze und effektive Hauptphasen mit hohen Antriebsimpulsen zu realisieren bzw. auch eine hohe Dichte (Frequenz) der Impulse oder auch kurze Reaktionszeiten zu ermöglichen. Mit dem Ziel den äußeren Zeitdruck effektiv zu bewältigen (Voss et al., 2007).

Die Bedeutung der Schnelligkeit im Skilanglauf wächst zunehmend und es werden neue Trainingsformen in den Trainingsprozess einbezogen (Stöggli & Stöggli, 2013). Die Thematik Schnelligkeitstraining – auch im Skilanglauf vielschichtig und hält viele

Anforderungen auf energetisch-konditioneller, neuro-muskulärer, koordinativ-technischer sowie strategisch-taktischer Ebene für das Training bereit (Siebert, 2013).

2.2 Erscheinungsformen der Schnelligkeit

Der Begriff *Schnelligkeit* hat im Sport viele Facetten und erscheint nicht nur als die *Eine* Schnelligkeit. Die motorische Fähigkeit bildet, neben Ausdauer und Kraft, den dritten Eckpfeiler der Kondition des aktiven Bewegungsapparats (Schnabel, Harre & Krug, 2011). Jedoch ist eine klare Abgrenzung zwischen den einzelnen Fähigkeitskomplexen schwer. Da Begriffe wie Schnelligkeitsausdauer oder Schnellkraft in den Schnelligkeitsmodellen in Erscheinung treten. Doch eine anfängliche allgemeine Abgrenzung lässt sich über die Parameter Belastungsintensität und Belastungsdauer vornehmen (Schnabel et al., 2011). Deshalb werden schnelle Bewegungen, bei denen die Widerstände bei mehr als 30-50 % des individuell realisierbaren Kraftmaximums liegen eher den Kraftfähigkeiten zugeordnet (Güllich & Schmidtbleicher, 1999).

Die Differenzierung der Schnelligkeit findet zunehmend Beachtung in Forschungsarbeiten der Trainingswissenschaft, bisher bleiben diese Feststellungen aber unscharf (Krug & Witt, 2017). Grund dafür sind die unterschiedlichsten Positionen zur Theorie und Charakterisierung der motorischen Schnelligkeit (Krug & Witt, 2017), was damit zusammenhängen kann, dass in der Literatur mehr als 50 unterschiedliche Bezeichnungen zur Schnelligkeit gezählt werden (Thienes, 1998; Bauersfeld & Voss, 1992). Im deutschen Sprachraum wird zwischen der elementar motorischen Schnelligkeit und der komplexen Schnelligkeit, abgeleitet von der jeweiligen Sportart, gesprochen (vgl. Hauptmann, 1994; Hohmann, Lames & Letzelter, 2007; Weineck, 2007, in Krug & Witt, 2017). In der englischsprachigen Literatur werden für die Schnelligkeit mehrere Begrifflichkeiten, wie *speed*, *power*, *quickness* und in den Spilsportarten *agility* verwendet (vgl. Bompa & Haff, 2009; Kent, 2006; Sheppard & Young, 2006, in Krug & Witt, 2017). Das in Amerika entstandene System der Psychomotorik von Fleishman (1954, 1972 in Krug & Witt, 2017) spielt im Sport eher eine untergeordnete Rolle (Krug & Witt, 2017).

Verschiedene Positionen und Modelle ausgewählter Literatur, welche grundsätzlich für diese Arbeit in Betrachtung gezogen wurden, werden im Folgenden kurz skizziert. Allgemein ist festzustellen, dass die Herangehensweise, bezogen auf deutsche Autoren, geteilt ist. Die eine Seite legt den Fokus nur auf die Charakterisierung der elementaren motorischen Schnelligkeit (vgl. Voss et al., 2007; Hottenrott & Neumann, 2010). Voss et al. (2007) verstehen unter der motorischen Schnelligkeit, die Bewältigung des sportlichen Leistungsvollzugs unter Zeitdruck sowie den Einfluss von muskulären, kognitiven, nervalen und energetischen Prozessen (Voss et al., 2007). Dabei wird die elementare Schnelligkeit von den drei Autoren in vier Bereiche, der Reaktions-, Frequenz-, azyklischen Schnelligkeit bei reaktiven und nichtreaktiven Bewegungen untergliedert (Voss et al., 2007). Das Modell nach Martin, Carl und

