# Zum Zusammenhang von sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchsskirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

**Diplomarbeit**

eingereicht an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft




eingereicht von

**Jessica Neuner** 00917824

Innsbruck, Mai 2020

Betreut von ao. Univ. Prof. Ing. Mag. Dr. Christian Raschner

# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort und Danksagung** ..... **4**

**Zusammenfassung** ..... **7**

**Abstract** ..... **9**

**1 Einleitung** ..... **11**

**1.1 Zur Bedeutung der sportmotorischen Fähigkeiten im Kinder- und Jugendalter** ..... **13**

**1.2 Anforderungen an die sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf** ..... **38**

1.2.1 Ausdaueranforderungen ..... 40

1.2.2 Kraftanforderungen ..... 44

1.2.3 Schnelligkeitsanforderungen ..... 51

1.2.4 Koordinative Anforderungen ..... 52

1.2.5 Beweglichkeitsanforderungen ..... 55

**1.3 Talententwicklung im alpinen Skirennsport am Beispiel der Schwerpunktschule Schigymnasium Stams** ..... **56**

**1.4 Literaturanalyse zu bisherigen Erkenntnissen über die Zusammenhänge der sportmotorischen Fähigkeiten in diversen Sportarten** ..... **62**

**1.5 Zielsetzung** ..... **80**

**2 Methodik** ..... **81**

**2.1 Hypothesen** ..... **81**

**2.2 Studiendesign und Datenerhebung** ..... **82**

**2.3 Personenstichprobe** ..... **83**

**2.4 Anthropometrische Testverfahren** ..... **85**

**2.5 Leistungsdiagnostische Testverfahren** ..... **85**

2.5.1 Maximalkrafttest – Isometric Leg Test 100° (ILT 100°) ..... 85

2.5.2 Maximalkrafttest – Isometric Trunk Tester (ITT) ..... 86

2.5.3 Maximalkrafttest – Isometric Back Check Test ..... 87

2.5.4 Sprungkrafttest – Counter Movement Jump ..... 89

2.5.5 Reaktivkrafttest – Drop Jump ..... 90

2.5.6 Sprungkoordinationstest – Gattertest ..... 91

2.5.7 Gleichgewichtsfähigkeitstest – MFT S3 Check ..... 92

2.5.8 Kraftausdauertest – Kastentest ..... 93

**2.6 Statistische Analysen ..... 94**

**3 Ergebnisse ..... 95**

**3.1 Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams ..... 95**

**3.2 Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern des Schigymnasium Stams ..... 118**

**3.3 Entwicklungsverlauf der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten..... 140**

**4 Diskussion ..... 183**

**5 Conclusio ..... 258**

**6 Literaturverzeichnis ..... 262**

**7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis ..... 284**

**8 Abkürzungsverzeichnis ..... 286**

**9 Anhang ..... 287**

## Vorwort und Danksagung

Bereits als Kind flitzte ich mit meinen Skiern über die Pisten und als Jugendliche durfte ich den Leistungssport Ski Alpin ausüben. Seit mehreren Jahren bin ich im Nachwuchsleistungssport der Sportart Ski Alpin als Skitrainerin tätig. Im Fokus von gemeinsamen Dialogen mit Kolleginnen und Kollegen stehen immer wieder die sportmotorischen Fähigkeiten und deren Bedeutung im alpinen Skirennsport. So herrscht Einigkeit darüber, dass die sportmotorischen Fähigkeiten bedeutsam für den sportlichen Erfolg und die Verletzungsprävention sind. Fragen wirft jedoch das Wirkungsgefüge der einzelnen sportmotorischen Fähigkeiten, vor allem im alpinen Nachwuchssport, auf. Aktuellen Entwicklungen im Nachwuchsleistungssport zufolge, sollte mehr Zeit in das skispezifische Training investiert werden. Allerdings gilt es für Nachwuchsleistungssportler/innen neben der sportlichen Tätigkeit, auch einen schulischen Werdegang oder eine Lehre abzuschließen. Deshalb steht jungen Skirennsportlern/innen weniger Trainingszeit zu Verfügung, als einem Profisportler. In diesem Zusammenhang wurden in den letzten Jahrzehnten mehrere Höhere Schulen mit skisportlichen Schwerpunkten geschaffen. Durch eine professionelle Betreuung soll so eine Vereinbarkeit der sportlichen und schulischen Ausbildung ermöglicht werden. In Österreich scheint der Besuch solcher Einrichtungen derzeit der bevorzugte Lösungsweg zu sein.

Der Werdegang eines/r jeden Skirennfahrers/innen ist von diversen Selektionsmomenten geprägt. So müssen neben guten Rennergebnissen auch entsprechende Leistungen in sportmotorischen Überprüfungen erbracht werden, um in einen Kader oder in eine skisportliche Schwerpunktschule aufgenommen zu werden. Insbesondere für junge Nachwuchsskirennläufer/innen stellt dies eine große Herausforderung dar, befinden sich die jungen Skirennläufer/innen doch oftmals mitten in der motorischen Entwicklung. Gerade in Zeiten der Pubertät kommt es zu starken geschlechtsspezifischen und individuellen Unterschieden in der motorischen als auch sportmotorischen Entwicklung der Athleten/innen. In den letzten Jahren ist die sportmotorische Entwicklung und deren Rolle in der Talentselektion bzw. -förderung sowie das entsprechende Training immer mehr in den Vordergrund der sportwissenschaftlichen Forschung gerückt. Auch aus dem Dialog mit Trainern/innen geht ein allgemeines Interesse an dieser Thematik hervor. Wie bereits erwähnt, gibt es bisher nur wenige Informationen über das Wirkungsgefüge der

sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Nachwuchsskirennlauf. Mein Ziel war es daher, einen Einblick in dieses Wirkungsgefüge zu schaffen und den Zusammenhang der sportmotorischen Fähigkeiten bei alpinen Nachwuchsskirennläufern/innen zu untersuchen. Die möglichen Korrelationen könnten in weiterer Folge bedeutsam für die Talentselektion bzw. –förderung sein, da sie unter anderem auf als ursächlich zu interpretierende Beziehungen oder Unabhängigkeiten von sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchssportlern/innen hindeuten. So können sich vorkommende Zusammenhänge auf die Leistung der Nachwuchsskirennläufer/innen auswirken, was im Zuge der Talentselektion berücksichtigt werden sollte.

Hinsichtlich des Trainings ist eine immer genauere Planung und Steuerung dieses notwendig. Durch die Kenntnis der Zusammenhänge der sportmotorischen Fähigkeiten, kann das Training dementsprechend angepasst und optimiert werden. Gerade dadurch, dass der Faktor Zeit aufgrund der schulischen und beruflichen Ausbildung der Nachwuchssportler/innen einen begrenzten darstellt, scheint dies ein wichtiger Baustein im Vorankommen am Weg zum Spitzensport zu sein. Zur Überprüfung der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, sollte eine Stichprobe aus dem Nachwuchsbereich generiert werden, was durch die Kooperation des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck und dem Schigymnasium Stams ermöglicht wurde.

Mein Dank gilt in erster Linie meiner Familie, welche mich auf meinem Weg durch das Abenteuer Studium immer unterstützt und ermutigt hat. Deshalb ein von Herzen kommendes DANKE an meine Eltern Kornelia und Klaus, meine Großeltern „Helly Oma und Helly Opa“ sowie „Toni Oma und Toni Opa“, meine Schwester Victoria und meinen Bruder Klaus(i). Ein besonderer Dank gilt auch Herrn ao. Univ. Prof. Ing. Mag. Dr. Christian Raschner (Leiter Olympiazentrum Innsbruck), welcher die Betreuung dieser Diplomarbeit übernommen hat, mir den Zugang zu sämtlichen benötigten Daten gewährte und der mir mit seinem Rat und Feedback beim Schreiben dieser Arbeit sehr geholfen hat. Bedanken möchte ich mich auch bei dem Direktor des Schigymnasium Stams, Mag. Arno Staudacher, sowie bei den Trainern/innen für die Unterstützung und die tolle Zusammenarbeit. Überdies gilt mein Dank meinen Freunden/innen und Studienkollegen/innen, welche die Prüfungsphasen ein wenig erträglicher gemacht und die freien Tage mit vielen schönen Momenten gefüllt haben. DANKE!

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die wörtlich oder inhaltlich den angegebenen Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die vorliegende Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht als Magister-/Master-/Diplomarbeit/Dissertation eingereicht.

Datum Unterschrift

## Zusammenfassung

**Einleitung:** Der alpine Skirennlauf ist von hohen auftretenden Geschwindigkeiten und Kräften geprägt. Um diesen standhalten zu können, sind neben optimalen psychischen und technischen Voraussetzungen auch eine gut ausgeprägte körperliche Fitness erforderlich. Alpine Skirennläufer/innen müssen über ein mittleres bis hohes aerobes und sehr hohes Level an anaerober Leistungsfähigkeit verfügen. Die Kräfte im alpinen Skirennsport können das Ein- bis Dreifache des Körpergewichts erreichen, weshalb eine hohe individuelle Maximalkraft nötig ist. Vor allem im Riesentorlauf und im Slalom ist eine gut ausgebildete Schnellkraft erforderlich. Daher ist die Leistungsfähigkeit im langsamen Dehnungs-Verkürzungszyklus und somit eine gut entwickelte inter- und intramuskuläre Koordination, eine bedeutende Voraussetzung für Skirennläufer/innen. Aufgrund der vorkommenden Belastungszeiten von 50s bis 120s wird auch der Kraftausdauer der Beinmuskulatur im alpinen Skirennlauf ein hoher Stellenwert eingeräumt. Während eines Torlaufs variieren neben dem Schwungradius, auch die Geschwindigkeit und die Untergrundbedingungen, weshalb es einer ausgeprägten sensomotorischen Ansteuerungsfähigkeit bedarf. In Bezug auf die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts gilt ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Extensoren (autochthone Rückenmuskulatur) und den Flexoren (gesamte vordere Bauchmuskulatur) als essentiell. Eine gut entwickelte Rumpfmuskulatur ist des Weiteren bedeutsam für die Prävention von Verletzungen. Zusammenfassend gilt eine komplexe Kombination aus sportmotorischen Fähigkeiten als leistungsbestimmend im (Nachwuchs-) Skirennsport. Derzeit herrscht jedoch Uneinigkeit über das Wirkungsgefüge der verschiedenen Fähigkeiten. So wurden die Zusammenhänge von sportmotorischen Fähigkeiten bisher vor allem in Spiel- und Mannschaftssportarten durchgeführt. Die vorliegende Untersuchung sollte als Grundlage für weitere Einblicke in das Wirkungsgefüge der sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchsskirennläufer/innen dienen.

**Methodik:** In einer Längsschnittstudie mit 20 Jahren Zeitspanne wurden Ergebnisse standardisierter sportmotorischer Tests und die anthropometrischen Daten von 79 Skirennläuferinnen und 81 Skirennläufern des Schigymnasium Stams, miteinander in Verbindung gebracht, um deren Zusammenhänge zu ermitteln. Hierbei wurden die Korrelationen den Altersstufen entsprechend (14, 15, 16, 17, 18 Jahre) und aufgeteilt hinsichtlich ihres Geschlechts (weiblich und männlich) ermittelt. Um mögliche Veränderungen der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten der Skirennläufer/innen darzustellen, wurden die Ergebnisse der einzelnen Altersstufen, dem Geschlecht entsprechend zusammengefügt. Dies sollte mögliche Unterschiede der Korrelation, über die einzelnen Altersstufen hinweg, sowie zwischen Skirennläuferinnen und Skirennläufer deskriptiv erkennbar machen. Die statistischen Analysen erfolgten mit dem

Programm IBM SPSS Statistics 26.0. Zur Normalverteilungsprüfung wurde der Shapiro-Wilk Test angewandt und die Zusammenhangsanalyse wurde mittels Pearson Korrelation durchgeführt. Die Signifikanzniveaus wurden bei $p<0,05$ (signifikant) und $p<0,01$ (hoch signifikant) gewählt.

**Ergebnisse:** Es konnten (hoch-) signifikante Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufer/innen nachgewiesen werden. Eine Vielzahl der Korrelationen befand sich dabei im mittleren Bereich, wobei sich die Korrelationsausprägungen je nach Geschlecht und Alter unterschieden. Die meisten (hoch-) signifikanten Zusammenhänge ergaben sich mit Parametern der Maximalkraft der Bein-, Bauch- und Rückenmuskulatur sowie mit der Kraftausdauer. Hierbei konnten beispielsweise hochsignifikante, starke bis schwache Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (w: r=0,478-0,308; m: r=0,518-0,231) und der Rückenmuskulatur (w: r=0,506-0,259; m: r=0,650-0,420) nachgewiesen werden. Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant im starken bzw. mittleren bis schwachen Bereich mit dem CMJ (w: r=0,588-0,320; m: r=0,509-0,242), dem Kraftausdauertest (w: r=0,495-0,358; m: r=0,515-0,241) und dem Cooper-Lauf (w: r=0,461-0,320; m: r=0,497-0,272). Das sensomotorische Gleichgewicht (seitlich und vor-rück) wies die wenigsten (hoch-) signifikanten Korrelationen mit anderen Parametern bei den Athleten/innen auf. Des Weiteren zeigten sich auch (hoch-) signifikante Zusammenhänge der Explosiv- und Reaktivkraft mit anderen sportmotorischen Fähigkeiten.

**Diskussion:** Die Vielzahl an Korrelationen der Maximalkraftparameter der Bein-, Bauch-, und Rückenmuskulatur sowie des Kraftausdauertests mit anderen Parametern, verdeutlicht abermals die Bedeutung der Kraftfähigkeiten der Beine und des Rumpfes im alpinen Nachwuchsskirennlauf. Das sensomotorische Gleichgewicht (seitlich und vor-rück) scheint einen recht unabhängigen Parameter von anderen sportmotorischen Fähigkeiten im Nachwuchsskirennsport darzustellen. Die Überprüfung der Gleichgewichtsfähigkeit von Skirennläufer/innen im Rahmen einer Testbatterie erscheint daher als sinnvoll. Generell deuteten die Ergebnisse auf ein Wirkungsgefüge der seitlichen Gleichgewichtsfähigkeit und jener in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Skirennläufern hin. Bei den Skirennläuferinnen schien das Gleichgewicht vor allem von anthropometrischen Parametern, insbesondere von der Körpergröße und dem Körpergewicht, abhängig zu sein. Des Weiteren deuteten diverse Korrelationen auf die gegenseitige Beeinflussung der Explosiv- sowie Reaktivkraft mit anderen Parametern hin. Absolute Maximalkraftwerte wiesen stärkere Beziehungen zueinander auf, als relative Maximalkraftparameter. Relative Maximalkraftwerte zeigten hingegen stärkere Korrelationsausprägungen mit sportmotorischen Testungen in Form von Sprüngen. Dies sollte in zukünftigen Korrelationsanalysen berücksichtigt werden.

## Abstract

**Introduction:** Alpine ski racing is a physically demanding sport, characterized by high speed and forces. Therefore, optimal and well developed technical skills and physical fitness are required. Alpine ski racers need a medium to high aerobic and very high level of anaerobic capacity. Forces in alpine ski racing can reach up to one to three times the body weight, which is why approximately 75% of the personal maximal strength is required during a run. The performance of athletes in the slow stretch-shortening cycle and thus a well-developed inter- and intramuscular coordination, are regarded as determining performance, especially in giant slalom and slalom. Run times in alpine ski racing can range from 50s up to 2.5min., meaning that ski racers need well-developed leg strength endurance. The average power development as well as its maintenance over a complete run is regarded as decisive. Speed and ground conditions in a course can vary, which is why sensorimotor control is required. Maintaining balance under high forces is important for the prevention of injuries in alpine ski racing. To keep balance while completing a course, an adequate strength ratio between the extensors (autochthonous back muscles) and the flexors (total anterior abdominal muscles) of the core is considered essential. Well-developed core strength is also important regarding the prevention of injuries, as it counteracts adverse motion amplitudes. In summary, a complex combination of sport motor skills is considered as determining in alpine ski racing. However, it seems to be rather unclear in which way the various sport motor skills are connected to each other in young alpine ski racers. To date, the relationships between sport motor skills have mainly been investigated in game and team sports. The main goal of the present study was to determine the correlation of selected motor skills in young alpine ski racers and hence, should provide a further insight into how selected sport motor skills are connected to each other in alpine ski racing.

**Methods:** In a longitudinal study with a 20-year time span, the results of standardized sport motor tests and anthropometric data of 79 female and 81 male ski racers from a skiing specific high school were correlated to each other to determine their relationship. The correlations were separated according to gender and age groups (14, 15, 16, 17 and 18 years). To illustrate possible changes in the relationship between selected motor skills, the results of the individual age groups were combined according to gender. This should also highlight possible differences in the correlations, across the individual age groups as well as between male and female ski racers. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 26.0. The Shapiro-Wilk test was used for the normal distribution test and the correlation analysis was performed using Pearson correlation. Significance levels were chosen at $p<0,05$ (significant) and $p<0,01$ (highly significant).

**Results:** Results showed various (highly) significant correlations between selected motor skills in young alpine ski racers. Many of the (highly) significant relationships were of medium magnitude. In most cases, there were (highly) significant correlations between two parameters for both, female and male, athletes. These, however, often differed to some extend according to gender and age. Most of the correlations were found with maximal parameters of leg and core strength as well as with anaerobic strength endurance. For example, highly significant, strong to weak correlations of absolute maximal strength of the leg muscles were found with absolute maximal strength of abdominal muscles (f: r=0,478-0,308; m: r=0,518-0,231) and the back muscles (f: r=0,506-0,259: m: r=0,650-0,420). Relative maximal strength of leg muscles correlated highly significant, within a strong/medium to weak range, with the CMJ (f: r=0,588-0,320; m: r=0,509-0,242), the strength endurance test (f: r=0,495-0,358; m: r=0,515-0,241) and the Cooper run (f: r=0,461-0,320; m: 0,497-0,272). Balance parameters had the least (highly) significant correlations with other parameters. Results also showed some (highly) significant relationships between explosive and reactive power and other motor abilities.

**Discussion:** Correlations of the maximal parameters of leg and core strength as well as anaerobic endurance with other parameters illustrate the importance of leg and core strength in young alpine ski racers. Balance seemed to be a rather independent parameter. Therefore, balance testing should be integrated in physical testing of young alpine ski racers. In general, results indicated an effect structure of lateral and backward-forward balance in young male alpine ski racers. In the case of female ski racers, balance seemed to be rather determined by anthropometric parameters, such as body height and weight. Various correlations also indicated a mutual influence of explosive and reactive power with other parameters in both, female and male, alpine ski racers. Absolute strength parameters showed stronger relationships to each other than relative strength parameters. However, relative strength parameters had stronger correlations with sport motor tests in form of jumps (e.g. CMJ). This should be considered in future correlation analyses.

# 1 Einleitung

Rund 200 Millionen Menschen betreiben weltweit die Sportart Skifahren als Freizeit- oder Wettkampfsport. Allein in den USA verbrachten in der Saison 2011/12 sieben Millionen Skifahrer/innen, rund 59 Millionen Tage auf den Pisten. (Ropret, 2016) Der Skisport blickt in den Alpenländern, vor allem aber in Österreich, auf eine lange Tradition zurück. Bereits 1911 fand das erste internationale Abfahrtsrennen im schweizerischen Montana statt und das erste olympische Skirennen wurde 1936 in Garmisch-Partenkirchen ausgetragen. Spätestens aber seit den olympischen Winterspielen 1964 in Innsbruck, ist der alpine Wintersport aus der Sportgeschichte Österreichs nicht mehr wegzudenken. (Neumayr et al., 2003; Scherr et al., 2011)

Neben der geschichtlichen Verbindung, ist auch das große wirtschaftliche Potential des Wintersports für dessen hohen Stellenwert in Österreich verantwortlich. Demnach generiert der Wintersport in allen Aspekten (Skigebiete, Einzelhandel, Tourismus, Seilbahnbau, Skischulen, etc.) jährlich etwa 7,11 Mrd. Euro an Wertschöpfung. Außerdem hängt jeder 14. Arbeitsplatz, sowohl direkt als auch indirekt, vom Wintersport ab. In Anbetracht der Anteile am Bruttoinlandsprodukt, stellt dies den Wintersport auf dieselbe Stufe wie den Einzelhandel, die öffentliche Verwaltung oder unternehmensbezogene Dienstleistungen. (Arbesser et al., 2008) Erkennbar ist das wirtschaftliche Potenzial dieser Sportart auch am hohen Medieninteresse am alpinen Skiweltcup, welcher die höchste Stufe des wettkampfmäßigen Skifahrens darstellt. In den Saisonen 2006/2007 und 2007/2008 sahen sich bis zu 250 Millionen Zuschauer/innen die knapp über 70 Weltcupbewerbe im Fernsehen an. (Flørenes et al., 2009)

Gerade für Österreich war es sehr erfreulich, dass zu Beginn der 2000er Jahre jedes zweite Weltcuprennen, im alpinen Skirennlauf, von einem/r österreichischen Athleten/in gewonnen werden konnte (Neumayr et al., 2003). Jedoch entschieden nicht nur Spitzenskirennläufer/innen aus Österreich Weltcupbewerbe für sich, sondern auch jüngere Athleten/innen konnten bisher zahlreiche internationale Erfolge einfahren (Raschner et al., 2008). Um eine Aufrechterhaltung dieses hohen Standards zu sichern, wird neben der Weiterentwicklung des Materials und einer entsprechenden Entwicklung der Skitechnik, vor allem eine immer genauere Planung und Steuerung des Trainings benötigt. (Scherr et al., 2011) Aus diesem Grund werden österreichische (Nachwuchs-) Skirennläufer/innen fortwährend sportmotorischen sowie

physiologischen Testungen, in Rahmen von Testbatterien, unterzogen. Dabei dienen die Ergebnisse nicht nur der Überprüfung der individuellen Leistungsfähigkeit der Sportler/innen, sondern es werden auch dem Alter entsprechende Anforderungsprofile erstellt. (Müller, 2000; Raschner et al., 2012)

Gerade in den letzten Jahren kam es zu entscheidenden Regeländerungen der Fédération Internationale de Ski (FIS), welche mit einer rasanten Weiterentwicklung des Materials, für welche vor allem große Skifirmen und der Input einzelner Spitzenathleten/innen verantwortlich waren, einherging. Der aktuelle Forschungsstand, hinsichtlich physiologischer Voraussetzungen, gilt dem entgegen jedoch als noch nicht ausreichend erforscht. (Scherr et al., 2011) Insbesondere im Nachwuchsskirennsport fehle es an Längsschnittuntersuchung, welche sich auf die unterschiedlichen Einflussfaktoren (Entwicklung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit, psychologische Faktoren, etc.) der Talentförderung im alpinen Skirennlauf konzentrieren (Steidl-Müller et al., 2019). Dies verdeutlicht die Notwendigkeit entsprechender Studien in Hinblick auf zukünftige Erfolgsaussichten von (Nachwuchs-) Skirennläufer/innen.

## 1.1 Zur Bedeutung der sportmotorischen Fähigkeiten im Kinder- und Jugendalter

Regelmäßige körperliche Aktivität sowie die Entwicklung einer guten motorischen Leistungsfähigkeit beeinflussen die Gesundheit sowie das Wohlbefinden ein Leben lang (Greier et al., 2016). Die sportmotorische Leistungsfähigkeit bzw. motorische Fitness steht in Verbindung mit körperlich-sportlicher Aktivität (Starker et al., 2007) und zielt auf ein positives Bewegungsverhalten bei Kindern und Jugendlichen ab (Greier et al., 2017). Durch die gezielte Förderung eines aktiven Lebensstils in jedem Alter der Entwicklung kann Erkrankungen und Beschwerden, wie beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ II, Darmkrebs, Osteoporose und Rückenschmerzen, vorgebeugt werden (Woll & Bös, 2004; Becker, 2014). Des Weiteren kann eine aktive Lebensweise präventiv gegen Risikofaktoren (physiologische, verhaltensbezogene) für chronische Krankheiten wie Bluthochdruck oder Übergewicht wirken (Bouchard et al., 1994). In der Rehabilitation von bereits bestehenden Krankheiten bzw. Beschwerden nimmt die Bewegung sowie Sport eine entscheidende Rolle ein (Pfeifer, 2003). Laut Starker et al. (2007) ist die Bedeutung der motorischen Fähigkeiten bei der Entwicklung von Kindern und Jugendlichen sowohl aus medizinischer als auch pädagogischer Sicht unumstritten. Nicht nur hat körperliche Aktivität positive Effekte für die organische und motorische Entwicklung bei Kindern und Jugendlichen, diese ist auch bedeutsam für das psychosoziale Wohlbefinden, die Persönlichkeitsentwicklung und das Erlernen sozialer Kompetenzen (Lampert et al., 2007). Weineck (2010) hob hervor, dass eine solide ausgebildete sportmotorische Leistungsfähigkeit grundlegend für die psychosoziale Integration im Altersverband ist. Bereits in jungen Jahren wird laut Malina (1996) sowie Telama (2009) der Grundstein für einen aktiven Lebensstil gelegt. Folglich werden die Gesundheitsverhaltensweisen, welche im Kindes- und Jugendalter erlernt wurden, meist im Erwachsenenalter übernommen (Lohaus, 1993; Schubert & Horch, 2004). Bereits im Kindes- und Jugendalter wird somit ein aktiver Lebensstil für das Erwachsenenalter entwickelt (Manz et al., 2014).

Aufgrund ihrer Relevanz für die Gesundheit ist die sportmotorische Leistungsfähigkeit und insbesondere deren Entwicklung bei Kindern und Jugendlichen eine vermehrt behandelte Thematik in der Fachwissenschaft sowie in der Öffentlichkeit (Ortega et al., 2013; Albrecht, 2015). Oerter und Montada (2008) führten aus, dass das Wissen

über das generell Gültige der menschlichen Entwicklung in den unterschiedlichsten Lebensbereichen, was folglich auch die motorische Entwicklung miteinschließt, von wesentlicher Bedeutung ist. Trotz vielzähligen Untersuchungen der sportmotorischen Entwicklung können in der Forschung bisweilen noch keine eindeutigen Aussagen hinsichtlich jener Zeitpunkte getroffen werden, an welchen unterschiedliche sportmotorische Fähigkeiten im Kindes- und Jugendalter Zuwachs, Stagnation oder Verlust erfahren (Albrecht, 2015). Folglich können nur andeutungsweise Einschätzungen über den Entwicklungsverlauf gemacht werden, wobei auch die Auswirkungen von internen sowie externen Faktoren zu berücksichtigen sind (Willimczik & Conzelmann, 1999). Albrecht (2015) wies darauf hin, dass das Forschungsdefizit hauptsächlich auf das jeweilige Ausmaß der Einflüsse unterschiedlicher Faktoren auf die sportmotorische Entwicklung von Kindern und Jugendlichen zurückzuführen ist.

In Folge der Vertechnisierung und Automatisierung kam es in den letzten Jahrzehnten zu einer allgemeinen Abnahme der körperlichen Aktivität (Hollmann & Strüder, 2009). Laut Hollmann und Strüder (2009) sind die biologischen Gesetzmäßigkeiten jedoch trotz dieser Veränderung gültig. Die Autoren erläuterten, dass die physische Struktur sowie Leistungsfähigkeit, nicht nur vom Erbgut, sondern insbesondere von der Qualität und Quantität der Belastung abhängen. Schlussfolgernd, wird ein Organ durch intensive Forderung leistungsfähiger bzw. an die Belastung angepasst und insgesamt widerstandsfähiger. Bei zu geringen Intensitäten kann im Allgemeinen davon ausgegangen werden, dass es ebenfalls zu einer Anpassung der Organe kommt, wobei hier eine Leistungsverminderung anzunehmen ist. (Hollmann & Strüder, 2009)

Aufgrund der negativen gesundheitlichen Folgen durch sportliche Inaktivität, insbesondere im Kindes- und Jugendalter, gelten Bewegung, Spiel und Sport als ein wesentlicher Bestandteil in der Entwicklung (Zimmer, 2012; Schwarz, 2014). Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Teilnahme an der kulturellen Bewegung, des Spiels sowie Sports durch eine solide sportmotorische Leistungsfähigkeit begünstigt wird (Bös et al., 2009b). Eine unzureichende sportmotorische Leistungsfähigkeit geht folglich mit negativen Erfahrungen innerhalb dieses „kulturellen“ Systems einher, was wiederum zu einer erhöhten Bewegungseinschränkung und Inaktivität führen kann (Dordel, 2003; Kettner et al., 2012). Albrecht (2015) erläuterte, dass die Basis für eine gut ausgebildete sportmotorische Leistungsfähigkeit, im Bereich der Erziehung zu Bewegung und Sport, bereits im frühen Kinderalter geschaffen werden muss. Dies

würde im weiteren Lebensverlauf zu Spaß an Bewegung führen und somit als Grundlage für einen aktiven Lebensstil dienen (Albrecht, 2015).

Um Veränderungen in der Entwicklung zu erkennen, zu verstehen und dementsprechende Interventionen bzw. Präventivmaßnahmen setzen zu können, sei eine fortwährende Diagnose der sportmotorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen notwendig (Oberger et al., 2010). Zur Analyse der Entwicklung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit liegen mit Reifungstheorien, handlungsorientierten Ansätzen, strukturfunktionalistischen Sozialisationstheorien oder systemdynamischen Ansätzen eine Menge an theoretischen Konzepten vor (Willimczik & Singer, 2009). Eine anerkannte Systematisierung der Basis eines handlungsorientierten Ansatzes erläuterte Bös (1987), wobei der Autor die motorischen Fähigkeiten anhand eines Baumdiagramms, ersichtlich in Abbildung 1 (vgl. S. 15), in entsprechende Unterpunkte gliedert. Bös (1987) unterteilte hierbei in drei Konstruktionsebenen: In der ersten differenzierte der Verfasser zwischen energetisch determinierten (konditionellen) und informationsorientierten (koordinativen) Fähigkeiten. Die koordinativen Fähigkeiten beschreiben die Qualität der Bewegungssteuerung bzw. -regelung (Roth, 1999). Die konditionellen Fähigkeiten wiederum beschreiben das Niveau der Energiebereitstellung sowie -übertragung (Roth, 1999). Den beiden Fähigkeitsbereichen wurden in der zweiten Konstruktionsebene Unterpunkte zugeteilt (Grundfähigkeiten) welche wiederum in der dritten Konstruktionsebene in spezifische Fähigkeiten aufgeteilt wurden (Bös, 1987).

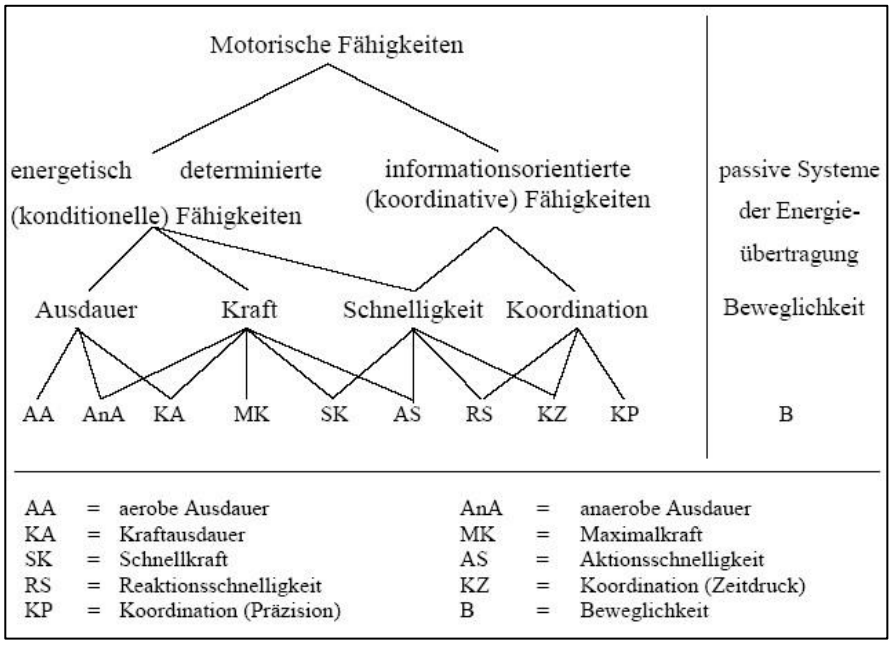


Abb. 1: Differenzierung motorischer Fähigkeiten (Bös 1987, S. 94)

Bös (1987) schloss sich Bös und Mechling (1983) an und räumte der Beweglichkeit einen gesonderten Platz ein. Diese wird folglich weder den konditionellen, noch den koordinativen Fähigkeiten zugeteilt. In der Literatur lassen sich jedoch einige Autoren finden, welche die Beweglichkeit auf dieselbe Ebene in der sportmotorischen Leistungsfähigkeit stellten (Schnabel et al., 1997; Martin et al., 1999; Weineck, 2007). Hohmann et al. (2003) erläuterten des Weiteren, dass Kraft, Schnelligkeit und Beweglichkeit nicht alleinig den konditionellen bzw. koordinativen Fähigkeiten zugeteilt werden können, da diese in einer Wechselbeziehung zueinanderstehen würden. Folglich scheinen sich die Autoren in der Literatur darüber uneinig zu sein, welche Grundeigenschaften bzw. Basisfähigkeiten zu welchen „Hauptfähigkeiten“ (Kondition und Koordination) zu zählen sind.

Ist explizit von SPORT-motorischer Leistungsfähigkeit die Sprache, so sind jene Fähigkeiten gemeint, welche für das Erlernen von Bewegungen sowie sportlichen Handeln verantwortlich sind (Geese & Reimers, 2003). Zugehörig sind hier die konditionellen Grundeigenschaften Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit und Koordination, als auch Kombinationsformen wie beispielsweise Kraftausdauer, Schnellkraft und Schnelligkeitsausdauer (Geese & Reimers, 2003). Dies ist auch in Abbildung 1 (vgl. S. 15) ersichtlich.

Ausdauer „beschreibt den Teilaspekt der sportlichen Leistungsfähigkeit, sportliche Belastungen über eine längere Dauer ausführen zu können“ (Olivier et al., 2008, S. 141). Die Systematisierung der Ausdauer wird von verschiedenen Faktoren bestimmt, wie des Umfangs der arbeitenden Muskulatur, der Belastungszeit (Kurz-, Mittel-, Langzeitausdauer) und der Art der Energiebereitstellung (aerob, anaerob) (Hohmann et al., 2003).

Unter Kraft versteht man die Fähigkeit der Muskulatur, gegen einen Widerstand, isometrisch, konzentrisch oder exzentrisch zu arbeiten (Geese & Reimers, 2003). Martin et al. (1999) führten hierbei an, dass die Kraftleistung erst beginnt, wenn ein Widerstand, welcher 30% des realisierbaren persönlichen Maximums beträgt, überschritten wird. Die Kraft lässt sich in unterschiedliche Kraftfähigen unterteilen: Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer (Letzelter & Letzelter, 1986). Zu erwähnen ist hier, dass die Kraft in den jeweiligen Sportarten nie in einer „Reinform“, sondern immer in Kombination mit anderen konditionellen physischen Leistungsfaktoren, auftritt (Weineck, 2007). Aus sportmotorischer Betrachtungsweise

können unterschiedliche Erscheinungsformen vernommen werden wie beispielsweise die Sprung-, Stoß- oder Wurfkraft (Hohmann et al., 2003). Die Maximalkraft ist die höchstmöglichste Kraft, welche das Nerv-Muskel-System bei maximaler willkürlicher Kontraktion aufbringen kann (Weineck, 2007). Der Begriff Kraftausdauer, beschreibt die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Organismus bei lang andauernden Kraftleistungen (Harre, 1970). Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems einen möglichst großen Impuls in der verfügbaren Zeit produzieren zu können (Schmidtbleicher, 1984).

Geese und Reimers (2003) unterschieden im Bereich der Schnelligkeit zwischen der Aktionsschnelligkeit und der Reaktionsschnelligkeit. Die Aktionsschnelligkeit kann unterteilt werden in zyklische und azyklische Schnelligkeit, wobei jeweils das Ziel ist, dass eine gewisse Aufgabe, beispielsweise das Zurücklegen einer bestimmten Strecke, schnellstmöglich bzw. mit höchster Geschwindigkeit, zu absolvieren. Die Reaktionsschnelligkeit hingegen, umfasst die verstrichene Zeit vom Einsetzen eines Signals (akustisch, visuell, taktil) bis zur motorischen Antwort. (Geese & Reimers, 2003)

„Beweglichkeit ist die Fähigkeit, Bewegungen willkürlich und gezielt mit der erforderlichen bzw. optimalen Schwingungsweite der beteiligten Gelenke, Muskeln, Sehnen und Bänder ausführen zu können“ (Martin et al., 1991, S. 214). Laut Hohmann et al. (2003), setzt sich die Beweglichkeit aus der Gelenkigkeit und der Dehnbarkeit zusammen. Die Gelenkigkeit ist hierbei vom passiven Funktionssystem sowie größtenteils von genetischen Veranlagungen abhängig. Die Dehnbarkeit hingegen, kann durch Dehnen der Muskulatur, Bänder und Sehnen trainiert werden, sodass sich die gesamte Beweglichkeit verbessert. (Hohmann et al., 2013)

Die koordinativen Fähigkeiten umfassen sieben Bereiche: Gleichgewichts-, Orientierungs-, Reaktions-, Kopplungs-, Umstellungs-, Rhythmisierungs- und Differenzierungsfähigkeit (Roth & Roth, 2009). Laut Hohmann et al. (2003) erlauben diese Fähigkeiten eine qualitative Bewegungsausführung im sportlichen Rahmen.

## Sportmotorische Entwicklungsmuster in den einzelnen Altersabschnitten

Um eine Übersichtlichkeit der Entwicklung der sportmotorischen Fähigkeiten zu ermöglichen, findet man in der Literatur eine Unterteilung nach bestimmten Lebensabschnitten vor (Alfermann & Stoll, 2005). Abhängig sind diese Einteilungen

von Autorinnen bzw. Autoren und deren Fachrichtungen (Alfermann & Stoll, 2005). Laut Wollny (2007), gestaltet sich die Zuteilung der Heranwachsenden aufgrund der individuellen und geschlechtsspezifischen Unterschiede als schwierig. Eine Aufsplittung hinsichtlich des kalendarischen Alters ermöglicht es jedoch, altersspezifische Handlungsmuster festzustellen (Wollny, 2007), weshalb auch in der vorliegenden Arbeit eine Klassifizierung, wie in Tabelle 1 erkennbar, erfolgt.

Tab. 1: Klassifizierung motorischer Entwicklungszeiträume (in Anlehnung an Wollny, 2007, S.217)

| **Lebensabschnitt** | **Altersgruppe (in vollendeten Jahren)** |
|---|---|
| Kleinkindalter | 0-3 Jahre |
| Vorschulalter | 4-5 Jahre (frühes Kindesalter) |
| Volksschulalter | 6-10 Jahre (mittleres bis spätes Kindesalter) |
| Pubertät | 11-13 Jahre (spätes Kindesalter bis Jugendalter) |
| Adoleszenz | 14-17 Jahre (Jugendalter) |
| Frühes Erwachsenenalter | 18-23 Jahre |

Hingegen der früheren Annahme einer rein endogen gesteuerten Prozessreifung des Menschen, ist man heute der Meinung, dass diese vor allem exogen geschieht. Folglich kann jede/r Heranwachsende ihre bzw. seine Entwicklung, welche sowohl motorische Fähigkeiten als auch die Persönlichkeitsentwicklung umfasst, selbstständig hinsichtlich auf ihr bzw. sein Handeln und der Auseinandersetzung mit der Umwelt gestalten. Willimczik & Singer (2009) unterstrichen hierbei, dass die moderne Ansichtsweise der Entwicklung des Menschen grundlegend auf Umwelteinflüsse beruht. (Willimczik & Singer, 2009)

### Kleinkindalter (0-3 Jahre)

„Die früheste Kindheit ist gekennzeichnet durch rasche Entwicklungsprozesse, wobei das Körperwachstum besonders augenfällig ist“ (Krombholz, 1999, S. 2). Gerade im ersten Lebensjahr zeigt sich eine rasche motorische und körperliche Entwicklung (Böcker, 2011). Während Neugeborene im Verlauf der ersten Monate bereits ihren Kopf in der Bauchlage anheben können, sind Kleinkinder im 11.-12. Monat bereits in der Lage sich selbstständig aufzurichten und gestützt zu gehen (Krombholz, 1999;

Coenen, 2010; Böcker, 2011). Aufgrund dieser frühen Entwicklungsprozesse bzw. durch das sich vergrößernde Sichtfeld, bedingt durch das fortwährende Aufrichten, werden neuronale Prozesse rasch weiterentwickelt, mit welchen die Umwelt entdeckt, gelernt bzw. verarbeitet werden kann (Coenen, 2010; Böcker, 2011).