Lehnertz (1991) drückt hingegen einzelne Phasen der Verlaufsform von Schnellkeitsleistungen aus. So werden, bspw. bei einem Sprintstart bis zum Erreichen der maximalen Schnelligkeit, eine Reaktions-, Beschleunigungs- und Schnellkeitsleistung durchlaufen (Martin, Nicolaus, Ostrowski & Rost, 1999). Andere Wissenschaftler beziehen in ihr Modell die elementaren sowie komplexen Erscheinungsformen ein (vgl. Grosser & Renner, 2007; Schnabel et al., 2011; Prieske et al., 2017; Weineck, 2019). Grundlegend werden hierbei Unterscheidungen zwischen der Reaktions-schnelligkeit, azyklischen und zyklischen Schnelligkeit vorgenommen. Bereits Zaciorskij (1968) erkannte, dass man in der Praxis im Allgemeinen mit der komplexen Schnellkeitsentwicklung zu tun hat. Grosser, Starischka und Zimmermann (1981) nehmen zunächst eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen Reaktionsschnelligkeit und Aktionsschnelligkeit vor. Daraus werden weitere Ausdifferenzierungen wie bspw. Bewegungsfrequenz und Grundschnelligkeit abgeleitet. Die Differenzierungen unterscheiden sich an dieser Stelle unter den Wissenschaftlern deutlich. Jedes Modell ist unterschiedlich, identische Modelle sind nicht zu finden. In einigen Modellen wird dabei auf Formen mit geringen bzw. erhöhtem Kraftanteil eingegangen (vgl. Grosser & Renner, 2007; Weineck, 2019). Auffällig bei dem Großteil der Modelle ist die Vermischung der Fähigkeiten, d.h. dass andere Fähigkeitsfaktoren in die Darstellung einspielen und Begrifflichkeiten wie bspw. Schnellkraftausdauer, Kraftschnelligkeit oder Kraftschnelligkeitsausdauer verwendet werden.

Ein reines Schnellkeitsmodell, d.h. nur bezogen auf den Faktor Schnelligkeit, liegt bei den Autoren Prieske et al. (2017) vor. Sinnvoll scheint es aufgrund der Vielzahl der Begrifflichkeiten ein Modell zu wählen, welches bestmöglich die Schnellkeitsanforderungen der jeweiligen Sportart umfasst. Das Modell von Prieske et al. (2017) findet im weiteren Verlauf der Arbeit Anwendung, da das Modell einerseits nur den Schwerpunkt auf die reine Schnelligkeit legt (andere Modelle nicht bzw. kaum) und zum anderen bereits auf der Website der *RTK Skilanglauf* des IAT Leipzig verwendet wird.

Um eine Unterscheidung zwischen den Schnellkeitsfähigkeiten darzustellen, verwenden u.a. Prieske et al. (2017) vertikale und horizontale Klassifikationsstrategien zur Verdeutlichung. Aufgrund des Bewegungsumfanges lässt sich zunächst ein vertikaler Ansatz, in die elementare und komplexe Schnelligkeit, unterscheiden (siehe Abb. 1.). Dabei wird bei der elementaren Schnelligkeit von einer reinen Schnelligkeit gesprochen. Diese äußert sich in kurzzeitigen, kleinmotorischen Bewegungsformen wie bspw. Fingertapping und ist von einer Interaktion zwischen zentralnervösen und neuromuskulären Prozessen abhängig. Die komplexe Schnelligkeit definiert sich hingegen über vielschichtige, mitunter sportartspezifische Bewegungen mit großer Bewegungsgeschwindigkeit wie bspw. der Sprint. Gekennzeichnet werden die komplexen Bewegungen einerseits durch die Schnelligkeit der Signalaufnahme, der Reizleistungsgeschwindigkeit sowie an der höheren Anforderung der Programmierung und der beteiligten Muskelsysteme. Abhängig sind die komplexen Schnellkeitsformen einerseits von der Qualität der elementaren Schnelligkeit sowie in Abhängigkeit

von der konkreten Bewegungsaufgabe auch von den Fähigkeitsfaktoren Ausdauer, Kraft, Koordination/Technik und Beweglichkeit (Prieske et al., 2017). Zusammenfassend kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die elementaren Schnellkeitsformen vordergründig eine Rolle spielen und somit ausgebildet werden sollten. Die komplexen Schnellkeitsformen sollten im Nachgang ausgebildet werden, da diese auf den Elementaren aufbauen aber grundsätzlich von den Fähigkeitsfaktoren (Ausdauer, Kraft, Koordination/Technik, Beweglichkeit) beeinflusst werden. In einem horizontalen Ansatz werden die Fähigkeiten in die Reaktionsschnelligkeit, die azyklische sowie zyklische Schnelligkeit differenziert und sind sowohl auf der elementaren wie komplexen Ebene präsent (Prieske et al., 2017). Um auf visuelle, akustische oder taktile, externe Stimuli wie einen Startschuss, mit einer schnellen, zieladäquaten, motorischen Antwort zu reagieren, ist ein Training der Reaktionsschnelligkeit von großer Bedeutung (Prieske et al., 2017). Die zyklische und azyklische Bewegungsschnelligkeit basiert auf neurophysiologischen und energetischen Grundlagen, wobei beide Elemente trainierbar sind (Hottenrott & Neumann, 2010). Werden Bewegungsakte einmalig ausgeführt, zählen sie zu Sequenz- bzw. Aktionsschnelligkeit (Prieske et al., 2017). Bei wiederholter Ausführung wird von der Frequenz- bzw. Sprintschnelligkeit gesprochen (*siehe Abb. 1.*). In der Literatur wird häufig auch die Antizipationsfähigkeit als eine weitere elementare Form erwähnt. Jedoch lässt sich diese Form eher der Reaktionsschnelligkeit zuordnen (Voss et al., 2007; Weineck, 2019). Da auf Informationen aus der Umwelt frühzeitig durch gedankliche Vorwegnahme (bspw. situativer Veränderungen) reagiert werden kann (Voss et al., 2007). In Zusammenhang mit der zyklischen Bewegungsschnelligkeit wird im komplexen Ansatz auch die Agilität (gemeint sind Schnellkeitsanforderungen mit schnellen Richtungswechselaktionen) eingeordnet (Prieske et al., 2017). Jedoch sind beide, also die zyklische Schnelligkeit und die Agilität, unabhängig voneinander zu trainieren, denn beide Formen stellen eigenständige Fähigkeitskomplexe der motorischen Schnelligkeit dar (Prieske et al., 2017).