Mit Beginn des zweiten Lebensjahres werden erste Gehversuche ohne Hilfe gemacht, was nicht nur körperliche Voraussetzungen (Beweglichkeit, Muskelaufbau, Verlagerung des Körperschwerpunktes, Gleichgewicht halten), sondern auch eine Koordinierung der Sinne erfordert. Des Weiteren werden in diesem Lebensabschnitt Bewegungsfertigkeiten wie beispielsweise das Aufreihen und Stapeln von Bauklötzen, das Aufheben von Gegenständen, ungezieltes Werfen und Rollen von Bällen sowie Purzeln und Balancieren erlernt. (Böcker, 2011)

Im dritten Lebensjahr zeigt sich eine Weiterentwicklung des Erlernten. Es kommen jedoch auch weitere Bewegungsfertigkeiten wie zufälliges Fangen, auf einem Bein stehen, gehendes Balancieren, Hüpfen, Rollen um die Längsachse, Klettern und Springen auf bzw. von Gegenständen sowie Treppen steigen im Wechselschritt hinzu. (Böcker, 2011)

Laut Krombholz (1999) geht die Wissenschaft davon aus, dass die motorischen Entwicklungen bis zum 2.-3. Lebensjahr größtenteils durch Reifungsprozesse geprägt sind. Das Trainieren bzw. Üben einzelner Fertigkeiten ist erst nach dieser Zeit sinnvoll, da zuvor die körperlichen Gegebenheiten noch nicht vorhanden sind. (Krombholz, 1999)

**Vorschulalter (4-5 Jahre; frühes Kindesalter)**

Im Vorschulalter zeigen sich sehr rasche und deutliche Veränderungen der biologischen und kognitiven Strukturen, wie verschiedene Wachstumsprozesse, die Entwicklung der Organe und die Reifung des Zentralnervensystems (Bös und Ulmer, 2003). Somit kommt es im Vorschulalter zu anfänglichen Bewegungskombinationen und folglich zu einer Weiterentwicklung der im Kleinkindalter erlernten Bewegungsformen (Scheid, 2009). Bedingt durch die ersten Wachstumsschübe, kommt es in diesem Lebensabschnitt zu einer ersten Veränderung der Körperproportionen (Meinel & Schnabel, 2007). Winter (1998) erläuterte, dass sich in diesem Alter noch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede hinsichtlich großer Leistungsverbesserung und Bewegungsfertigkeiten zeigen. Im Allgemeinen ist im

Vorschulalter eine rasche Weiterentwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit erkennbar, was laut Meinel und Schnabel (2007), nicht nur auf die körperliche sowie kognitive Entwicklung, sondern auch auf die Zunahme der kognitiven Fähigkeiten zurückzuführen ist. Auf Bewegungsformen wie Laufen, Springen, Steigen oder Klettern folgen Schwingen, Ziehen und Schieben (Scheid, 2009). Des Weiteren werden auch komplexere Bewegungsausführungen wie Werfen und Fangen erlernt (Scheid, 2009).

**Volksschulalter (6-10 Jahre; mittleres bis spätes Kindesalter)**

Im letzten Abschnitt des Kindesalters, welcher auch als Höhepunkt der motorischen Entwicklung verstanden wird, nehmen Kinder neue Bewegungsaufgaben schnell auf und setzen diese um (Bös & Ulmer, 2003; Meinel & Schnabel, 2007). Da dieser Abschnitt in Abhängigkeit mit der geschlechtlichen Reife von Jungen und Mädchen steht, sind in der Literatur keine genauen Altersstufen vermerkt (Meinel & Schnabel, 2007). Da bei Mädchen die Geschlechtsreifung generell früher beginnt, treten diese oftmals auch früher in die nächste Entwicklungsstufe (Pubertät) ein (Meinel & Schnabel, 2007). Laut Bös und Ulmer (2003), ist neben der körperlichen Entwicklung, auch die soziale Veränderung von Bedeutung. So beeinflussen neue Umfelder wie beispielsweise Kindergarten, Schule oder die mögliche Mitgliedschaft in einem Sportverein die (sport-)motorische Entwicklung wesentlich (Bös & Ulmer, 2003). Wollny (2007) wies darauf hin, dass verschiedene Veränderungen in diesem Lebensabschnitt hauptverantwortlich für die Ausprägung des Bewegungsdrangs sind. Des Weiteren, kommt es zu einer Steigerung der Leistungsbereitschaft, was nach Wollny (2007), auf die neuen Strukturgegebenheiten, wie beispielsweise den Schulbesuch, zurückzuführen ist.

**Pubertät (11-13 Jahre; spätes Kindesalter bis Jugendalter)**

In der Literatur wird der Lebensabschnitt der Pubertät auch oft als frühes Jugendalter benannt. Aufgrund der oft vorhandenen, großen individuellen Entwicklungsunterschiede, gestaltet es sich als schwierig genaue Zeitpunkte festzulegen, ab wann es zu einem Übertritt vom späten Kindesalter zu der nächsten Entwicklungsstufe kommt. Meinel und Schnabel (2007) definierten das frühe Jugendalter als Zeitspanne von Beginn der Geschlechtsreifung bis zur Menarche bzw.

Spermarche. Folglich ist ein früher Eintritt in, als auch ein später Austritt aus dieser Lebensphase vorstellbar. (Meinel & Schnabel, 2007)

Bedingt durch die hormonelle Umstellung und den damit verbundenen Geschlechtsreifevorgängen, kommt es zu einem nächsten Gestaltenwandel (Albrecht, 2015). Es zeigen sich große geschlechtsspezifische sowie individuelle Unterschiede und Wachstumsschübe, welche Veränderungen der Körperproportionen zur Folge haben (Meinel & Schnabel, 2007). Die Pubertät ist neben verschiedenen motorischen, auch von psychosozialen Veränderungen geprägt, was zu einer Minderung der Bewegungslust, vor allem bei Mädchen, führen kann (Brinkhoff & Baur, 1994). Diese Veränderungen können positive als auch negative Auswirkungen auf die sportmotorische Leistungsfähigkeit haben (Meinel & Schnabel, 2007). Sowohl neurologische Veränderungen als auch Kraftzuwächse führen zu Leistungssteigerungen in unterschiedlichen Fähigkeitsbereichen (Meinel & Schnabel, 2007). Rasche Wachstumsschübe können jedoch auch zu zeitweiligen Problemen in der Koordination führen (Meinel & Schnabel, 2007).

**Adoleszenz (14-17 Jahre; Jugendalter)**

Die Adoleszenz ist geprägt durch eine starke Differenzierung der Geschlechter und individueller motorische Entwicklungsmuster (Meinel & Schnabel, 2007). Hinsichtlich der zeitlichen Angaben für diesen Lebensabschnitt, finden sich in der Literatur wiederum Unterschiede. Meinel und Schnabel (2007) beschränkten diesen Abschnitt auf den Beginn der Menarche bzw. Spermarche bis zur Erreichung der vollständigen körperlichen Reife.

Laut Meinel und Schnabel (2007) lassen sich vermehrt individuelle Verhaltensmuster, unterschiedliche Niveaus der konditionellen und koordinativen Fähigkeiten sowie verschiedene Ausprägungen der Motorik in diesem Lebensabschnitt erkennen. In Hinsicht auf das Geschlecht, stellen sich unterschiedliche Bewegungsaktivitäten sowie Leistungen ein (Meinel & Schnabel, 2007). Wollny (2007) erklärte, dass die sportmotorische Leistungsfähigkeit, bei nicht gezieltem Training, bereits stagnieren bzw. zurückgehen kann. Da sich in diesem Lebensabschnitt bereits andere Interessen als auch Verhaltensweisen entwickeln, kommt es zu psychosozialen Veränderungen (Wollny, 2007). So spielen in dieser Lebensphase das Abwenden von den Eltern, das Verlangen nach Selbstständigkeit, die Zuwendung zu Altersgenossen sowie das Interesse an dem anderen Geschlecht eine wesentliche Rolle (Wollny, 2007).

**Frühes Erwachsenenalter (18-23 Jahre)**

Das frühe Erwachsenenalter ist gekennzeichnet durch die vollkommene Ausprägung der menschlichen Motorik. Bei trainierenden Personen ist eine vollkommene Entwicklung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit wahrzunehmen. Dieser Lebensabschnitt ist geprägt von einer verstärkten Differenzierung der sportmotorischen Fertigkeiten und vom Ausbau der Alltagsmotorik. Da die Alltagsmotorik in dieser Lebensphase über Jahre konstant bleibt, nimmt die Ausbildung dieser einen wichtiger Stellenwert ein. Personen welche nicht trainieren, können bereits von einem Rückgang der sportmotorischen Leistungsfähigkeit betroffen sein. (Meinel & Schnabel, 2007)

Neben dem motorischen Entwicklungsabschluss, beeinflussen auch diverse psychosoziale Veränderungen die sportmotorische Leistungsfähigkeit bzw. die allgemeine körperliche Aktivität (Meinel & Schnabel, 2007). Während des frühen Erwachsenenalters kommt es zu vielzähligen sozialen und individuellen Veränderungen (Wollny, 2007). Als Beispiele sind der Berufseinstieg, das Ausziehen aus dem Elternhaus, eine Beziehung bzw. Ehe sowie eine Familiengründung zu nennen. Neben dem allgemeinen Sportinteresse, ist der Bezug zum Sport grundsätzlich davon abhängig, wo das soziale bzw. berufliche Umfeld stattfindet (Wollny, 2007). Dies bezeichnete Wollny (2007), auch als interindividuelle Differenzen bezüglich gesellschaftlicher Differenzierung.

Zusammenfassend ist jede einzelne Phase vom Kleinkindalter bis zum Erwachsenenalter von einer Vielzahl biologischer, motorischer sowie psychosozialer Veränderungen geprägt. Die sportliche Aktivität nimmt fortwährend eine wichtige Rolle in der Entwicklung ein, sei es um bestimmte sportmotorische Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten zu erwerben, um Leistungen im Jugendalter zu verbessern oder um zur Erhaltung bzw. Differenzierung im Erwachsenenalter beizutragen. Die sportmotorische Entwicklung sowie in Folge die sportmotorische Leistungsfähigkeit ist neben nicht beeinflussbaren körperlichen und kognitiven Prozessen, auch vom individuellen Engagement und der Auseinandersetzung mit der Umwelt abhängig. Dies unterstreicht die Annahme einer exogen gesteuerten Prozessentwicklung. (Willimczik & Singer, 2009)

**Entwicklung der sportmotorischen Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Geschlechterunterschiede**

Im Allgemeinen steigt die sportmotorische Leistungsfähigkeit vom Kindes- bis zum Jugendalter sukzessive an (Bös, 1994). Mit zunehmendem Alter zeigt sich jedoch eine Abnahme des Leistungszuwachses bei beiden Geschlechtern (Albrecht, 2015).

Laut Bös et al. (2009a) kommt es bis zum 12. und 13. Lebensjahr zu einem kontinuierlichen Leistungszuwachs, welcher unabhängig vom Geschlecht ist. Dies wurde auch von weiteren Autoren bestätigt (Crasselt et al., 1985; Barnett et al., 2010; Schmidtbleicher, 2009). Meinel und Schnabel (2007) als auch Schmidtbleicher (2009) verwiesen darauf, dass Jungen günstigere genetische Voraussetzungen aufweisen, Mädchen diese jedoch durch ihren somatischen Entwicklungsvorsprung kompensieren. Folglich sind die Entwicklungsverläufe für beide Geschlechter, bis zum Erreichen des 12. bzw. 13. Lebensjahres, gleichbleibend (Meinel & Schnabel, 2007; Schmidtbleicher, 2009).

Mit dem frühen Jugendalter (Pubertät) beginnt sich die Geschlechterschere (sukzessiv ansteigende Leistungsvorteile für ein Geschlecht in Abhängigkeit des Fähigkeitsbereichs) zu erweitern (Schmidtbleicher, 2009; Bös et al., 2009a; Barnett et al., 2010). In diesem Lebensabschnitt zeigt sich bei den männlichen Jugendlichen ein Leistungszuwachs in der Sportmotorik, insbesondere bei konditionellen und kraftorientierten Aufgaben (Ahnert & Schneider, 2007; Bös et al., 2009a; Barnett et al., 2010). Bei den Mädchen kommt es hingegen zu einer Stagnation ihrer sportmotorischen Entwicklung ab dem mittleren Jugendalter mit 14 bzw. 15 Jahren (Ahnert & Schneider, 2007; Bös et al., 2009a). Dies gilt jedoch nicht für alle Fähigkeitsbereiche (Ahnert & Schneider, 2007; Bös et al., 2009b). Den Mädchen konnte beispielsweise im Bereich der Beweglichkeit, in Form der Rumpfbeuge, sowie im koordinativen Bereich (Gleichgewicht) beim Balancieren rückwärts, ein Bewegungsvorteil eingeräumt werden (Ahnert & Schneider, 2007; Bös et al., 2009a).

Mehrere Autoren (Bös, 1994; Baquet et al., 2006; Ahnert & Schneider, 2007) bestätigten, dass im Altersabschnitt zwischen 11 und 18 Jahren eine beschleunigte motorische Entwicklung stattfindet. Mögliche Begründungen hierfür sind zum einen die biologische Entwicklung des Körpers und zum anderen verschiedene soziale Änderungen, wie beispielsweise Schule oder Vereinsangehörigkeit (Bös, 1994; Ahnert & Schneider, 2007).

Das späte Jugend- bzw. frühe Erwachsenenalter stellt die Lebensphase der höchsten sportmotorischen Leistungsfähigkeit dar und wird gemäß Bös (1994) um das 18. Lebensjahr datiert. Nach Erreichung des sportmotorischen Leistungsmaximums, kommt es zu einer Stagnation der Leistungsfähigkeit, welche durch gezielte körperliche Aktivität über 20-30 Jahre erhalten bleiben kann (Bös, 1994). Der Einfluss des Alters und des Geschlechts auf die sportmotorische Leistungsfähigkeit gilt als unumstritten und wurde bereits in vielen Untersuchungen thematisiert (Albrecht, 2015). Bös (1994) beziffert die Geschlechtsunterschiede abhängig von dem Fähigkeitsbereich und des Entwicklungsstadiums mit 10% bis 50%.

**Entwicklungsverlauf der Ausdauer**

Die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit ist einer der meist untersuchtesten Bereiche der sportmotorischen Fähigkeiten, wobei die Untersuchungsmethoden variieren (unterschiedliche Testprotokolle bei Fahrradergometer-Tests bzw. verschiedene Ausdauerläufe) (Albrecht, 2015). Um die aerobe Ausdauer spezifisch zu beurteilen, wird in der Regel die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_{2max}$) herangezogen (Conzelmann & Blan, 2009). Für beide Geschlechter zeigt sich ein rascher Anstieg der Ausdauerleistungsfähigkeit bis ca. zum zehnten Lebensjahr, ab welchen sich die Entwicklung dezent verlangsamt, jedoch dennoch weiter ansteigt (Bös, 1994; Bös & Ulmer, 2003). Die absolute maximale Sauerstoffaufnahme verbessert sich mit zunehmendem Alter sowohl bei Frauen als auch Männern, am meisten in der Zeit der Geschlechtsreifung (Meinel & Schnabel, 2007). Es zeigt sich jedoch, dass die relative maximale Sauerstoffaufnahme (ml/min/kg) im Alter zwischen 12 und 16 Jahren beinahe unverändert bleibt (Suslov, 2002). Malina et al. (2004) verwiesen darauf, dass sich die $VO_{2max}$ Werte bei Jungen bis zum 16. Lebensjahr weiterentwickeln (Malina et al., 2004). Conzelmann und Blank (2009) berichteten hingegen von einem Anstieg bis zum 18. Lebensjahr. Die Mädchen erreichen ihre besten $VO_{2max}$ im Alter von 13 Jahren und somit wesentlich früher als Jungen (Malina et al., 2004; Conzelmann & Blank, 2009). Folglich sind im Verlauf des Jugendalters zunehmend geschlechtsspezifische Unterschiede in Verbindung mit ungleichmäßigen Wachstumstendenzen der Geschlechter, abhängig vom Training, erkennbar (Meinel & Schnabel, 2007). Männliche Jugendliche weisen eine stetige Weiterentwicklung physiologischer Parameter auf, während es bei Mädchen bereits aufgrund des früher endenden

Wachstumsalters zu einer Stagnation oder Abnahmen der Ausdauerleistungsfähigkeit kommt (Meinel & Schnabel, 2007). Da es in den späteren Jahren zu einer kontinuierlichen Abnahme der Ausdauerleistung, vor allem bei Nichttrainierenden, kommt, stellt das Jugendalter die höchste Ausprägung der Ausdauerleistungsfähigkeit für beide Geschlechter dar (Bös, 1994; Conzelmann & Blank, 2009). Dies wird in Abbildung 2 veranschaulicht.

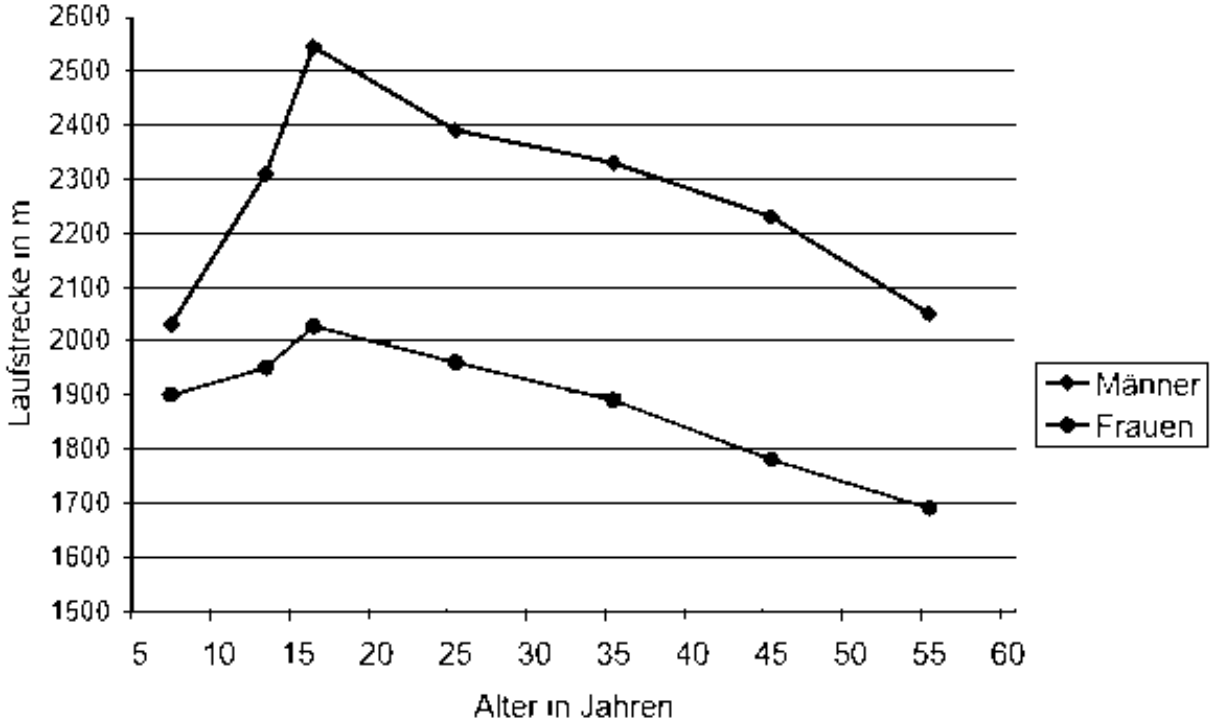



Abb. 2: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern beim Cooper-Test (Laufstrecke in 12 Minuten) (Bös 1994; zitiert nach Ahnert, 2006, S. 46).

Bereits früh ist ein geschlechtsspezifischer Unterschied zu vernehmen: Mädchen im Alter von zehn bis 12 Jahren erreichen durchschnittlich 85-90% der Ausdauerleistungsfähigkeit der Jungen, wobei sich diese Prozentzahl nach der Pubertät auf 70% vermindert (Conzelmann & Blank, 2009). Hinsichtlich der Laufleistung ergeben sich laut Meinel und Schnabel (2007) für männliche Jugendliche vom frühen Jugendalter bis hin zum 19./20. Lebensjahr erhebliche jährliche Zuwächse. Bei nicht trainierenden Mädchen kommt es hingegen bereits im 14./15. Lebensjahr zum Höhepunkt der Laufausdauerfähigkeit (vgl. Abb. 2, S. 25) (Meinel & Schnabel, 2007).

Dies zeigte sich auch in einer Luxemburger Querschnittsstudie von Bös et al. (2004), in welcher sportmotorische Daten von 9-, 14-, und 18-Jährigen erhoben wurden. Zur Überprüfung der Ausdauerleistungsfähigkeit wurde im Rahmen dieser Untersuchung

der 6-Minuten-Lauf herangezogen. Sowohl bei Mädchen als auch Jungen konnte ein signifikanter Einfluss des Alters auf die Ausdauerleistungsfähigkeit zu Gunsten der Älteren festgestellt werden. Auffällig war jedoch, dass die Laufleistung bei den 18-jährigen Mädchen geringer ausfiel als bei den 14-jährigen (Bös et al., 2004). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Klein et al. (2004): In deren Untersuchung zeigte sich, dass sich Jungen hinsichtlich der zurückgelegten Strecke von der 6. bis zur 9. Klasse steigern konnten. Bei den Mädchen kam es hingegen zu einem Leistungsrückgang (Klein et al., 2004).

Bezüglich der anaeroben Ausdauerleistungsfähigkeit zeigte sich, dass diese bei über 15-Jährigen besonders ausgeprägt ist, wobei dieses Ergebnis wesentlich von den Mädchen bestimmt wird (Deutscher Sportbund, 2003). Erwähnenswert ist auch, dass im Zusammenhang mit dem biologischen Alter eine erhöhte Belastungsverträglichkeit hinsichtlich der anaerob-laktaziden Energietransformationen verbunden ist (Meinel & Schnabel 2007). Laut Suslov (2002) ergibt sich für beide Geschlechter, nach Erreichen der Geschlechtsreife eine Verbesserung der anaeroben Ausdauerfähigkeit. Es kann folglich angenommen werden, dass es zu einer kontinuierlichen Niveauerhöhung der anaeroben Kapazität vom Kindesalter (gering ausgeprägt) bis zum frühen Erwachsenenalter kommt, welche unabhängig des Geschlechts ist (Conzelmann, 1994).

**Entwicklungsverlauf der Kraft**

Überprüfungen der Kraftverläufe im Kindes- und Jugendalter wurden überwiegend in Form von sportmotorischen Testungen durchgeführt, zumeist mittels Standweitsprung, Sit-ups und/oder Liegestütz (Albrecht, 2015). Folglich bedeutet dies, dass primär die Schnellkraft sowie Kraftausdauer den Fokus dieser Untersuchungen bildeten. Die einzelnen Arten der Kraft müssen differenziert betrachtet werden, um Entwicklungsverläufe darstellen zu können (Martin et al., 1999). Bisher gab es jedoch nur wenige Studien, welche im Kindes- bzw. Jugendalter Überprüfungen der Maximalkraft, beispielsweise mittels Beinpresse, durchführten (Albrecht, 2015).

Die Entwicklung der Kraftfähigkeit wird durch die Muskelfaserzusammensetzung, dem Muskelquerschnitt sowie der Länge der Muskeln beeinflusst (Menzi et al., 2007). Die Entwicklungsverläufe sind jedoch auch abhängig von der Kraftform (Kraftausdauer, Schnellkraft, etc.) sowie von der beanspruchten Muskulatur (Arm-, Bein-,

Rumpfmuskulatur, etc.). Einen Überblick über die Entwicklungsverläufe unterschiedlicher kraftorientierte Testaufgaben aus der Studie von Crasselt et al. (1985) zeigen die Abbildungen 3 und 4: der Standhochsprung fordert die Schnellkraft und die Testaufgabe Sit-ups überprüft die Kraftausdauer der Bauchmuskulatur.

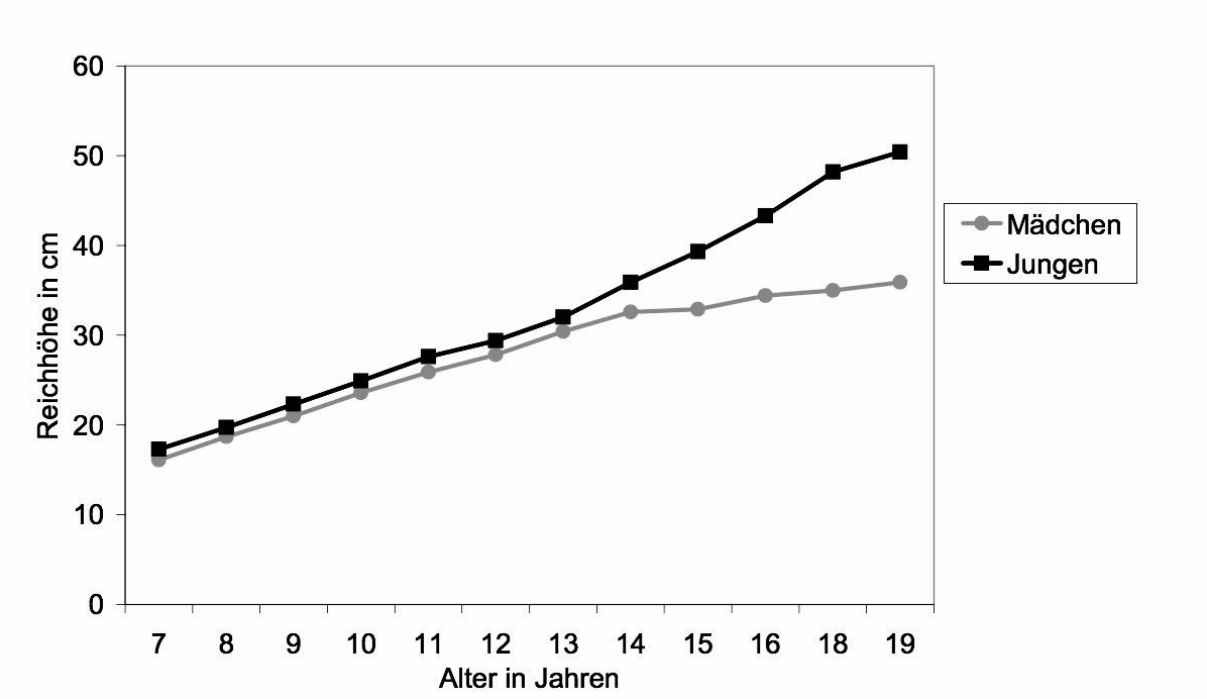



Abb. 3: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern im Standhochsprung im Alter von 7 bis 18 Jahren (Crasselt et al., 1985, S. 93)

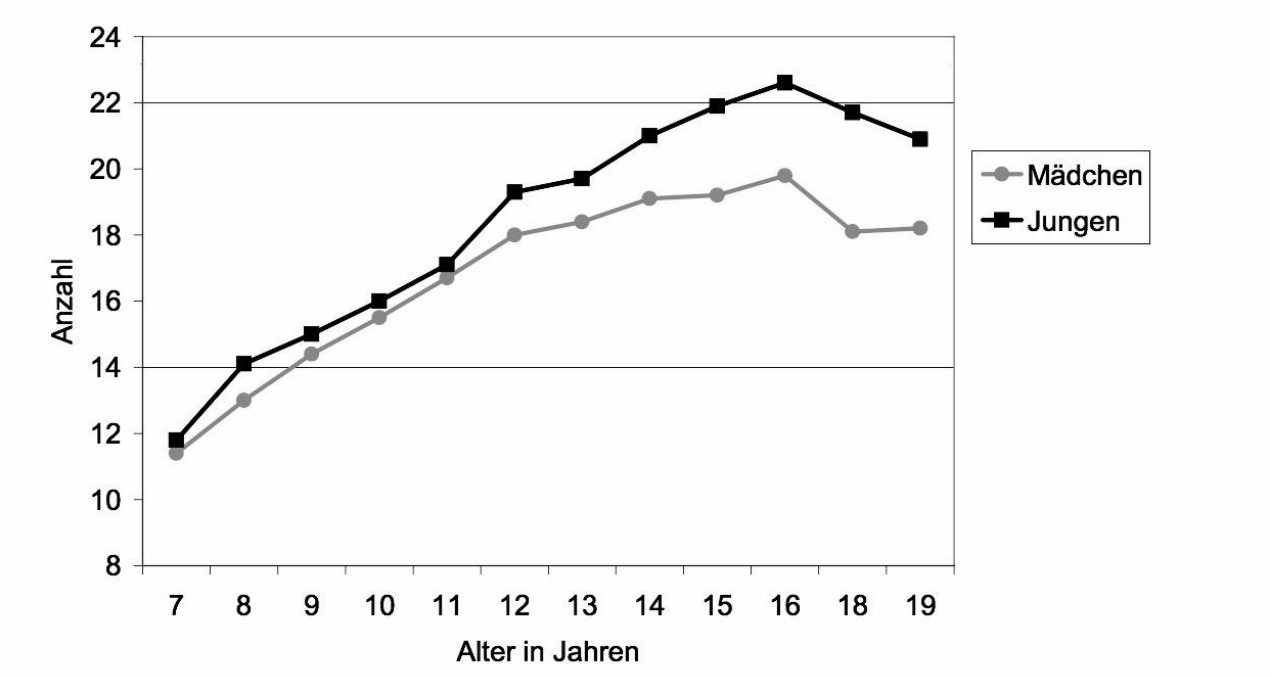



Abb. 4: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern bei Sit-ups (Crasselt et al., 1985, S. 94)

Im Zuge des Vorschul- und Volksschulalters kommt es zu einer stetigen Weiterentwicklung der Maximal- bzw. Schnellkraft, wobei diese langsam voranschreitet (Bös & Ulmer, 2003). Laut Martin et al. (1999) sind in diesem Alter die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede noch relativ gering. Bös et al. (2009a) ermittelten die Schnellkraft mittels Standweitsprung von Jungen und Mädchen im Vorschul- bzw. Volksschulalter. Hierbei zeigte sich, dass Jungen durchwegs bessere Leistungen erzielten, sich aber noch keine signifikanten Unterschiede ergaben (Bös et al., 2009a).

Wollny (2007) wies darauf hin, dass die Kraftzuwächse nicht vereinheitlicht werden sollten, da sich diese aus den bereits genannten, verschiedenen Subfähigkeiten zusammensetzen. Winter und Hartmann (2007) konnten beispielsweise feststellen, dass sich während der Pubertät ein verstärkter Zuwachs der Maximal- bzw. Schnellkraft zeigt, es jedoch zu einer ungünstigen Entwicklung der Kraftausdauerleistungsfähigkeit kommt. Im Verlauf der Pubertät zeigen sich erste bedeutende Geschlechterunterschiede in allen kraftabhängigen Motorikaufgaben (Martin et al., 1999; Meinel & Schnabel, 2007; Menzi et al., 2007). Es kommt zu einer Öffnung der Geschlechterschere zugunsten der Jungen, bedingt durch die hormonellen Veränderungen (vermehrte Testosteronausschüttung mit anaboler Wirkung) (vgl. Abb.3 und Abb.4, S. 27) (Martin et al., 1999; Meinel & Schnabel, 2007; Menzi et al., 2007). Die Maximalkraft, die Sprungkraft und die Kraftausdauer steigen bei den Mädchen im frühen Jugendalter nur noch gering an (Ahnert, 2006). Bezüglich der Kraftausdauerleistungsfähigkeit der unteren Extremitäten konnten Ahnert und Schneider (2007) feststellen, dass diese bis zu einem Alter von ca. 14 Jahren bei den Mädchen besser ausgeprägt ist. Erst im Verlauf der Pubertät zeigte sich eine Verbesserung der Kraftausdauer der männlichen Jugendlichen, im Vergleich zu den weiblichen (Ahnert & Schneider, 2007). Im späten Jugend- und frühen Erwachsenenalter kommt es zu einer Stagnation der Kraftleistung bei den Mädchen (Winter & Hartmann, 2007). Folglich erreichen Mädchen die volle Ausprägung der kraftabhängigen Leistungsfähigkeit in der Regel ca. vier bis fünf Jahre früher als Jungen (vgl. Abb.3, S.27) (Martin et al., 1999). Im Lebensabschnitt der Adoleszenz können Mädchen nur mehr zwei Drittel der Kraftleistungsfähigkeit der Jungen erbringen (Winter, 1998). Graphisch gesehen, kommt es bei Jungen zu einer steigenden Entwicklung, während es bei den Mädchen zu einer Abflachung der Entwicklungskurve kommt (vgl. Abb. 3 und Abb.4, S. 27).

**Entwicklungsverlauf der Schnelligkeit**

Zur Beurteilung der Schnelligkeit wird oft der Kurzstreckenlauf (Sprint) herangezogen (Ahnert, 2006). Ahnert (2006) wies jedoch darauf hin, dass es sich bei der Schnelligkeit um eine komplexe Fähigkeit handelt, welche stark von koordinativen Fähigkeiten und der Schnellkraft beeinflusst wird. Im Allgemeinen umfasst der Fähigkeitsbereich der Schnelligkeit sowohl die Reaktions- als auch Aktionsschnelligkeit (Martin et al., 1999). Die Reaktionsschnelligkeit ist in drei Unterpunkte unterteilbar: optisches, visuelles und taktiles Reaktionsvermögen (Schmidtbleicher, 2009). Laut Schmidtbleicher (2009) ist die Reaktionsschnelligkeit abhängig von der Wahrnehmungs- bzw. Antizipationsfähigkeit und folglich nur zu ca. 20% trainierbar. In der Zeitspanne vom Vorschulalter bis hin zum frühen Erwachsenenalter entwickelt sich die Reaktionsschnelligkeit stetig weiter (Albrecht, 2015). Bei einer Untersuchung von Albrecht (2015), entwickelte sich die Reaktionszeit des optischen Reaktionsvermögens, von den 6/7-Jährigen mit 0,50-0,60 Sekunden zu 0,15 Sekunden bei den 19-Jährigen. Laut Schmidtbleicher (1994), weist die Reaktionsschnelligkeit je nach Extremität eine unterschiedliche Leistungsfähigkeit auf.

Die Aktionsschnelligkeit wird in zyklische und azyklische Bewegungsformen unterteilt (Martin et al., 1999). Die azyklische Schnelligkeit stellt eine maximal schnelle Durchführung einer einzelnen Bewegung dar (z.B. Tennisschlag oder Wurf) (Martin et al., 1999). Unter der zyklischen Schnelligkeit wird die mehrfache Ausführung von Bewegungen mit maximaler Geschwindigkeit (z.B. Laufen, Schwimmen, Radfahren) verstanden (Martin et al., 1999).

Als entscheidend für die Schnelligkeit gilt im Allgemeinen die Verteilung der Muskelfasern, welche genetisch bedingt ist. Hierbei wird unterschieden zwischen ST-Fasern (Slow Twitch) und FT-Fasern (Fast-Twitch). ST-Fasern werden im Volksmund auch als langsam-zuckende Fasern bezeichnet und sind folglich eher auf ausdauerspezifische Aufgaben ausgelegt. FT-Fasern hingegen sind schnell-zuckend und daher schnellkräftig arbeitend. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die erreichbare Schnelligkeit bereits bei der Geburt vorgegeben ist. Durch exogene Faktoren, wie beispielsweise gezielte Trainingsreize, können diverse Verbesserungen bzw. Veränderungen in der Faserstruktur erfolgen. In Abbildung 5 (vgl. S. 30) werden

geschlechterspezifische Entwicklungskurven in den zyklischen Schnelligkeitsaufgaben 60-Meter und 100-Meter-Sprint erkenntlich gemacht.

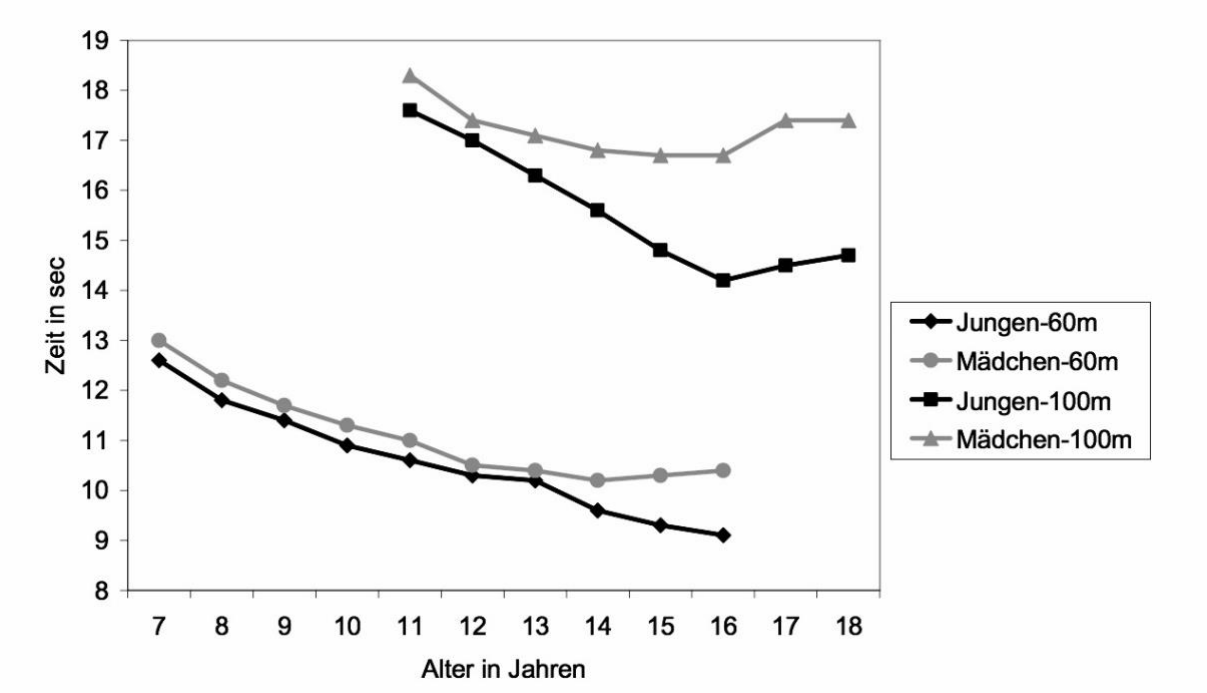



Abb. 5: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern beim 60- und 100-Meter Sprint (Crasselt et al., 1985, S. 97).

Verglichen zur Kraftentwicklung, kommt es im Bereich der Schnelligkeit geschlechtsunabhängig zu einer raschen Zunahme im Kindesalter (vgl. Abb. 5, S. 30) (Ahnert, 2006). Bös und Ulmer (2003) beispielsweise konnten im Altersbereich zwischen 6 und 14 Jahren einen raschen Anstieg der Schnelligkeit für beide Geschlechter feststellen. Dieser kann mit der Reifung des Zentralnervensystems und einer damit verbundenen Verbesserung der Bewegungskoordination erklärt werden (Bös & Ulmer, 2003). Ahnert (2006) wies auf einen zweiten Entwicklungssprung bei Jungen sowie Mädchen im Alter zwischen 12 und 13 Jahren hin. Hierbei zeigte sich, dass die Jungen ihren Leistungsvorsprung weiter ausbauten (Ahnert, 2006). Tønessen et al. (2015) untersuchten die Entwicklung der Lauf- und Sprungleistungen von 11- bis 18-jährigen Leichtathleten/innen. Dabei konnte festgestellt werden, dass Jungen bis zum 14. Lebensjahr ihre 60-Meter Sprintleistung um 0,3-0,5 Sekunden bzw. Mädchen bis zum 12. Lebensjahr um 0,35 Sekunden verbessern konnten (Tønessen et al., 2015). Folglich zeigte sich für beide Geschlechter ein hoher Einfluss des Alters auf die Sprintleistungsfähigkeit (Tønessen et al., 2015).

Auf einen raschen Anstieg der Schnelligkeit im frühen Kindesalter folgt eine Phase der verlangsamten Entwicklung, ehe es im Jugendalter zu einem weiteren Entwicklungsschub kommt (vgl. Abb. 5, S. 30) (Martin et al., 1999). Dieser zweite Schub der Entwicklung in der Schnelligkeit im Verlauf des Jugendalters, ist laut Ahnert (2006) vor allem auf die Zunahme der Maximalkraft und auf die Verbesserung der Schnellkraft zurückzuführen. Tønessen et al. (2015) konnten diesen zweiten Entwicklungsschub nur bei den Jungen feststellen. Bei gleichaltrigen Mädchen zeigt sich hingegen nur mehr eine geringe Verbesserung bzw. eine Stagnation der Schnelligkeitsleistung zwischen 15 und 17 Jahren (Tønessen et al., 2015).

Über die gesamte Schulzeit hinweg, kann ein Vorsprung der Jungen im Vergleich mit den Mädchen, vor allem bei Sprintleistungen, beobachtet werden (vgl. Abb. 5, S. 30) (Bös & Ulmer, 2003; Geese & Reimer, 2003). Laut Crasselt (1982) sind bis zum Volksschulalter keine geschlechtsspezifischen Unterschiede hinsichtlich der Schnelligkeitsleistungen zu beobachten. Im Verlauf des Jugendalters kommt es zu einer Öffnung der Geschlechterschere zu Gunsten der Jungen, was Albrecht (2015) auf die höheren Kraftleistungen zurückführt. Weineck (2007) verwies darauf, dass untrainierte Mädchen ihre maximale Ausprägung der Schnelligkeitsfähigkeit im Alter von 15 bzw. 16 Jahren erreichen. Bei Jungen kommt es hingegen zu einer steigenden Weiterentwicklung bis zum Ende des Jugendalters (Weineck, 2007). Laut Weineck (1994) zeigte sich mit Ende des Jugendalters ein Geschlechterunterschied von 10% bis 20% im Bereich der Schnelligkeitsfähigkeit (Weineck, 1994). In der Untersuchung von Tønessen et al. (2015) verbesserten die Jungen ihre Leistung vom 12. bis zum 19. Lebensjahr um 18%. Bei den Mädchen zeigte sich eine Leistungssteigerung von 11% (Tønessen et al. 2015). Hierbei betrug die Geschlechterkluft bei den 18-Jährigen laut Tønesseen et al. 10,3%.