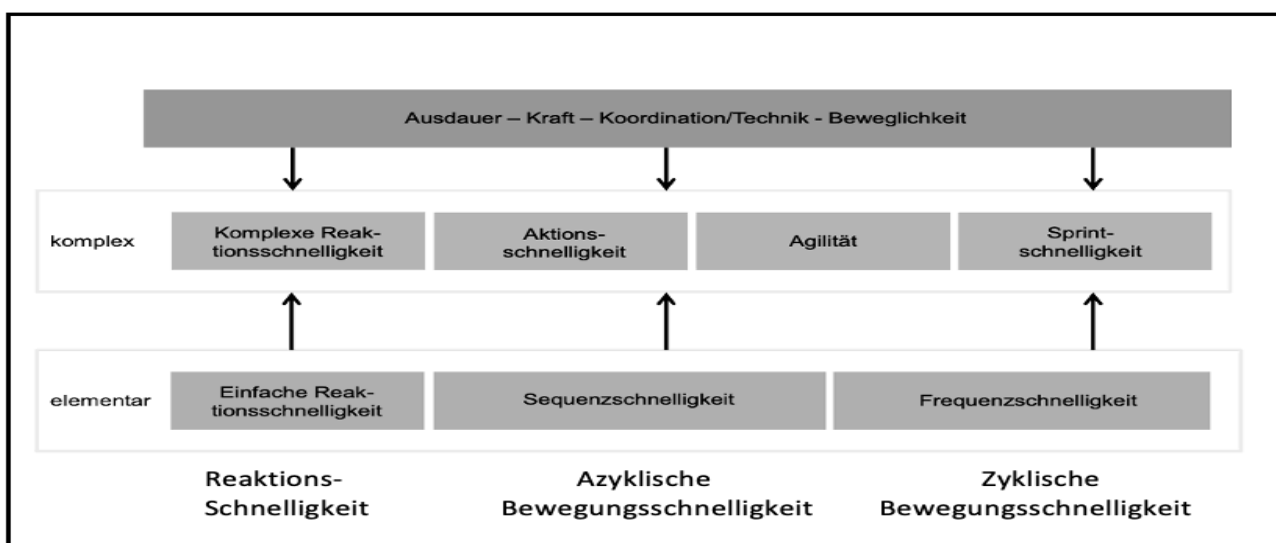


Abb. 1. Vertikale und horizontale Struktur der Schnellkeitsfähigkeiten (nach Prieske et al., 2017, S. 208)

Was zur Schnelligkeit gezählt werden kann und was nicht, kann damit belegt werden, indem man verschiedene Messverfahren betrachtet. Durch diese Vorgehensweise können klarere Linien und Differenzierungen zwischen den Schnelligkeitsbegriffen getroffen werden.

In diesem Punkt sind in der Literatur zur Schnelligkeit identische sportmotorische Testverfahren zur Diagnostik der Schnelligkeit zu finden (vgl. Voss et al., 2007; Hottenrott & Neumann, 2010; Schnabel et al., 2011; Hartmann, Minow & Senf, 2017; Prieske et al., 2017). Dabei wird die Reaktionsschnelligkeit elementar durch den Stabfalltest und komplex bspw. durch einen Sprintstarttest erfasst (Prieske et al., 2017). Die azyklische Schnelligkeit durch Sprung-/Wurf-/Stoß-/Schlagtests mit Gewichtsentlastung (elementar) und mit Sportartspezifität (komplex) (Prieske et al., 2017). Die zyklische Bewegungsschnelligkeit testet die elementaren Schnelligkeitsleistungen mit typischen Frequenztests bei Tapping, Schlag- oder Kurbelbewegungen (Prieske et al., 2017). Der komplexe Test ist der allgegenwärtige Linearsprinttest (fliegend) (Prieske et al., 2017). Die Agilität wird in jüngeren Tests wie T-Agility-Test oder Pro-Agility Shuttle-Test erfasst (Prieske et al., 2017). Diese eingesetzten sportmotorischen Testverfahren überprüfen die reinen Schnelligkeitsformen und eignen sich zur Messung der Schnelligkeit. Somit ist erfassbar, dass sich die Schnelligkeit in den Formen der Reaktionsschnelligkeit, azyklischen und zyklischen Bewegungsschnelligkeit widerspiegelt.

Auf der Grundlage des Modells von Prieske et al. (2017) werden im *Kap. 4* Trainingsbeispiele in Bezug auf den Skilanglauf formuliert. Darauf wird auf der Basis der vertikalen und horizontal vorgegebenen Struktur von Prieske et al. (2017) Bezug genommen. Im folgenden Kapitel soll die Frage geklärt werden, welche Schnelligkeitsformen überhaupt für die Sportart Skilanglauf relevant sind.

Literaturverzeichnis

- Balyi, I. & Way, R. (2005). The Role of Monitoring Growth in Long-Term Athlete Development. *Can Sport Life*, 8-10.
- Bauersfeld, M. & Voss, G. (1992). *Neue Wege im Schnelligkeitstraining*. Münster: Phillipka.
- Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33 (3), 547-561.
- Blumenthal, E. (2001). *Kooperative Bewegungsspiele* (3., unveränd. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Bompa, T. O. (2000). *Total training for young champions*. Human Kinetics.
- Bompa, T. & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization training for sports, 3e*. Human kinetics.
- Booth, M. A. & Orr, R. (2016). Effects of plyometric training on sports performance. *Strength & Conditioning Journal*, 38 (1), 30-37.
- Brugger, L. & Bucher, W. (2007). *1000 Spiel- und Übungsformen zum Aufwärmen* (12., überarb. Aufl.). Schorndorf: Hofmann.
- Büsch, D., Marschall, F., Arampatzis, A. & Granacher, U. (2016). Reaktivkrafttraining im Nachwuchsleistungssport. Trainingspraktische Empfehlungen für den langfristigen Leistungsaufbau im Handball. *Leistungssport*, 46 (6), 23-26.
- Bucher, W. (Hrsg. & Red.). (2007). *1000 Spiel- und Übungsformen zum Aufwärmen* (12., überarb. Aufl.). Schorndorf: Hofmann-Verlag.
- Chu, D. A., Faigenbaum, A. D., & Falkel, J. E. (2006). *Progressive plyometrics for kids*. Monterey, CA: Healthy Learning.
- Döbler, E. & Döbler, H. (1998). *Kleine Spiele: Das Standardwerk für Ausbildung und Praxis* (21., durchges. Aufl.). Berlin: Sportverl.
- Dressler, H. (Oktober, 2015). *Bewegungslehre Klassische Technik – ÖSV Instruktor Fortbildung Skilanglauf Oktober 2015*. Zugriff unter <https://docplayer.org/38287313-Bewegungslehre-klassische-technik-oesv-instruktor-fortbildung-skilanglauf.html>
- Enoksen, E., Aukland, F. & Harnes, E. (2010). Das norwegische Trainingsmodell im Skilanglauf. Eine Analyse von leistungsbestimmenden Faktoren, Trainingsperiodisierung und dem Erlangen der Topform im Skilanglauf auf internationalem Spitzenniveau. *Leistungssport*, 40 (3), 39-48.
- Faigenbaum, A.D., McFarland, J.E., Keiper, F.B., Tevlin, W., Ratamess, N.A., Kang, J., Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 519-525.
- Fischetti, F., Vilardi, A., Cataldi, S., & Greco, G. (2018). Effects of plyometric training program on speed and explosive strength of lower limbs in young athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 18 (4), 2476-2482.
- Ford, P., Croix De Ste, M., Lloyd, R., Meyers, R., Moosavi, M., Oliver, J., Till, K. & Williams, C. (2011). The long-term athlete development model: Physiological evidence and application. *Journal of sports sciences*, 29 (4), 389-402.

- Geese, R. & Hillebrecht, M. (2006). *Schnelligkeitstraining* (2. Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A. & Behm, D. G. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: a conceptual model for long-term athlete development. *Frontiers in physiology*, 7, 164.
- Grosser, M. & Renner, T. (2007). *Schnelligkeitstraining: Grundlagen, Methoden, Leistungssteuerung, Programme für alle Sportarten* (2., neu bearb. Aufl., Neuausg.). München: BLV-Buchverlag.
- Grosser, M., Starischka, S. & Zimmermann, E. (1981). *Konditionstraining*. München – Wien – Zürich.
- Güllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7/8), 223-234.
- Haff, G. G. & Haff, E. E. (2012). Training integration and periodization. In J. R. Hoffmann (Hrsg.), *Science of strength and conditioning series. NSCA's guide to program design* (S. 213-258). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hammami, R., Granacher, U., Makhlof, I., Behm, D. G. & Chaouachi, A. (2016). Sequencing effects of balance and plyometric training on physical performance in youth soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30 (12), 3278-3289.
- Hammett, J. B. & Hey, W. T. (2003). Neuromuscular adaptation to short-term (4 weeks) ballistic training in trained high school athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3), 556-560.
- Hartmann, C., Minow, H. J. & Senf, G. (2017). *Sport verstehen – Sport erleben. Bewegungs- und Trainingswissenschaftliche Grundlagen* (2., überarbeitete Aufl.). Berlin: Lehmanns Media.
- Hottenrott, K. & Neumann, G. (2010). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Hottenrott, K. & Seidel, I. (Hrsg.). (2017). *Handbuch Trainingswissenschaft - Trainingslehre*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 200). Schorndorf: Hofmann.
- Hottenrott, K. & Urban, V. (2011). *Das große Buch vom Skilanglauf*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Hunziker, R., Weber, A. & Weber, R. (2007). Schnelligkeit. *Trainingslehr: Praxisbeilage 28*. Zugriff am 03. September 2020 unter <https://www.mobilesport.ch/aktuell/praxisbeilage-28-schnelligkeit/>
- IWO. (2019). Internationale Wettkampfordnung. Zugriff am 26.10.2020 unter: www.deutscherskiverband.de/da-tei.php?system_id=960844
- Krug, J. & Witt, M. (2017). Die motorische Schnelligkeit: Positionen, Untersuchungsergebnisse und Folgerungen. In C. Hartmann, J. Krug, P. Ragert & M. Witt (Hrsg.), *Motorik, Leistung, Training: Festschrift zum 90. Geburtstag von Prof. Dr. sc. Günther Schnabel* (Sport und Wissenschaft: Beihefte zu den Leipziger Sportwissenschaftlichen Beiträgen, 13). Berlin: Lehmanns Media.
- Lehmann, F. (1993). Schnelligkeitstraining im Sprint. Problemanalyse, neuste wissenschaftliche Erkenntnisse, Konsequenzen für das Kinder- und Jugendtraining. *Leichtathletiktraining*, 4 (5/6), 9-16.