**Entwicklungsverlauf der Koordination**

Die Gesamtentwicklung der Koordination ist bei Mädchen bereits mit 9/10 Jahren und bei Jungen mit 12/13 Jahren zu ca. 75% abgeschlossen (Hirtz, 2002; Meinel & Schnabel, 2007; Roth & Roth, 2009). Folglich ergibt sich, dass die Phase hoher jährlicher Zuwachsraten bei Mädchen früher eintritt als bei Jungen (vgl. Abb. 6, S. 32) (Meinel & Schnabel, 2007). Laut Meinel und Schnabel (2007) zeigten sich geschlechtsspezifisch hinsichtlich der koordinativen Leistungsfähigkeit im Vergleich zu

anderen konditionellen Fähigkeiten, kaum Unterschiede. Um jedoch eine Weiterentwicklung der koordinativen Fähigkeiten zu gewährleisten, bedarf es bereits in diesem Alter (Volksschulalter bis Pubertät) einer hohen und gezielten Reizsetzung (Hirtz, 2002; Meinel & Schnabel, 2007; Roth & Roth, 2009).

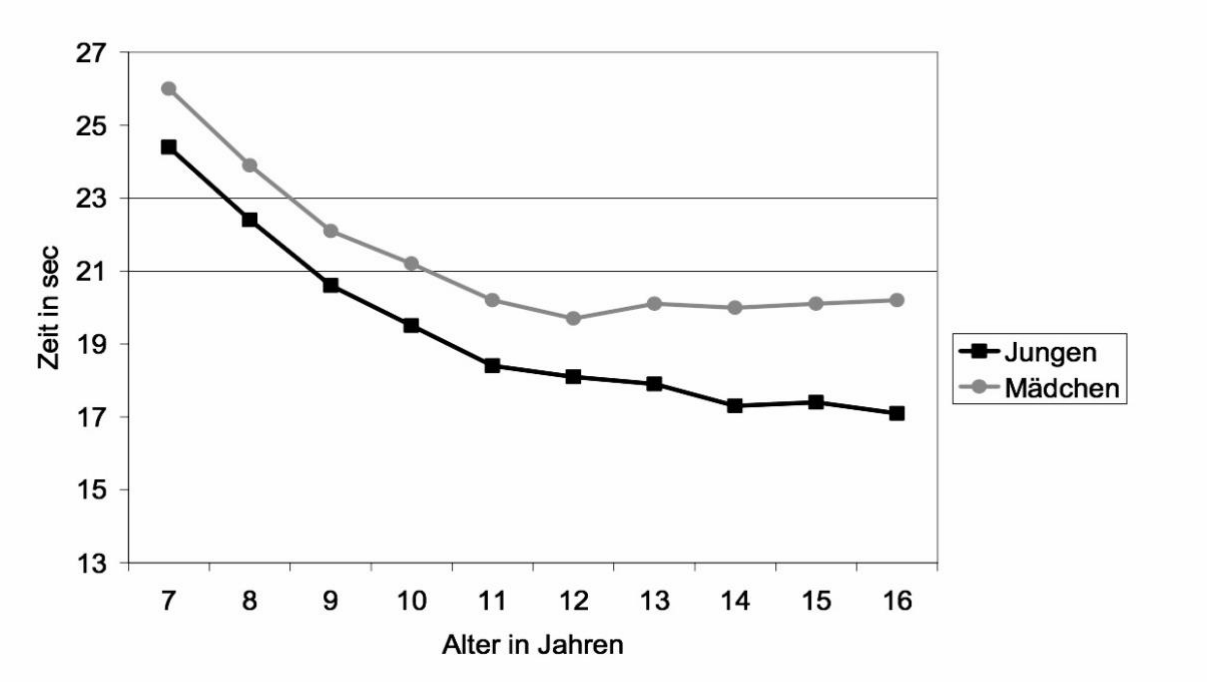
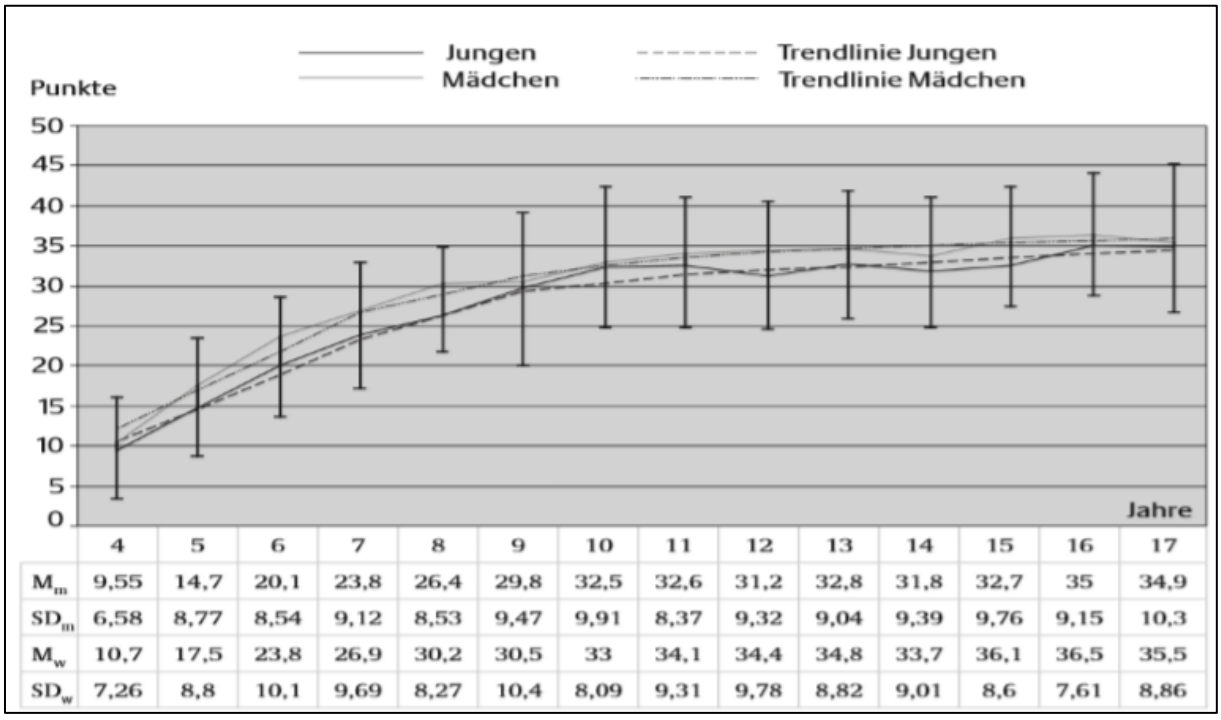



Abb. 6: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern im Gewandtheitslauf (Kastenbumeranglauf) im Alter von 7 bis 16 Jahren (Crasselt et al., 1985, S. 95).

Um eine nähere Beschreibung des Entwicklungsverlaufs der koordinativen Fähigkeiten zu ermöglichen, unterteilten Roth & Roth (2009) diesen in fünf Phasen. In der ersten Phase kommt es zu einem starken linearen Anstieg der Koordination für beide Geschlechter vom 4. bis zum 9./10. Lebensjahr bei den Mädchen, bzw. 11./12. Lebensjahr bei den Jungen (Roth & Roth, 2009). Laut Hirtz (2002) sowie Roth und Roth (2009) wird dieser schnelle Anstieg durch die Reifung des zentralen Nervensystems begründet. Hirtz (2002) gab des Weiteren an, dass der Sportunterricht einen wesentlichen Einfluss auf diese Entwicklung hat. Die größten Verbesserungen der Koordination zeigten sich laut Winter und Hartmann (2007) im frühen und späten Kindesalter. Diese Angaben decken sich mit Martin et al. (1999), welche eine Steigerung zwischen 30 und 50% anführten. Auch Bös et al. (2004) konnten einen signifikanten Einfluss des Alters bei koordinationsfähigkeitsbestimmenden Übungen wie den Einbeinstand (statisches Gleichgewicht) und Balancieren rückwärts (dynamisches Gleichgewicht) von der Primarstufe zur Sekundarstufe, eruieren.

In weiterer Folge kommt es zu einer Verlangsamung der Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten, welche durch den Gestaltenwandel, ungünstige Last-Kraft und Kraft-Hebel-Verhältnisse begründet wird (vgl. Abb.6, S. 32) (Hirtz, 2002; Roth & Roth, 2009). Beeinträchtigungen sind vor allem in der Feinkoordination sowie bei komplexen azyklischen Bewegungsaufgaben zu erkennen (Ahnert, 2006). In dieser zweiten Phase, welche ca. die Dauer der Pubertät umfasst, geben Roth und Roth (2009) einen Leistungsrückfall von etwa 4% an. In der von Ahnert und Schneider (2007) durchgeführten Längsschnittstudie wurde die koordinative Leistungsfähigkeit (dynamisches Gleichgewicht) anhand der Aufgabe Balancieren rückwärts erhoben. Hierbei zeigte sich ein Leistungsbruch mit Eintreten der Pubertät (Ahnert & Schneider, 2007). Bös et al. (2009a) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis, wobei die Autoren eine deutliche Abflachung der Leistungskurve in der Testaufgabe Balancieren rückwärts eruieren konnten (vgl. Abb.7, S. 33).




| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_m$ | 9,55 | 14,7 | 20,1 | 23,8 | 26,4 | 29,8 | 32,5 | 32,6 | 31,2 | 32,8 | 31,8 | 32,7 | 35 | 34,9 |
| $SD_m$ | 6,58 | 8,77 | 8,54 | 9,12 | 8,53 | 9,47 | 9,91 | 8,37 | 9,32 | 9,04 | 9,39 | 9,76 | 9,15 | 10,3 |
| $M_w$ | 10,7 | 17,5 | 23,8 | 26,9 | 30,2 | 30,5 | 33 | 34,1 | 34,4 | 34,8 | 33,7 | 36,1 | 36,5 | 35,5 |
| $SD_w$ | 7,26 | 8,8 | 10,1 | 9,69 | 8,27 | 10,4 | 8,09 | 9,31 | 9,78 | 8,82 | 9,01 | 8,6 | 7,61 | 8,86 |

Abb.7: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern im Alter von 4 bis 17 Jahren im Balancieren rückwärts (Bös et al., 2009a, S. 115)

In der von Roth und Roth (2009) festgelegten Phase 3, welche in etwa die Alterspanne der Adoleszenz umfasst, zeigt sich ein Anstieg der Leistungskurve der bei ca. 9% liegt. In diesem Lebensabschnitt kommt es zur völligen Ausprägung der koordinativen Leistungsfähigkeit und das Leistungsmaximum wird für beide Geschlechter erreicht (Ahnert, 2006; Roth & Roth, 2009). Bös et al. (2004) konnten beispielsweise

feststellen, dass das Alter die koordinativen Fähigkeiten signifikant beeinflusst. Sowohl beim Einbeinstand (statisches Gleichgewicht) als auch im Balancieren rückwärts (dynamisches Gleichgewicht) konnten die Autoren eine Leistungsverbesserung der 18-Jährigen gegenüber den 14-Jährigen ermitteln (vgl. Abb. 7, S. 33) (Bös et al., 2004).

Mit Eintritt in das Erwachsenenalter (Phase 4) zeigt sich eine Erhaltungsphase, welche bis zu zehn Jahre anhalten kann. Laut Krüger und Zimmermann (1983) kann es jedoch auch in dieser Phase noch zu trainingsbedingten Verbesserungen der Leistung in grobmotorischen Koordinationsaufgaben kommen. In Phase 5 (vierte bzw. fünfte Lebensdekade bis zum Tod) zeigt sich ein fortwährender Rückgang der koordinativen Leistungsfähigkeit (Roth & Roth, 2009).

Hinsichtlich der geschlechterspezifischen Unterschiede verwiesen Roth und Roth (2009) darauf, dass eine Differenzierung notwendig sei. So sprechen sie Jungen bei grobmotorischen Aufgaben mit hohem Geschwindigkeitsanteil einen Leistungsvorsprung zu, während Mädchen bei Präzisisonsaufgaben durchschnittlich bessere Leistungen erzielen (vgl. Abb. 6; 8; S. 32; S. 35) (Roth & Roth, 2009). Bös et al. (2009a) konnten beispielsweise in ihrer Untersuchung signifikant höhere Leistungen der 4- bis 17-jährigen Mädchen im Balancieren rückwärts (dynamisches Gleichgewicht) im Vergleich mit den Jungen feststellen (vgl. Abb. 7, S. 33). Ahnert (2006) hingegen verwies darauf, dass die Ergebnisse für das dynamische Gleichgewicht nicht eindeutig sind: Es wird zwar des Öfteren von besseren Leistungen der Mädchen gesprochen, bei diversen Untersuchungen waren die Jungen jedoch überlegen, oder es wurden keine Unterschiede festgestellt (Ahnert, 2006). Hinsichtlich des statischen Gleichgewichts zeigte sich, dass die Leistung mit dem Alter zwar ansteigt, es aber keinen geschlechtsspezifischen Unterschied bis zum Erreichen des Jugendalters gibt (Ahnert, 2006). Mit Erreichung des Jugendalters konnten Leistungsvorteile, beispielsweise beim Schwebestehen, zugunsten der Jungen festgestellt werden (Ahnert, 2006).

Generell müssten laut Ahnert (2006) koordinative Aufgaben in jene mit geringen und jene mit starken Motorikanteil unterschieden werden. Feinmotorische Aufgaben sowie Reaktionszeitmessungen weisen einen geringen Motorikanteil auf (Ahnert, 2006). Grobmotorische Aufgaben wie beispielsweise der Slalomlauf (vgl. Abb. 8, S. 35) sind von hohen Motorikanteilen und einer Beteiligung von konditionellen Fähigkeiten

gekennzeichnet (Ahnert, 2006). Des Weiteren beeinflussen aufgabenabhängige Einflussfaktoren wie der Geschwindigkeits- oder Genauigkeitsbezug der Aufgaben, die Entwicklung der koordinativen Fähigkeiten (vgl. Abb.8, S. 35) (Ahnert, 2006). Bei Aufgaben mit hohem Geschwindigkeitsanteil sind mit zunehmenden Alter stärkere Leistungseinbußen sowohl bei Frauen als auch Männern zu erkennen (Roth & Winter, 1995). Hinsichtlich der Entwicklung ist auch der Einfluss von Training der koordinativen Fähigkeiten von wesentlicher Bedeutung. Hirtz (1985) gibt beispielsweise an, dass sich dieser geschlechtsunabhängige Einfluss für das Kinder- und Jugendalter mit ansteigendem Motorik- bzw. Geschwindigkeitsanteil der Aufgaben erhöht (Hirtz, 1985).

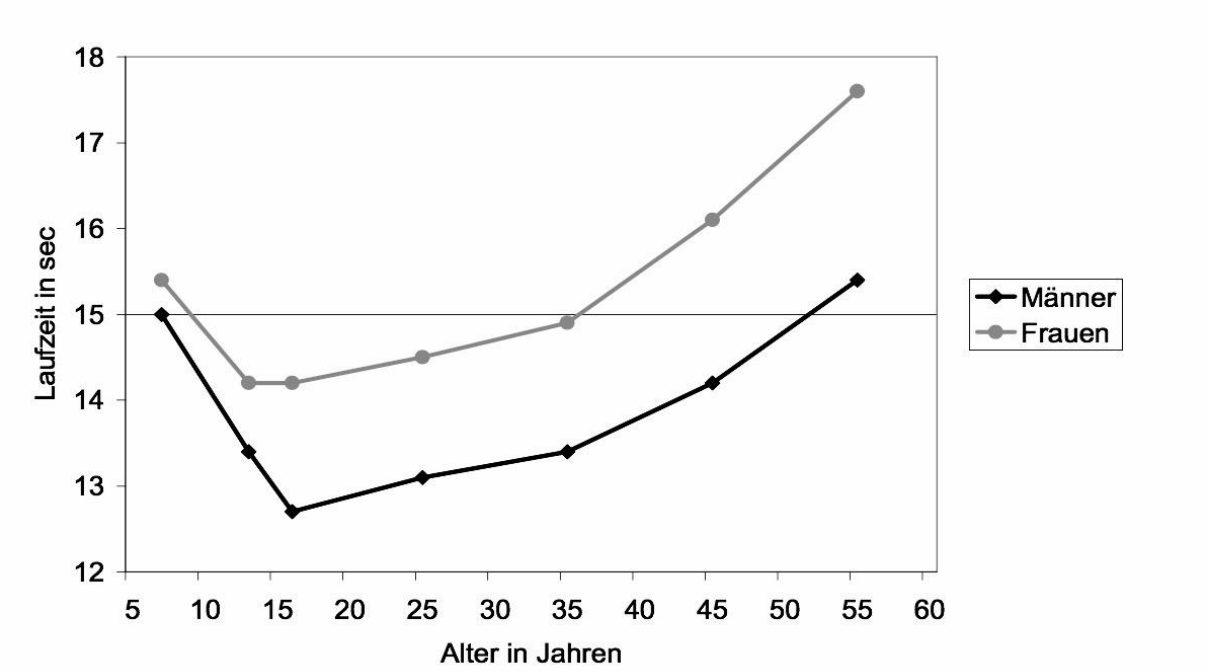


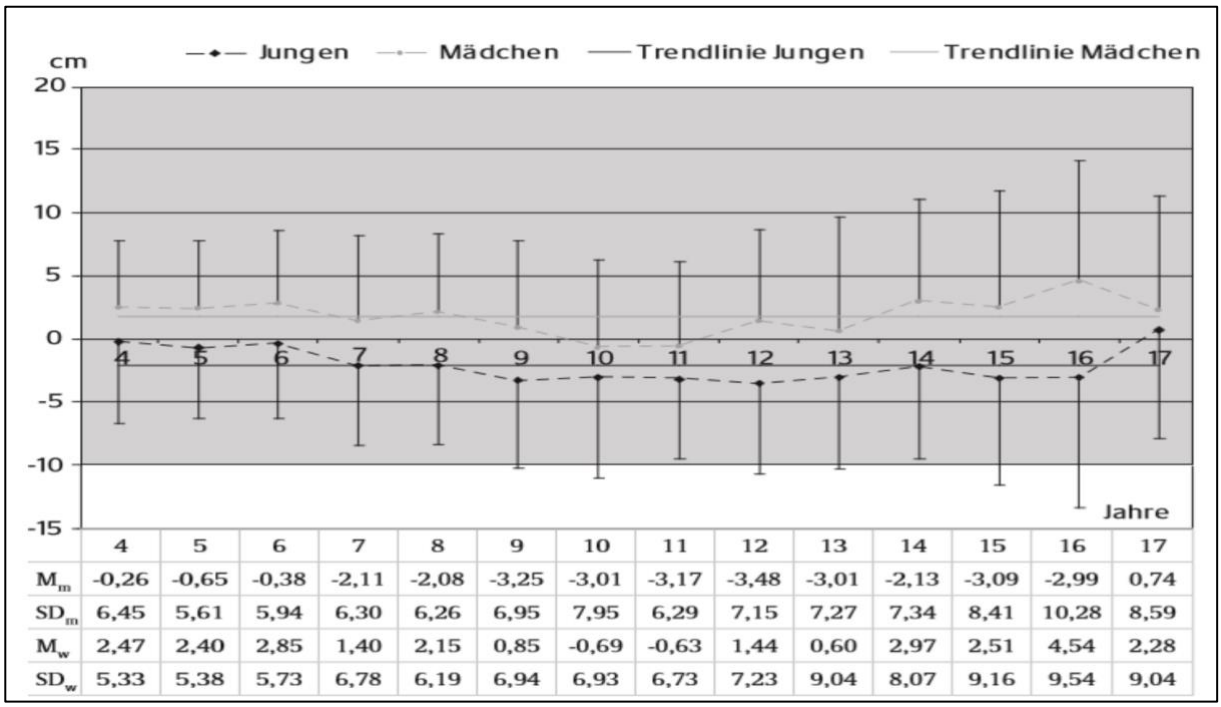

Abb. 8. Leistungsverlauf nach Geschlechtern beim Slalomlauf über die Lebensspanne- Koordination unter Zeitdruck (Bös, 1994, S. 243).