- Lloyd, R. S., Meyers, R. W. & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strength & Conditioning Journal*, 33 (2), 23-32.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G. & Williams, C. A. (2012). The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26 (10), 2812–2819.
- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M. & Parker, C. B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (10), 1814-1819.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (Hrsg.). (2001). *Handbuch Trainingslehre*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 100, 3., unveränd. Aufl.). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Martin, D., Nicolaus, J., Ostrowski, C. & Rost, K. (1999). *Handbuch Kinder- und Jugendtraining*. (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 125). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Moran, J. J., Sandercock, G. R., Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Collison, J. A. & Parry, D. A. (2017). Age-related variation in male youth athletes' countermovement jump after plyometric training: a meta-analysis of controlled trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31 (2), 552-565.
- Moosmann, K. & Abt, W. (2009). *Das große Limpert-Buch der Kleinen Spiele: Bewegungsspaß für Jung und Alt*. Wiebelsheim. Hunsrück: Limpert.
- Müller, B. (1995). *Fangspiele*. Dortmund: Borgmann.
- Norris, S., Holland, T. & Manhard, G. (2007). Long-Term Athlete Development Guide. Cross-Country Skiing – A Sport for Life. Cross Country Canada.
- Plisk, S. S. (2008). Speed, agility, and speed-endurance development. In T. R. Baechle & R. W. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (3. Ed., pp. 457-486). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Pöppel, E. & Pöppel, D. (1985). Kurzfristige und langfristige Veränderungen der Reaktionszeit und des Konzentrationsvermögens bei Squahspielern. *Leistungssport*, 15 (4), 51-54.
- Prieske, O., Krüger, T. & Granacher, U. (2017). Schnelligkeit und Schnelligkeitstraining. In K. Hottenrott & I. Seidel (Hrsg.), *Handbuch Trainingswissenschaft – Trainingslehre* (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, 200, S. 205-224). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Punkenhofer, R. (1979). Sportlicher Schilaf. Band V. Langlauf. Einführung in die Theorie und Praxis des Schilanglaufs für die Jugend in Schule und Verein. Seckau: Ernst Schwarcz.
- Rumpf, M. C., Cronin, J. B., Pinder, S. D., Oliver, J. & Hughes, M. (2012). Effect of different training methods on running sprint times in male youth. *Pediatric exercise science*, 24 (2), 170-186.
- RTK. (2019, 20. December). *Rahmentrainingskonzeption Skilanglauf*. Zugriff unter <https://rtk.skilanglauf.sport-iat.de/startseite>
- Sandner, H. (2013). Frau talent till topputøvere: Utviklingstrappa i langrenn – Vom Talent zum Leistungssportler: Konzeption des langfristigen Leistungsaufbaus im Skilanglauf (Arbeitsübersetzung aus dem Norwegischen). Leipzig: IAT.
- Schnabel, G., Harre, D. & Krug, J. (Hrsg.). (2008). *Trainingslehre – Trainingswissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Schnabel, G., Harre, D. & Krug, J. (2011). *Trainingslehre – Trainingswissenschaft. Leistung, Training, Wettkampf* (2., aktualisierte Aufl.). Aachen: Meyer & Meyer.