**Entwicklungsverlauf der Beweglichkeit**

Im Allgemeinen sind Aussagen über die Entwicklung der Beweglichkeit schwer zu treffen, da diese von der Körperregion sowie dem Aufgabenbereich abhängig ist (Bös & Ulmer, 2003). Laut Wydra (2009), entwickelt sich die Beweglichkeit bis ins Jugendalter stetig weiter. Dies wurde von Gaschler (1994) in Hinsicht auf das Hüftgelenk und die Wirbelsäule bestätigt. Die Beweglichkeit in den Schultern sowie bei der Beinspreizung stagniert laut Gaschler (1994) bereits im Volksschulalter. Wydra (2009) wies darauf hin, dass die Beweglichkeitsfähigkeit nach dem Jugendalter stetig

abnimmt. Zu einer Verringerung der Beweglichkeit in der Wirbelsäule kommt es während des dritten Lebensjahrzehnts, wobei es bei Männern früher zu einem Rückgang kommt als bei Frauen (Gaschler, 1994).

Die Entwicklung der Beweglichkeit ist laut Wydra (2009) signifikant abhängig von Alter und Geschlecht. Bös et al. (2004) konnten diese signifikante Abhängigkeit jedoch nur bei den Jungen beobachten. Hierbei zeigte sich, dass 9-jährige Burschen bei der Rumpfbeuge mit durchschnittlich 1 cm über Fußsohlenniveau noch die besten Leistungen erbrachten (Bös et al., 2004). Die 14-Jährigen mit 6 cm über Fußsohlenniveau und die 18-Jährigen mit 3 cm über Fußsohlenniveau schnitten folglich schlechter ab (vgl. Abb. 9, S. 36) (Bös et al., 2004). Bös et al. (2009a) hoben hervor, dass mit zunehmenden Alter nicht unbedingt eine Leistungsverbesserung hinsichtlich der Beweglichkeit vernehmbar ist. Im Allgemeinen scheint es schwierig zu sein, eine dem Alter entsprechende Entwicklung der Beweglichkeit vorherzusagen. Zur Verbildlichung des Entwicklungsverlaufs der Beweglichkeit dient die folgende Abbildung 9.




| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_m$ | -0,26 | -0,65 | -0,38 | -2,11 | -2,08 | -3,25 | -3,01 | -3,17 | -3,48 | -3,01 | -2,13 | -3,09 | -2,99 | 0,74 |
| $SD_m$ | 6,45 | 5,61 | 5,94 | 6,30 | 6,26 | 6,95 | 7,95 | 6,29 | 7,15 | 7,27 | 7,34 | 8,41 | 10,28 | 8,59 |
| $M_w$ | 2,47 | 2,40 | 2,85 | 1,40 | 2,15 | 0,85 | -0,69 | -0,63 | 1,44 | 0,60 | 2,97 | 2,51 | 4,54 | 2,28 |
| $SD_w$ | 5,33 | 5,38 | 5,73 | 6,78 | 6,19 | 6,94 | 6,93 | 6,73 | 7,23 | 9,04 | 8,07 | 9,16 | 9,54 | 9,04 |

Abb. 9. Leistungsentwicklung nach Geschlechtern bei der Rumpfbeuge (Bös et al., 2009a, S. 127)

In der von Bös et al. (2009a) durchgeführten Längsschnittstudie zeigte sich eine signifikante Abhängigkeit der Beweglichkeit vom Alter für beide Geschlechter, wobei

diese nicht mit einer Steigerung der Leistung einhergeht. Wie in Abbildung 9 (vgl. S. 36) ersichtlich, zeigte sich eine wellenförmige Entwicklung der Beweglichkeit vom 4. bis zum 17. Lebensjahr. Bereits im Verlauf des frühen Kindesalters sind geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Beweglichkeit erkennbar (Bös & Ullmer, 2003; Wydra, 2009). Für beide Geschlechter zeigt sich zuerst eine stetige Verbesserung, wobei Mädchen durchwegs bessere Leistungen erzielen, als Jungen (vgl. Abb. 9, S. 36) (Wydra, 2009). Dies ist vor allem durch die hormonellen Gegebenheiten und den daraus resultierenden biologischen Auswirkungen (z.B. geringere Muskelmasse) bedingt (Wydra, 2009; Bös & Ullmer, 2009). Bös et al. (2009a) untersuchten 4- bis 17-jährige Kinder und Jugendliche und konnten einen signifikanten Leistungsunterschied in der Beweglichkeit zu Gunsten der Mädchen beobachten. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch frühere Studien von Klein et al. (2004) und Bös et al. (2004). Ab dem frühen Erwachsenenalter ist bei Männern sowie Frauen eine Abnahme der Beweglichkeit erkennbar. Diese fällt jedoch bei Männern wesentlich stärker aus als bei Frauen und ist über die gesamte Lebensspanne hin zu beobachten. (Wydra, 2009)

Zusammenfassend wurde in diesem Kapitel versucht einen Überblick über die Entwicklung der sportmotorischen Fähigkeiten unter Berücksichtigung der Geschlechterunterschiede zu schaffen. Im Allgemeinen sei darauf hingewiesen, dass es zum derzeitigen Zeitpunkt recht wenig aktuelle Literatur hinsichtlich dieses Themas gibt. Aufgrund der bereits erwähnten Bedeutung der sportmotorischen Fähigkeiten und deren Entwicklung im Kinder- und Jugendalter für die Gesundheit, ist es jedoch von Bedeutung auch über zeitgemäße Erkenntnisse zu verfügen. Folglich sollte die Entwicklung der sportmotorischen Fähigkeiten unter Berücksichtigung der Geschlechterunterschiede weiterhin untersucht werden. So könnten folglich bereits gewonnene Erkenntnisse bestätigt, Zusammenhänge der sportmotorischen Fähigkeiten erklärt und mögliche neue Kenntnisse gewonnen werden.

## 1.2 Anforderungen an die sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf

Alpines Skirennfahren stellt eine komplexe Sportart dar, welche mit hohen Anforderungen an die Athleten/Athletinnen einhergeht (Scherr et al., 2011). Durch die Weiterentwicklung des Skimaterials über die letzten Jahrzehnte und der daraus resultierenden Adaptierung der Skitechnik, kam es zu einer Veränderung des skitechnischen sowie konditionellen Anforderungsprofils (Raschner et al., 2008). Laut Raschner et al. (2008) ist der alpine Skirennsport eine Sportart, welche neben einer optimal ausgebildeten Skitechnik auch ein sehr hohes Fitnesslevel voraussetzt.

Im Allgemeinen weisen internationale Spitzenskirennläufer eine überdurchschnittliche hohe Gleichgewichtsfähigkeit, eine hohe Maximalbeinkraft sowie eine hohe aerobe und anaerobe Kapazität auf (Gross et al., 2009). Die Explosivkraftwerte sind vergleichbar mit jenen von Spitzenbasketball- bzw. Volleyballspielern, wobei im alpinen Skirennsport wesentlich geringere Winkelgeschwindigkeiten zu vernehmen sind, als in den Vergleichssportarten (Raschner, 2013).

Die physiologischen Anforderungen im Skirennsport richten sich an der Fähigkeit, den auftretenden Kräften, in einem gecarvten (auf der Kante gezogenen) Schwung, standzuhalten und dies über die Länge eines Laufs realisieren zu können. Darüber hinaus kommt es zu einem durchgehenden Wechsel zwischen Be- und Entlastung der beiden Skikanten, während es den Körper im Gleichgewicht zu halten gilt.

Kürzere Radien oder höhere Geschwindigkeiten führen zu einer Erhöhung der wirkenden äußeren Kräfte im Schwung. Diesen muss mit einer höheren maximalen Kraftentfaltung der Beinmuskulatur entgegengewirkt werden. Folglich gilt die Kraftfähigkeit der unteren Extremitäten als wichtiger Faktor für den Erfolg im alpinen Skirennsport. Auch die Kraftfähigkeit des Rumpfs darf nicht vernachlässigt werden: Dieser spielt in der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts eine bedeutende Rolle. (Hydren et al., 2013) Aufgrund der hohen Kraftanforderungen sowie dem Ablauf eines Trainings- bzw. Renntages, kann der alpine Skirennsport als ein intermittierendes, hochintensives Intervalltraining gesehen werden, welches durch einen Wechsel von hochintensiven Belastungsphasen und längeren Belastungspausen geprägt ist. Zu berücksichtigen sind auch die häufig sehr niederen Außentemperaturen. Diese können zu einem gesteigerten Sauerstoffbedarf, einer erhöhten Energiebereitstellungsanforderung und zu einer verminderten Ausschöpfung der

Maximalkraft führen. Diese Aspekte sind auf eine geringere Körpertemperatur zurückzuführen, weil während eines Skitrainings meist ein Rennanzug getragen wird, welcher eine unzureichende Wärmeisolation darstellt. (Suzuki et al., 2013)

Basierend auf dem aktuellen Forschungsstand kann keine der motorischen bzw. konditionellen Fähigkeiten als alleinig stehender, leistungsbestimmender Faktor für den Erfolg im alpinen (Spitzen-)Skirennsport angesehen werden (Raschner et al., 2008; Scherr et al., 2011). Vielmehr gilt eine Kombination aus aerober und anaerober Leistungsfähigkeit, eine hohe Muskelkraft sowie optimal ausgebildete motorische Fähigkeiten, wie beispielsweise die Beweglichkeit und die Koordination als entscheidend (Scherr et al., 2011). Für den Nachwuchsleistungssport des alpinen Skirennlaufs gibt es nur wenige Daten über die erforderlichen körperlichen und physiologischen Voraussetzungen. Dennoch gilt auch in diesem Altersbereich eine komplexe Kombination der einzelnen sportmotorischen Fähigkeiten, als Grundlage für eine gute Leistung im Nachwuchsskirennsport (Mildner et al., 2012).

### 1.2.1 Ausdaueranforderungen

Der alpine Skirennlauf ist durch kurze, jedoch hochintensive Belastungsformen für den Körper gekennzeichnet (Hydren et al., 2013). Alpine Spitzenskirennläufer/innen müssen daher über ein mittleres bis hohes aerobes und sehr hohes Level an anaerober Leistungsfähigkeit verfügen (Andersen & Montgomery, 1988). Die genauen Anforderungen hinsichtlich der Energiebereitstellung im alpinen Skirennlauf werden jedoch in der Literatur kontrovers diskutiert (Polat, 2016).

Laut Hydren et al. (2013) stellen der Phosphatstoffwechsel sowie die glykolytischen Resynthesevorgänge die dominante Energiebereitstellungsform dar. Die genauen Prozentangaben unterscheiden sich je nach Untersuchung: Die aerobe Oxidation scheint jedoch zwischen 34-45% der benötigten Energie zu liefern, der Phosphatstoffwechsel erbringt 25-30% und die restliche Energie (30-40%) wird durch die Pufferung des erzeugten Laktats bereitgestellt. (Hydren et al., 2013)

Im Gegensatz dazu zeigte sich in der von Vogt et al. (2005) durchgeführten Untersuchung eines Slalomtrainings, mit 16 Läufen, auf einer Höhe von 3500m üdM, eine Entleerung der Glykogenspeicher von 57,3% bei den Herren und 32,0% bei den Damen. Weiters konnte eine signifikant höhere Entleerung des Muskelglykogens der langsameren Typ-I-Muskelfasern nachgewiesen werden. Vogt et al. (2005) schlossen daher auf eine hohe Ausnützung des aeroben Potenzials der Skirennläufer/innen: Die Ausschöpfung der maximalen Sauerstoffaufnahme ($VO_{2max}$) betrug bei den Damen 75,6% und 67,5% bei den Herren. Bei einer zusätzlichen Berücksichtigung der Abnahme der $VO_{2max}$ mit der Zunahme der Höhe, ergaben sich Werte von 91% bei den Damen und 81% bei den Herren. (Vogt et al., 2005)

Auch Maffiuletti et al. (2009) verwiesen auf hohe Anforderungen an das aerobe System bei Spitzenskirennläufer/innen, gaben dabei jedoch an, dass noch weitere Untersuchungen von Nöten sind um diese Erkenntnisse zu bestätigen. In der von ihnen durchgeführten Langzeitstudie an Schweizer Welt- und Europacupathleten konnte ein Anstieg der maximalen, auf das Körpergewicht bezogenen, Leistung bei einer Fahrradspiroergometrie eruiert werden. Hierbei stieg die Leistung im Mittel von 3,93 W/kg im Jahr 1997 auf 4,30 W/kg im Jahr 2006. (Maffiuletti et al., 2009)

Bereits zu früheren Zeitpunkten wurden Untersuchungen durchgeführt, welche jedoch bezüglich der eruierten Daten ähnliche Werte wie die bereits erwähnten, erbrachten.

Tesch et al. (1978) berichteten von einer Ausschöpfung der $VO_{2max}$ von 80-90% bei sehr guten und 65-75% bei ungeübten Skifahrer/innen und konnten somit einen Unterschied feststellen. Mit einer Energieanforderung von 160-200% der $VO_{2max}$ lieferten Veicsteinas et al. (1984) den höchsten Wert. Dies könnte jedoch darauf zurückzuführen sein, dass der Wert anhand des Laktatanstiegs errechnet wurde, welcher aufgrund der Höhenlage und der sehr intensiven Belastung kritisch zu hinterfragen war (Turnbull et al., 2009).

Polat (2016) berichtete, dass alpine Skirennläufer mit einer maximalen Sauerstoffaufnahme von zirka 51 ml/kg/min, rund 75% (38,5 ml/kg/min) ihres Maximalwertes während der Fahrt in einem Riesentorlauf (RS) ausschöpfen. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam die Untersuchung von Spirk et al. (2012), welche eine Ausschöpfung von rund 73% der $VO_{2max}$ während eines Riesentorlaufs anführten. Dies könnte folglich ein Indikator dafür sein, dass die aerobe Energiebereitstellung eine bedeutende Rolle für die Leistung in der Disziplin Riesentorlauf spielt (Spirk et al., 2012; Polat, 2016). Von Duvillard et al. (2009) hingegen, wiesen eine maximale Sauerstoffaufnahme von zirka 57 ml/kg/min nach und gaben an, dass Athleten bei einem leistungsmäßigen Skitraining in etwa die Hälfte (27,7 ml/kg/min) ihrer aeroben Kapazität benötigten. In diesem Kontext erläuterten die Autoren, dass der Stoffwechselbedarf in der Disziplin Riesentorlauf niedriger, als zuvor angenommen, sein könnte und in diesem Bereich weitere Forschung von Nöten sei (von Duvillard et al., 2009).

Neumayr et al. (2003) konnten einen Zusammenhang einer hohen aeroben Kapazität (60 ml/kg/min; 4,7 W/kg) und einer besseren Weltranglistenplatzierung feststellen. Diese Korrelation konnte jedoch nur für männliche Speedspezialisten in einem der drei untersuchten Jahre bewiesen werden. Die Autoren sahen die aerobe Leistungsfähigkeit daher vorwiegend für die Regeneration von Bedeutung und weniger als dominante Energiebereitstellung (Neumayr et al., 2003). Die Bedeutsamkeit für die Regeneration wird auch von Turnbull et al. (2009) in ihrem Review Artikel hervorgehoben, da in einer Vielzahl von Veröffentlichungen auf diese Rolle der aeroben Ausdauer hingewiesen wird.

Hinsichtlich der Herzfrequenz werden Werte von 87-95% der maximal möglichen Herzfrequenz beim alpinen Skirennfahren angegeben (Hydren et al., 2013). Steiner

(2010) untersuchte österreichische Nachwuchsathleten/innen, sowie Mitglieder des Studentenkaders, und stellte eine maximale Herzfrequenz von 174 (±9) Schlägen pro Minute während eines Skitrainings fest. Bei einer Ausbelastung auf dem Fahrradergometer lagen die maximalen Herzfrequenzen der Athleten/innen bei 199(±13) Schlägen pro Minute (Steiner 2010). Zu ähnlichen Ergebnissen kam Polat (2016): Hier betrug die maximale Herzfrequenz der Athleten beim Durchfahren eines Riesentorlaufs 202 (±2) und die durchschnittliche Herzfrequenz 169 (±8) Schläge pro Minute. Der Autor verwies daher darauf, dass das Befahren eines Riesentorlaufs eine intensive Aktivität darstellt. (Polat, 2016)

Turnbull et al. (2009) hingegen führten eine höhere Korrelation von anaeroben Testungen mit dem Erfolg beim Skifahren an, als dies bei aeroben Tests der Fall war. Laut von Dullivard (2005) war die vorwiegend isometrische und exzentrische Kontraktionsform der Arbeitsmuskulatur ein weiterer Aspekt, der für eine verstärkte anaerobe Belastung im alpinen Skirennlauf spricht. Da es folglich zu einer verringerten Durchblutung und somit zu einer verminderten Versorgung der kontrahierenden Muskeln mit Sauerstoff kommt, lässt sich auf eine anaerobe, laktazide Energiebereitstellung schließen (von Dullivard, 2005). Dies ist vermehrt im Riesentorlauf und weniger in der Disziplin Slalom (SL) beobachtbar (Szmedra et al., 2001).

Für die Untersuchung der vorherrschenden Energiebereitstellungsform und der damit verbundenen metabolischen Anforderungen, wird vermehrt auch das Laktat als Messparameter herangezogen. Früher wurde Laktat vorwiegend als Stoffwechselendprodukt angesehen, welches für die Ermüdung der Muskulatur verantwortlich gemacht wurde. Neuere Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass dieses Molekül bedeutende, steuernde und regulierende Signalfunktionen bei der Anpassung des Gewebes durch Training übernimmt. Folglich wird es nicht mehr nur mit anaeroben Bedingungen in Verbindung gebracht, sondern bildet sich sobald die Pyruvat-Produktion den Bedarf überschreitet. Erwähnenswert ist, dass eine gesteigerte Laktatkonzentration im Blut nicht immer auf eine erhöhte Produktion hinweist. Vielmehr kann dies auch auf mit einer verschlechterten Verwertung in Verbindung gebracht werden. Dennoch weist eine erhöhte Konzentration im Blut auf

eine gesteigerte Glykolyserate und somit auf einen erhöhten Energiebedarf hin. (Wahl et al., 2009)

Laut Hydren et al. (2013) sind bei einem wettkampfmäßigen Riesentorlauf mit Laktatwerten von 12-15 mmol/l zu rechnen. Dies würde folglich auf hohe anaerobe Anforderungen hindeuten. Von Duvillard et al. (2009) konnten hingegen eine Laktatkonzentration von nur 5,6 mmol/l nach Beendigung eines 60s andauernden Riesentorlaufs ermitteln. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Vogt et al. (2005), welche ebenso eine maximale Laktatkonzentration von zirka 6 mmol/l, nach einem 45s langen Slalomtrainingslauf, feststellen konnten. Die Endlaktatwerte betrugen nach Beendigung des Laufes 6,52±0,28 mmol/l bei den Damen und 5,71±0,86 mmol/l bei den Herren. Steiner (2010) stellte etwas höhere Werte für Nachwuchsathleten/innen fest: Hier betrugen die Endlaktatwerte zirka 8 mmol/l nach Beendigung eines Riesentorlaufs. Auch in der von Polat (2016) durchgeführten Studie konnten höhere Laktatwerte nachgewiesen werden. Nach Beendigung eines Riesentorlaufs betrugen die maximalen Laktatwerte hier 10,13±0,43 mmol/l.

Aus den bereits genannten Gründen schließen Hydren et al. (2013), dass das Training von Skirennläufer/innen auf eine Verschiebung der Laktatschwellen sowie eine gesteigerte Laktattoleranz abzielen sollte. Vermehrt sollte Intervalltraining an und über der anaeroben Schwelle durchgeführt werden, da diese Belastungsform als hauptverantwortlich für die Ermüdung im Skirennsport gelte. Diese Trainingsform würde gleichzeitig auch zur Aufrechterhaltung der aeroben Kapazität beitragen, deren Bedeutung an den erbrachten Leistungen noch gründlicher untersucht werden müsse. (Hydren et al., 2013)

### 1.2.2 Kraftanforderungen

Im Allgemeinen können die Kräfte im alpinen Skirennsport das Ein-bis Dreifache des Körpergewichts erreichen (Turnbull et al., 2009). Die höchsten Belastungen entstehen hierbei im Scheitelpunkt eines Schwunges, kurz nachher oder bei Landungen nach Sprüngen (Hydren et al., 2013). Im Jahr 1999, konnten Raschner et al. Höchstwerte von 1600N während eines Riesentorlaufschwungs am Außenbein feststellen. In einer aktuelleren Untersuchung beobachteten Reid et al. (2012) einen Mittelwert von 1500N und einen Maximalwert von 3300N im Verlauf eines Slalomschwungs. Dieses Ergebnis stimmte mit jenen von früheren Studien überein (Förg-Rob & Nachbauer, 1988; Müller, 1994; Federolf, 2005), welche über Maximalwerte von 1500N bis 3500N berichteten. Folglich ergaben sich auf das Körpergewicht bezogene Belastungen, welche das Zwei- bis Vierfache des Körpergewichts darstellen. Auch in der Disziplin Super-G konnten ähnliche Werte eruiert werden. Spitzenpfeil et al. (2009) ermittelten, dass es hier zu Belastungsspitzen von 2650N kommen kann. In einer aktuelleren Untersuchung von Gilgien et al. (2018) konnte nachgewiesen werden, dass die Bodenreaktionskraft im Riesentorlauf 22% und im Super-G um 15% größer war als in der Disziplin Abfahrt. Des Weiteren wurde festgestellt, dass Skifahrer/innen in 40% der Laufzeit im Riesentorlauf bzw. im Super-G, Bodenreaktionskräften in der Höhe des 1,5-fachen ihres Körpergewichts ausgesetzt waren. In der Disziplin Abfahrt zeigte sich, dass dies für weniger als 20% der Laufzeit der Fall war. (Gilgien et al., 2018) Folglich kann davon ausgegangen werden, dass die auftretenden Kräfte in Abhängigkeit von der Disziplin zwar unterschiedlich sein können, sich der Ausprägungsgrad jedoch in den technischen sowie Speed-Bewerben ähnelt.