- Schürer, A. & Ostrowski, C. (2010). *Diagnostik und Entwicklung von Leistungsvoraussetzungen im Skilanglauf unter besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Kraftfähigkeit sowie der spezifischen Schnellkraftfähigkeit*. Leipzig: Institut für Angewandte Trainingswissenschaft.
- Schürer, A. & Wilhelm, A. (2019). Analyse nationaler und internationaler Entwicklungstendenzen in der Sportart Skilanglauf. In J. Wick & F. Lehmann (Hrsg.), *Olympiaanalyse Pyeongchang 2018. Olympiaziklusanalyse und Auswertungen der Olympischen Winterspiele 2018 in ausgewählten Sportarten* (Schriftenreihe für Angewandte Trainingswissenschaft, 14, S. 69-92). Aachen: Meyer & Meyer.
- Schwartz, A. (2006). *DSV Lehrplan Skilanglauf, Technik-Methodik-Training*. Planegg: Deutscher Ski-Verband.
- Siebert, D. (2013). Schnelligkeit. In Deutscher Skiverband (Hrsg.), *DSV-Theorielehrbuch. Grundlagen für die Ausbildung zum Schneesportlehrer und Trainer; Betreuung, Unterricht, Training* (S. 363-364). Planegg: Deutscher Skiverband.
- Solli, G. S., Tønnessen, E. & Sandbakk, Ø. (2020). The Multidisciplinary Process Leading to Return from Underperformance and Sustainable Success in the World's Best Cross-Country Skier. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15 (5), 663-670.
- Stöggli, T. & Stöggli, R. (2013). Cross-country skiing in the 21st century - altered demands and consequences for training in children and youths. In A. Hakkarainen, V. Linnamo & S. Lindinger (Hrsg.), *Science and Nordic Skiing II – Proceedings of the 2nd International Congress on Science and Nordic Skiing (ICSNS)*, p. 73-85.
- Tabatschnik, B. (1976). Zur Verbesserung der Reaktionsschnelligkeit von jugendlichen Sportlern. *Leistungssport*, 6, 186-188.
- Thienes, G. (1998). *Motorische Schnelligkeit bei zyklischen Bewegungsabläufen*. Münster: LIT Verlag.
- Voigt, L., Hohmann, A. & Singh, A. (2013). Konzepte erfolgreichen Nachwuchstrainings (KerN). *Zentrale subjektive Trainertheorien zum leistungssportlichen Ausbildungsprozess*. *Leistungssport*, 6, 4-15.
- Voss, G., Witt, M. & Werthner, R. (2007). *Herausforderung Schnelligkeitstraining*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16., durchges. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2019). *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (17., überarb. und erw. Aufl.). Balingen: Spitta.
- Wenzel, U. (2017, 14. Mai). *Plyometrie im Nachwuchstraining? Schneller werden durch reaktive Sprünge! Häufig gestellte Fragen - Nachwuchsleistungssport*. Zugriff unter <http://nwls.sport-iat.de/wp-content/uploads/flipbook/5/book.html>
- Wick, J. (2009, September). Aktuelle Aspekte der methodischen Gestaltung des Trainings in den Ausdauersportarten. Ansätze und Erfahrungen in der Spitzensportpraxis. Referat anlässlich der Bundestrainerkonferenz „Brennpunkt Training“ in Hamburg.
- Wick, J. (2011). Aktuelle Aspekte der Leistungs- und Trainingssteuerung in den Ausdauersportarten. *Leistungssport*, 41 (4), 14-18.
- Wick, J. (2013). Aspekte des Nachwuchsleistungssports in den Ausdauersportarten. *Zeitschrift für Angewandte Trainingswissenschaft*, 20/21 (2-1), 78-92.

Wölzenmüller, F. (1994). Richtig Skilanglaufen. München: BLV.

Young, W.B., McDowell, M. H. & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *J. Strength Con. Res*, 15 (3), 315-319.

Zaciorskij, V. M. (1968). Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 17 (Beiheft 1).

Zaciorskij, V. M. (1972). Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers. Berlin – München – Frankfurt/M.