Einen weiteren wichtigen Aspekt, stellt die verfügbare Zeit zur Realisierung einer Bewegung dar. Diese ist im alpinen Skirennlauf mit Winkelgeschwindigkeiten von 17°/s im SG und 80°/s im SL verhältnismäßig lang. Bei Sprintbewegungen wurden vergleichsweise Geschwindigkeiten von bis zu 700°/s festgestellt. Auch jene Zeitspanne bis zum Beginn einer neuerlichen Bewegung (Anfang nächster Schwung), ist im alpinen Skirennsport vergleichsmäßig länger. (Hydren et al., 2013) Nachwuchsskirennläufer/innen absolvieren ihre Wettkämpfe vor allem in den technischen Disziplinen. Für die Renntechnik im Slalom sowie Riesentorlauf ist eine sehr gut ausgebildete Schnellkraft erforderlich (Raschner, 2013). Daher ist die

Leistungsfähigkeit im langsamen Dehnungs-Verkürzungszyklus eine bedeutende Voraussetzung für Skirennläufer/innen (Frick et al., 1997).

Im Allgemeinen wird ein sehr hohes Maß an muskulärer Kraft pro Schwung benötigt. Spitzenpfeil et al. (2009) verwiesen darauf, dass während eines Schwungs mindestens 75% der persönlichen Maximalkraft benötigt werden, um den wirkenden Kräften standhalten zu können. Des Öfteren wurden während eines Schwungs die Werte der 100% Grenze der Maximalkraft, welche im Labor gemessen wurden, erzielt bzw. übertreten. Eine wahrscheinliche Begründung hierfür ist für die Autoren die exzentrische Arbeitsweise der Muskulatur (Spitzenpfeil et al., 2009). Kröll et al. (2010) bestätigten diese Erkenntnisse und erwähnten eine muskuläre Aktivierung von etwa 115% der maximalen, willentlichen Kontraktionsfähigkeit. Gorski et al. (2014) hoben die Bedeutung der Kraftfähigkeit der unteren Extremitäten bezüglich der skisportlichen Leistung hervor und vermerkten, dass die Beinkraft ein entscheidender Faktor für die Unterscheidung zwischen guten und sehr guten Skifahrern/innen ist.

In der von Spitzenpfeil et al. (2009) durchgeführten Studie konnte bewiesen werden, dass diese Leistungen bei verhältnismäßig geringen Kniewinkeln erbracht wurden. Die Mittelwerte lagen bei 101-114° für die Disziplin Slalom, bei 89°-102° für den Super-G und jene für den Riesentorlauf lagen zwischen den erwähnten Grenzen. Zu erwähnen ist, dass hierbei von einem Winkel von 180° für gestreckte Beine ausgegangen wurde. (Spitzenpfeil et al., 2009)

Zusammenfassend, ist das wettkampfmäßige, alpine Skifahren eine Sportart, welche hohe Anforderungen an das muskuläre System jedes/r Sportlers/in stellt. Hierbei muss vorwiegend exzentrische Muskelarbeit, bei geringen Kniewinkeln, mit geringen Winkelgeschwindigkeiten und hohen Widerständen erbracht werden.

Laut Patterson et al. (2012) ist nicht nur auf die Entwicklung der Maximalkraft Wert zu legen, sondern auch auf eine entsprechende Ausbildung der Kraftausdauer. Diese gilt als leistungslimitierender Faktor, ist aber auch bezüglich der Verletzungsprävention von hoher Relevanz. Bereits in den 1980er Jahren entwickelten Bosco et al. (1983) einen Kraftausdauertest, der die Verringerung der Sprunghöhe über eine Zeitspanne von 60s in Zusammenhang mit der Kraftausdauerleistung brachte. Diese Werte wurden bei Skiathleten/innen der italienischen Nationalmannschaft erhoben. In weiterer Folge wurde diese Art der Kraftausdauerbestimmung und das darauf

basierende Training als einer der bedeutsamsten Aspekte der Leistungsfähigkeit von italienischen Skifahrern/innen anerkannt (Bosco, 1997). Angesichts der vorkommenden Belastungszeiten von 50s bis zu 2,5min ist dies laut Patterson et al. (2009) nachvollziehbar. Die Bedeutung der Kraftausdauer sollte insbesondere unter den veränderten Materialbestimmungen angesehen werden, da diese einen engeren Radius ermöglichten und somit die auftretenden Kräfte vergrößerten. Um diesen Anforderungen zu entsprechen ist laut den Autoren folglich eine entsprechende Entwicklung der Kraftausdauer nötig. Im Trainingsalltag zeigte sich, dass dies vor allem durch wiederholte Sprünge mit Zusatzgewicht möglich war. Da in der Zeit während eines Schwungs keine Maximalkraftwerte erzielt werden konnten, scheinen sich diese Empfehlungen zu bestätigen. Als entscheidend zeigte sich die durchschnittliche Kraftentfaltung sowie deren Aufrechterhaltung über einen vollständigen Lauf hinweg. (Patterson et al., 2009)

In einer aktuelleren Studie untersuchten Patterson et al. (2019) die Entwicklung der anaeroben Schnellkraft bzw. Kraftausdauer über vier Saisonen und deren Zusammenhang mit der Leistung im alpinen Skirennlauf. Hierbei wurde die Kraftausdauer von weibliche Skirennläuferinnen des Österreichischen Skiverbandes mittels des zwei Minuten andauernden Loaded Repeated Jump Test bestimmt. Es zeigte sich, dass sich die Schnellkraft (Pmax) von Saison 1 bis Saison 4 signifikant verbesserte. Des Weiteren konnte bei einem paarweisen Vergleich festgestellt werden, dass die Veränderung der Schnellkraft zwischen Saison 1 und allen anderen Saisonen signifikant war (Saison1: Pmax = 30.5 ± 2.3 W.kg-1; Saison2 Pmax = 32.3 ± 2.3 W.kg-1; Saison3 Pmax = 33.5 ± 3.4 W.kg-1; Saison4 Pmax = 33.6 ± 3.0 W.kg-1). Hinsichtlich der Leistung im alpinen Skirennlauf sanken die FIS-Punkte (Verbesserung der Rennleistung) signifikant von in der ersten Saison 18,1±8,2 auf 8,4±4,8 in Saison 4. Die Kraftausdauerfähigkeit ($P_{0\text{-}120}$) der Athletinnen verbesserte sich bis Saison 3 (27.1 ± 2.8 zu 29.7 ± 3.4 $W \cdot kg^{-1)}$ und stagnierte in Saison 4 (29.6 ± 2.4 $W \cdot kg^{-1}$). Eine statisch signifikante Korrelation zwischen den Variablen der Sprungleistung und FIS-Punkten trat nur in der Saison 4 auf. $P_{max}$ ($r=-0,73$; $p<0,05$) und $P_{0\text{-}120}$ ($r=-0,64$; $p<0,05$) korrelierten im negativen Bereich mit den FIS-Punkten, was bedeutet, dass eine höhere anaerobe Leistung bzw. Kapazität positiv mit der Leistung im Skirennsport zusammenhing. Keine signifikante positive Korrelation ergab sich zwischen dem Anstieg der $P_{max}$ und der Leistungssteigerung von Saison zu Saison. Die Korrelation zwischen der Entwicklung der Kraftausdauer ($P_{0\text{-}120}$) und dem Fortschritt der FIS-

Punkte von der ersten bis zur dritten Saison war positiv ($r=0,64$; $p<0,05$), was darauf hindeutet, dass mit zunehmender anaerober Kapazität die Rennleistung abnahm. Basierend auf ihren Ergebnissen verwarfen Patterson et al. (2019) ihre Hypothese, dass die Leistung im Skirennsport mit der anaeroben Kraft und Schnellkraft korreliert. Sie verwiesen jedoch darauf, dass die jüngeren Athletinnen möglicherweise die positive Korrelation zwischen den Sprungvariablen und der Leistung in Saison 4 beeinflusst haben könnten. So könnte es möglich sein, dass junge Skifahrerinnen ein Mindestmaß an technischer Kompetenz und Rennerfahrung benötigten, bevor sie in der Lage sind, von der verbesserten anaeroben Kraft(-ausdauer) und Schnellkraft zu profitieren. So zeigte sich in einem Fall, beispielsweise, dass eine Teilnehmerin in der Saison 3, gleichzeitig, die beste Rennleistung und die beste Leistung hinsichtlich der Kraftausdauer erzielte. (Patterson et al., 2019)

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde im Jahr 2010 das Training der österreichischen Damennationalmannschaft verändert, was eine Steigerung der Kraftausdauerleistung und eine Verbesserung der Maximalkraft zur Folge hatte. Patterson et al. (2012) vermerkten, dass auf eine Entwicklung der Kraftausdauer, und der damit verbundenen Verbesserung der anaeroben Energiebereitstellung, Wert gelegt werden sollte. Des Weiteren ist es laut den Autoren von Bedeutung, eine Überlagerung durch umfangreiches aerobes Ausdauertraining zu vermeiden. (Patterson et al., 2012)

Sowohl in den Disziplinen Slalom und Riesentorlauf, als auch im Super-G konnte eine sehr hohe Aktivierung der vier Teile des m. Quadriceps Femoris erwiesen werden (Ferguson, 2010). Dies zeigte sich auch in einer früheren Studie von Hintermeister et al. (1995), welche eine (sehr) hohe Aktivierung der Oberschenkel-, Waden-, und Rumpfmuskulatur feststellen konnten. Eine Zusammenfassung der Erkenntnisse lieferte Ropret (2015), da es je nach Art der Schwünge (vom gerutschten Schneepflug bis zum geschnittenen Riesentorlaufschwung) zu variierend starken Ausprägungen der Muskelaktivierung kommen kann. Die stärkste Aktivierung, welche mittels EMG gemessen und mit Hilfe der MVC (maximum voluntary contraction) interpretiert wurde, konnte im Riesentorlauf festgestellt werden. Unabhängig von der Art des Schwungs, stellen die folgenden Muskeln die wichtigsten dar:

- m. rectus femoris

- m. adductor magnus
- m. tibialis anterior
- m. peroneus longus
- m. gluteus maximus
- m. quadriceps femoris
- m. biceps femoris
- m. erector spinae

Laut Ropret (2015) kann man dem m. triceps surae und m. obliquus externus nur eine weniger bedeutende Rolle zuschreiben.

Einen wichtigen Beitrag zur Rolle der Kraftfähigkeit der unteren Extremitäten hinsichtlich der Verletzungsprävention lieferten Steidl-Müller et al. (2018). Die Autoren beschäftigten sich mit dem lower limb symmetry index (LSI) im alpinen Skirennlauf. Der LSI ist durch eine Unausgeglichenheit des Kraftniveaus zwischen dem linken und rechten Bein charakterisiert. Insbesondere nach Verletzungen der Kreuzbänder dient der LSI der Einschätzung ob ein/e Athlet/in körperlich fit genug ist, um in das wettkampfmäßige Training, in der jeweiligen Sportart, zurückkehren zu können. Bei der Untersuchung der isometrischen/isokinetischen Maximalkraft, der unteren Extremitäten, zeigte sich, dass sich der LSI zwischen den jeweiligen Altersgruppen deutlich unterschied. Kinder hatten mit 10,5±8,3 % einen signifikant höheren LSI, als die getesteten Jugendlichen (6,4±5,7 %) und Profisportler (7,4±6,6 %). Des Weiteren, konnte festgestellt werden, dass ein höherer LSI bei isometrischen/isokinetischen Maximalkrafttestungen der unteren Extremitäten, mit einem erhöhten Risiko eine traumatische Verletzung beim alpinen Skirennfahren zu erleiden, einhergeht. Die Autoren verwiesen daher auf die Bedeutung eines optimal entwickelten und annähernd gleichen Kraftniveaus in beiden Beinen, insbesondere im Kinder- und Jugendalter. (Steidl-Müller et al., 2018)

Zusätzlich zu erwähnen ist, dass eine hohe Rumpfkraft und daher im engeren Sinne ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Extensoren (autochthone Rückenmuskulatur) und den Flexoren (gesamte vordere Bauchmuskulatur), eine bedeutende Rolle bei der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts, während des Skifahrens, spielt (Hildebrandt et al., 2017). Des Weiteren wiesen Hildebrandt et al.

(2017) darauf hin, dass ein unausgewogenes Verhältnis zwischen Rücken- und Bauchmuskulatur für eine, speziell im Skisport, zunehmende Problematik ist – dem Low Back Pain (LBP). Hierbei handelt es sich eine Überbelastungsverletzung mit diffusen Schmerzen im unteren Teil des Rückens (Hildebrandt et al., 2017).

Auch Spörri et al. (2015) machten auf Überlastungsverletzungen des Rückens bei alpinen Skirennläufern/innen aufmerksamen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die typischen Belastungsformen des Rückens im alpinen Skirennsport, eine Kombination aus Frontal- und Querbeugung sowie eine Torsion der Wirbelsäule umfassen. Diese spezifischen Belastungsmuster können die Wirbelsäulendrehmomente erhöhen und folglich nimmt die Bandscheibenbelastung zu (Wilke et al., 1999; Haid & Fischler, 2013). Auch in bereits früher durchgeführten Studien konnte bewiesen werden, dass sich diese Arten der Belastung degenerativ auf die Wirbelsäule auswirken und somit das Risiko Low Back Pain zu erleiden erhöhen (Rachbauer et al., 2001; Hangai et al., 2009). Schlussfolgernd konnte die hohe Prävalenz von Überbelastungsverletzungen des Rückens bei alpinen Skirennläufern/innen zumindest teilweise durch die auftretenden Belastungsformen begründet werden (Spörri et al. 2015). Auch leiden bereits im Jugendalter viele alpine Skirennläufer/innen häufig unter einer Bandscheibendegeneration und stärkeren (unteren) Rückenschmerzen, verglichen mit einer dem Alter entsprechenden Kontrollgruppe (Witwit et al., 2018). Basierend auf den Ergebnissen, verwiesen Spörri et al. (2015) auf die präventive Bedeutung einer gut entwickelten Rumpfmuskulatur, zur Vermeidung nachteiliger Bewegungsamplituden und zur Steuerung der Wirbelsäulenbewegung während des Skifahrens.

Einen wichtigen Beitrag zu dieser Thematik lieferten Raschner et al. (2012), mit ihrer Längsschnittstudie in Kooperation mit dem Skigymnasium Stams. So konnte eine direkte Korrelation von Defiziten der Rumpfkraft mit einem erhöhten Risiko, einen Kreuzbandriss zu erleiden, nachgewiesen werden (Raschner et al., 2012). Bestätigt wurde dieses Ergebnis durch eine Studie von Müller et al. (2017). Die Autoren konnten feststellen, dass junge Skirennläufer/innen mit einer besseren relativen Rumpfflexionskraft weniger verletzungsanfällig waren (Müller et al., 2017). Raschner et al. (2012) hoben hervor, dass es von höchster Bedeutung ist, schon im Nachwuchsbereich auf eine ausreichende Entwicklung der Rumpfkraft zu achten. Trainer/innen sollten die Wichtigkeit des Rumpftrainings sowie dessen neuromuskuläre Aspekte verstehen und dieses in das tägliche Training integrieren.

Dies sollte die Wichtigkeit einer gut entwickelten Kraftfähigkeit des Rumpfes und deren Bedeutsamkeit für den alpinen Skirennsport unterstreichen. (Raschner et al., 2012)

Auf die Bedeutung der Schnellkraft bzw. der neuromuskulären Kontrolle im alpinen (Kinder- und Jugend-) Skirennlauf, hinsichtlich der Verletzungsprävention, verwiesen wiederum Müller et al. (2017). Die Autoren untersuchten, unter anderem, die Kontaktzeiten der Athleten/innen beim Drop-Jump (DJ). Der DJ stellt eine Muskelbelastung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus dar und lässt somit Rückschlüsse auf die neuromuskuläre Leistungsfähigkeit der Sportler/innen zu. Es zeigte sich, dass längere Kontaktzeiten beim Drop-Jump, und somit eine unzureichende neuromuskuläre Koordination, einen Prädiktor für Verletzungen im alpinen Skirennsport darstellte. Die Autoren hoben daher hervor, dass es im alpinen Skinachwuchsbereich unumgänglich ist, neuromuskuläre Akzente in das Training zu integrieren, um so Verletzungen möglichst zu vermeiden. (Müller et al., 2017)

Raschner und Müller (2001) betonen die Bedeutung des stabilisationszentrierten Krafttrainings im Nachwuchsbereich des alpinen Skirennlaufs hervor. Im Vorfeld zeigte sich bei jungen Skifahrern/innen eine Valgusstellung im Knie („Knieknick“), welcher in der Wachstumsphase zu Beschwerden im Kniegelenk führen kann. Des Weiteren waren Läufer/innen nicht in der Lage im Bereich des Rumpfes den im Schwung auftretenden äußeren Kräften muskulär entgegenzuwirken. In der Analyse der Kniewinkel konnte festgestellt werden, dass die meisten Nachwuchsskirennläufer/innen bereits Kniewinkelpositionen unter 90° einnahmen. Laut Raschner und Müller (2001) ist die Fahrtechnik unter anderem abhängig von der sensomotorischen Steuerung: Um Muskelkräfte während eines Schwungs auf die Schneeoberfläche optimal übertragen zu können, muss der Körperschwerpunkt möglichst über der kleinen und labilen Unterstützungsfläche, der Skikante, gehalten werden. Folglich ist eine gute Koordination der Muskeleinsätze nötig, um den Gleichgewichtszustand aufrecht erhalten zu können. Laut den Autoren kann die feinmotorische Regulation der Bewegungen unter hohen Belastungen, wie sie im alpinen (Nachwuchs-)Skirennlauf vorkommen, mit Hilfe einer Kombination aus Propriozeptorentraining und stabilisationszentriertem Krafttraining stark verbessert werden. (Raschner & Müller, 2001)

### 1.2.3 Schnelligkeitsanforderungen

Einigkeit in der Literatur herrscht darüber, dass Athleten/innen für den Erfolg sowie zur Prävention von Verletzungen im alpinen Skirennlauf, eine ausgeprägte Bein- und Rumpfmuskulatur, mit erheblicher Kraftfähigkeit, aufweisen müssen. Zutreffend war dies auch, solange die Testungen bei gleichbleibenden Kniewinkel oder geringen Winkelgeschwindigkeiten (30°/s) stattfanden. Kam es jedoch zu höheren Geschwindigkeiten in der Beinstreckung, glichen sich die Kraftwerte von alpinen Skirennläufern jenen von Athleten/innen von anderen Sportarten an. (Berg & Eiken, 1999) Basierend auf dem eben Angeführten, sowie der Tatsache, dass die höchsten Winkelgeschwindigkeiten im Slalom auftreten, die Kräfte im Riesentorlauf jedoch höher sind, stellen Experten in Frage ob Schnelligkeit einen entscheidenden Faktor im alpinen Skirennsport darstellt.

Zu hinterfragen ist folglich, ob die oft angewandte Trainingsform von explosiven, konzentrischen Bewegungen, die bestmöglichste Form des Schnelligkeitstrainings ist. Da es während des Skifahrens größtenteils zu exzentrischer Muskelarbeit kommt (von Duvillard, 2005), könnte Schnelligkeit im Verlauf von exzentrischen Muskelkontraktionen von besserem Nutzen sein. Auch wenn die erzielten Winkelgeschwindigkeiten eher gering sind, muss dies nicht für die Kontraktionsdauer der Muskulatur, der entsprechenden Bewegungsform, gelten. Es sollte folglich, ein vermehrter Fokus auf die exzentrischen Phasen des Schnelligkeitstrainings gelegt werden. (Turnbull et al., 2009)

Laut Hörterer (2004) sollte im Sinne der Vermeidung von Unfällen und für die Reaktion auf plötzlich veränderte Umstände, vor allem der Reaktionsschnelligkeit zunehmende Aufmerksamkeit gewidmet werden. Auch Patterson et al. (2009) verwiesen auf die Bedeutung der Reaktionsschnelligkeit und geben an, dass das Skifahren im Grunde keine explosive Sportart darstellt, eine schnelle sowie angepasste Reaktion auf Pisten- bzw. Untergrundveränderungen aber eine wichtige Rolle spielt.

### 1.2.4 Koordinative Anforderungen

Der Koordination, insbesondere der Anpassungs- und der Gleichgewichtsfähigkeit, wird im alpinen Skisport ein hoher Stellenwert eingeräumt. Begründet wird dies durch die vorherrschende Instabilität, welche durch das System Ski und Schnee entsteht. Hydren et al. (2013) wiesen darauf hin, dass das Krafttraining unter koordinativen Aspekten betrachtet und realisiert werden sollte. Ein Teil des Krafttrainings sollte daher auf instabilen Unterlagen erfolgen, wodurch es zu neuromuskulären Anpassungen und Verbesserungen kommt (Hydren et al., 2013). Somit verbessert sich die Koordination im Allgemeinen, welche eine Erleichterung der Umsetzung der Zielbewegung sowie ein gesteigertes Vertrauen, in die eigenen Fähigkeiten, zur Folge hat.

Gerade der Gleichgewichtsfähigkeit wird im alpinen Skirennlauf eine wichtige Rolle eingeräumt. Lesnik et al. (2017) schrieben, dass die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts, eine der bedeutendsten motorischen Fähigkeiten in der Sportart Ski Alpin ist. So zeigte sich, in der von den Autoren durchgeführten Untersuchung, dass slowenische Nachwuchsathleten/innen mit einer besseren Gleichgewichtsfähigkeit erfolgreicher in einem nationalen Cup (Rauch Cup) waren. Zusätzlich unterstützend wirkte sich hier ein hohes Körpergewicht bzw. eine hohe Körpergröße aus. Die Ergebnisse konnten nur für den Altersbereich der 11 bis 15-Jährigen nachgewiesen werden. Die Autoren erwähnten in diesem Zusammenhang, dass der Einfluss des Gleichgewichts vor allem zu Beginn dieser Altersstufe, bzw. die körperlichen Charakteristika am Ende dieses Alters, am größten war. (Lesnik et al., 2017)

Da die moderne Skitechnik mit ausgeprägten Kurveninnenlagen einhergeht, hoben auch Raschner et al. (2017) die hohe Bedeutung der Gleichgewichtsfähigkeit hervor. Von Athleten/Athletinnen wurde sowohl ein erhebliches Gefühl an seitlicher Balance, als auch eine gut ausgeprägte sensomotorische Steuerung, zwischen Vor- bzw. Rücklage, erfordert. Ersichtlich wird dies zum einen beim Aufkanten der Ski und zum anderen durch sich ständig verändernde Verhältnisse, während eines Schwungs. So variieren neben dem Schwungradius, auch die Geschwindigkeit und die Untergrundbedingungen, während eines Torlaufs. Schlussfolgernd bedarf es einer fein ausgeprägten sensomotorischen Ansteuerungsfähigkeit, um auf die Gegebenheiten adäquat reagieren zu können. Eine optimal ausgeprägte sensomotorische Ansteuerungsfähigkeit kann zusätzlich auch zur Prävention von Verletzungen

beitragen. Die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts unter hohen Kraftanforderungen, gilt als essentiell für die Vermeidung von Verletzungen im alpinen Skirennlauf. (Raschner et al., 2017)

In der von Raschner et al. (2017) durchgeführten Studie wurden geschlechtsspezifische Unterschiede hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeit von männlichen und weiblichen Skirennläufer/innen, im Alter von 11 bis 18 Jahren, überprüft. Hierbei wurde der MFT S3 Check zur Bestimmung der Gleichgewichtsfähigkeit verwendet. Mittels des MFT S3 Checks werden der Stabilitätsindex, Sensomotorikindex sowie Symmetrieindex in zwei Bewegungsrichtungen (links-rechts; vor-rück) ermittelt. Niedrigere Werte sind bezeichnend für eine bessere Leistung bei diesem Test und geben Aufschluss über das komplexe sensomotorische Niveau der Athleten/innen. Hinsichtlich des Symmetrieindex (links-rechts) zeigte sich, dass in der Altersgruppe der 11-Jährigen, Mädchen signifikant bessere Mittelwerte (2.0±07) erzielten, als ihre männlichen Kollegen (2,3±0,9). Bei den 15-Jährigen wurde sowohl in Hinblick auf den Stabilitätsindex (links-rechts) als auch den Senomotorikindex (links-rechts) ein signifikanter Unterschied festgestellt: Die weiblichen Skirennläuferinnen verfügten über ein besseres Gleichgewicht als die männlichen, was sich in den niedrigeren Werten widerspiegelte (Stabilisationsindex: weiblich 2,5±0,8; männlich 2,8±1,0; Sensomotorikindex: weiblich 2,1±0,8; männlich 2,4±1,0). Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich in Bezug auf den Symmetrieindex (links-rechts). Bei der vor-rück Testung des Gleichgewichts wurden bei den 14-, 15- und 16-Jährigen signifikante Geschlechtsunterschiede in Bezug auf den Stabilitätsindex und den Sensomotorikindex beobachtet. Raschner et al. (2017) verwiesen darauf, dass die Effektstärken der Unterschiede, unabhängig von der Bewegungsrichtung (links-rechts; vor-rück) jedoch klein waren. (Raschner et al., 2017)

Einen aktuellen Beitrag zur Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf lieferten Steidl-Müller et al. (2020). Die Autoren untersuchten die Veränderungen verschiedener sportmotorischer Fähigkeiten und anthropometrischen Parametern von alpinen Skirennläufer/innen (12.1±1.3 Jahre) über eine Saison. Des Weiteren überprüften die Autoren deren Zusammenhang mit einem Verletzungsrisiko. Dabei zeigte sich, dass eine Veränderung der Leistung beim Sprungkoordinationstest über eine Saison ein signifikanter Prädiktor für Verletzungen war. Athleten/innen ohne Verletzungen steigerten ihre Leistung beim Sprungkoordinationstest deutlich stärker

als jene mit traumatischen Verletzungen (p=0,03; T=2,206). Steidl-Müller et al. (2020) erwähnten in diesem Zusammenhang, dass der Sprungkoordinationstest mit der modernen Skitechnik in Verbindung gebracht werden kann. Die Athleten/innen müssen dabei beidseitig in Vorwärts-, Rückwärts- und Seitenrichtung springen, wobei bei den seitlichen Sprüngen das äußere Bein beim Absprung das dominierende Bein ist, was der modernen Skitechnik nahekommt. Des Weiteren müssen die Athleten/innen während dem Skifahren ihren Körperschwerpunkt regulieren, was beim Durchspringen des Sprungkoordinationstests ebenfalls bedeutsam ist. In diesem Zusammenhang verwiesen die Autoren darauf, dass ein gutes Timing von Muskelaktionen und ein entsprechendes Niveau der koordinativen Fähigkeiten die Leistung im Sprungkoordinationstest beeinflussen. Je besser die intra- und intermuskuläre Koordination von relevanten Muskelgruppen ist, desto besser und präziser können kurze Bewegungen ausgeführt werden. Sowohl im Sprungkoordinationstest als auch im alpinen Skirennlauf kommt es zu kontinuierlichen, kurzzeitigen Dehnungs-Verkürzungszyklen, wobei eine gut entwickelte intra- und intermuskuläre Koordination erforderlich ist. Die Autoren hoben daher, basierend auf ihren Ergebnissen, die Bedeutung der koordinativen Fähigkeit im (Nachwuchs-) Skirennlauf, in Hinblick auf die Verletzungsprävention, hervor. (Steidl-Müller et al., 2020)

### 1.2.5 Beweglichkeitsanforderungen

Aktuelle Übersichtsartikel erwähnen die Bedeutung der Beweglichkeit im alpinen Skirennsport (Neumayr et al., 2003; Turnbull et al., 2009; Hydren et al., 2013). Hydren et al. (2013) hoben beispielsweise hervor, dass ein dynamisches Beweglichkeitstraining in das Konditionstraining integriert werden sollte. Dies würde zu einer Verbesserung der funktionellen Bewegungsamplitude führen, was wiederum zu einer Verminderung der hemmenden Muskelaktivitäten der unterstützenden Muskulatur als Folge hätte. Die Autoren gaben weiter an, dass sich dadurch auch positive Auswirkungen auf das Konditionstraining ergeben würden. Denn nur durch eine ausreichende Beweglichkeit wären beispielsweise Kniebeugen mit Zusatzlast, in tiefen Kniewinkeln, möglich. Zu diesem Schluss kamen die Autoren aufgrund von Beobachtungen aus dem Trainingsalltag der Athleten/Athletinnen, welche Hilfsmittel benötigten, um präzise ausgeführte Tiefkniebeugen ausführen zu können. Hierbei werden Keile unter die Ferse gegeben, um die verminderte Beweglichkeit in Sprung- bzw. Hüftgelenk ausgleichen zu können. In einem früheren Übersichtsartikel gaben Turnbull et al. (2009) an, dass die Beweglichkeit eine bedeutende Rolle für die Prävention von Verletzungen sowie für die Stabilität während eines Schwungs innehabe, jedoch keine Limitation bezüglich der Leistung darstelle. Hier zeigte sich eine Übereinstimmung mit den Ergebnissen einer im Jahr 1988 durchgeführten Studie, von Andersen & Montgomery (1988), welche wenige Unterschiede zwischen Skirennsportler/innen verschiedener Leistungsklassen nachweisen konnten.

Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es nur einen geringeren Untersuchungsstand zur Bedeutung der Beweglichkeit für den alpinen Skirennsport. Dieses Forschungsdefizit könnte vor allem damit begründet werden, dass sich eine Beschreibung der optimalen Beweglichkeitsfähigkeit für diese Sportart als schwierig erweist. Nach Meinung der Autorin ist es jedoch erwähnenswert, dass Übungen zu Verbesserung/zum Erhalt der Beweglichkeit in das Konditionstraining jedes/r Skirennläufers/in integriert werden sollten. Nur durch ein bestimmtes Maß an Beweglichkeit ist es möglich, die nötigen Bewegungen im Konditions- und Skitraining ohne Hilfsmittel ausführen zu können. Bezugnehmend auf die Verletzungsprävention sei noch darauf verwiesen, dass gemäß Freiwald (2009) ein Großteil der Verletzungen nicht in endgradigen Gelenkswinkeln geschehen, sondern auf eine schlechte Co-Aktivierung der Muskelfasern zurückzuführen ist.

## 1.3 Talententwicklung im alpinen Skirennsport am Beispiel der Schwerpunktschule Schigymnasium Stams

Aufgrund der steigenden Anforderungen an die physischen Voraussetzungen von Hochleistungssportler/innen im alpinen Skirennlauf, ergeben sich auch höhere Anforderungen an die sportmotorische Leistungsfähigkeit von Nachwuchsathleten/innen. Bereits im Schulalter ist es für Athleten/innen von Bedeutung eine bestmögliche Fitness auszubilden. Diese befähigt Nachwuchssportler/innen dazu, künftigen Belastungen der Trainingseinheiten bzw. Wettkämpfe standzuhalten. Eine gut ausgebildete Fitness ist nicht nur bedeutsam, um eine bestmögliche Leistung zu erzielen, sondern trägt zusätzlich zur Prävention von Verletzungen bei. (Raschner et al., 2005).

Um eine Steigerung der Leistung zu gewährleisten waren laut Raschner et al. (2005) drei wichtige Voraussetzungen zu realisieren:

1. Untersuchung und/oder Definition von sportartspezifischen Leistungsparameter
2. Testungen zur Ermittlung der aktuellen Ausprägung dieser Parameter
3. Dem sportlichen Profil entsprechende Trainingsmethoden und –übungen

Zu immer früheren Zeitpunkten treten Kinder und Jugendliche in die Welt des Wettkampfsports ein. Ein eigens abgestimmtes Training zur Steigerung der Leistung ist daher nötig. Es muss folglich garantiert werden, dass Kinder und Jugendliche ein an ihren Bedürfnissen orientiertes Training erhalten. In diesem Kontext sind sportmotorische Testungen während der Entwicklung hin zu erwachsenen Athleten/innen bedeutsam, welche zur Überprüfung kontinuierlich durchgeführt werden müssen. Diese Tests können bestenfalls auch Aufschluss über diverse Besonderheiten, wie beispielsweise den Entwicklungsstand und über die verzögerte bzw. beschleunigte körperliche Entwicklung, liefern. Es gilt, diese auf die Entwicklung bezogenen Erkenntnisse, aus sportmotorischen Testungen, in spezifische Überlegungen für das Training von jungen Sportlern/innen miteinzubeziehen. Laut dem Internationalen Olympischen Komitee sind junge Spitzensportler/innen überlegen talentiert und begeben sich schon früh unter die Aufsicht von ausgebildeten

Trainern/innen. Dies sollte vor allem dem Erhalt eines adäquaten Trainings dienen. Die frühe Teilnahme an Wettkämpfen geht mit einer erhöhten Belastung einher. Insbesondere deshalb ist es von höchster Bedeutung den Fokus auf die Aufrechterhaltung der Gesundheit von jungen Athleten/innen zu legen. (Barker & Armstrong, 2011)

Um diesen Ansprüchen zu entsprechen, wurden in einigen Ländern, wie beispielsweise Deutschland, Frankreich und Österreich, skisportliche Schwerpunktschulen gegründet. In diesen sollten junge Athleten/innen eine ganzheitliche schulische sowie sportliche Ausbildung erhalten. Es kann verzeichnet werden, dass die Mehrheit der sportlich erfolgreichen Nationen, kombinierte Modelle aus Bildung und sportlicher Ausbildung für junge Athleten/innen anbietet. Diese tragen dazu bei, dass sich junge Sportler/innen sowohl schulisch als auch sportlich, bestmöglich entwickeln. (Raschner et al., 2005). Eine dementsprechende österreichische Institution, stellt das Schigymnasium Stams dar.

**Beispiel Schwerpunktschule Schigymnasium Stams**

Da Leistungssport nur schwer mit einer höheren schulischen Ausbildung verbindbar war, wurde 1967 die Idee der Gründung einer Schwerpunktschule für Nachwuchsskirennläufer/innen vorgebracht. Die Standortswahl für eine derartige Einrichtung fiel auf die Gemeinde Stams, da der ehemalige Leiter des bereits bestehenden Gymnasiums, dem Meinhardinum, von der Idee ein spezielles Sportgymnasium zu gründen, begeistert war (Girardi, 2017). Zu Beginn wurden die Trainer für diese Schule vom Tiroler Skiverband gestellt. Bereits damals ergaben sich durch die häufigen Abwesenheiten der Schüler/innen Probleme, weshalb es zu einer Adaptierung des Lehrplans sowie zu Sonderregelungen, zur Absolvierung der Schulstufen, kam. Bis heute werden diese entsprechend adaptiert und abgestimmt. Im Verlauf der Jahre entwickelte sich die Kooperation mit dem Österreichischen Skiverband und den diversen Landesverbänden weiter, welche auch in Zukunft aufrechterhalten bleiben soll. So wird ermöglicht, dass die Nachwuchssportler/innen von ihren Kadertrainern/innen auch im täglichen Schultraining betreut werden können, was das angestrebte Vertrauensverhältnis fortwährend stärken sollte. (Raschner, 2010; Baumgartner, 2017; Girardi, 2017).

Neben der schulischen und sportlichen Ausbildung nimmt auch das Zusammenleben mit gleichaltrigen Gleichgesinnten einen wichtigen Stellenwert am Schigymnasium Stams ein. Mit dem Internatsleben gehen auch vorkommende zwischenmenschliche Konflikte einher. Betroffene lernen mit Hilfe ihrer Erzieher/innen diese zu bewältigen und können somit mit diesen auch im späteren Leben umgehen. Erzieher/innen sind oftmals auch Lehrer/innen bzw. Trainer/innen am Schigymnasium. Der Aufbau des Schulmodells auf den Säulen Schule, Sport und Internat, lässt sich vor allem durch das enge Miteinander erklären. (Schwaninger, 2017)

Das Schigymnasium Stams stellt eine der renommiertesten Institutionen in ihrem Bereich dar und findet national sowie international hohe Beachtung (Raschner, 2010). Neben den angeführten Säulen, auf welchen diese Einrichtung beruht, entstanden fortwährend neue Projekte, welche den Fortschritt garantieren sollen. Schon im Jahr 1996 kam es zu der Einführung der „*Prävention am Skigymnasium*“ (Raschner, 2010) sowie der „*Leistungsdiagnostischen Betreuung am Skigymnasium*“ (Raschner, 2010). Diese bilden bis heute einen unabdingbaren Teil der wissenschaftlichen Betreuung am Schigymnasium Stams. Des Weiteren konnten aus den genannten Projekten auch die Daten, welche als Grundlage für die Analyse dieser Arbeit verwendet wurden, gewonnen werden.

So kommt es nicht nur zur Diagnostik der einzelnen Leistungskomponenten, sondern auch zu einer Umsetzung von individuell angepassten Maßnahmen zur Reduktion von festgestellten Defiziten. Schüler/innen des Schigymnasiums haben auch die Möglichkeit physiotherapeutische Betreuung vor Ort in Anspruch zu nehmen. Dies konnte durch eine Erweiterung der Trainingsstätten ermöglicht werden. Diverse andere Projekte wie Mentaltraining, ein der jeweiligen Sportart entsprechender Speiseplan, die Unterstützung von älteren Schülern/innen in der Induktionsphase, sowie Sprachreisen und der Trainingsaustausch mit dem Skiclub Vail (CO), zeigen die verschiedenen Möglichkeiten dieser Schwerpunktschule. (Raschner, 2010; Fiegl, 2017; Kirschner, 2017; Pointner, 2017)

Das Zusammenspiel zwischen Schule und Sport ist am Schigymnasium Stams von höchster Bedeutung, da nicht jede/r Schüler/in Olympiasierger/in, Weltmeister/in oder Weltcupsieger/in werden kann. Ein positiver Schulabschluss ist notwendig, um den weiteren Lebensweg bestreiten zu können. Durch vielzählige Förderungsmaßnahmen soll dieser erreicht werden, was sich in einem hohen Absolvierungsgrad an dieser

Institution wiederspiegelt. Der Aufwand, um die genannten Ziele zu realisieren, umfasste über 50 Stunden pro Woche. Dies überstieg die üblichen Arbeitszeiten eines Erwachsenen deutlich. (Raschner, 2010).

Aufgrund diesem und noch diversen anderen Aspekten, scheint der Besuch einer Schwerpunktschule einer der wichtigsten Punkte hinsichtlich einer optimalen Entwicklung eines/r jungen Nachwuchsskirennläufer/in zu sein. Dies sollte die Bedeutung und Notwendigkeit solcher Einrichtungen unterstreichen und deren Fortbestand für zukünftige Generationen hervorheben.

**Talententwicklung und -förderung im alpinen Skirennsport**

Bereits früh beginnen Kinder in Österreich mit dem Skifahren (3-4 Jahre) (Steidl-Müller et al., 2019). Im Alter von fünf bis sechs Jahren treten sie in Skiclubs ein. Die erste Selektion (für skispezifische Mittelschulen) findet im Alter von neun bis zehn Jahren statt und die zweite Auswahl (für skispezifische Gymnasien sowie Junior-Skimannschaften) im Alter von 15 bis 16 Jahren (Steidl-Müller et al., 2019). Laut Raschner et al. (2015) erreichen Skirennläuferinnen das internationale Spitzenleistungsalter mit etwas mehr als 26 Jahren. Bei den Männern hingegen liegt dieses bei ca. 28 Jahren (Raschner et al. 2015). Somit umfasst der österreichische Talentförderungsprozess im alpinen Skirennsport in etwa 15 Jahre (Steidl-Müller et al., 2019).

Gerade im Skisport, aber auch in vielen anderen Sportarten, werden schon früh in einer Karriere Vergleiche innerhalb desselben Jahrgangs zur Selektion verwendet. Berücksichtigt werden muss aber auch die individuelle körperliche Entwicklung von Kindern und Jugendlichen (vgl. Kapitel 1.1, S. 13-22). So zeigen sich im Verlauf des Erwachsenwerdens verschiedene geschlechtsspezifische sowie individuelle Unterschiede und die körperlichen Voraussetzungen variieren stark. Vor allem in Bezug auf das Körpergewicht und der Muskelkraft kommt es zu unterschiedlich starken bzw. schnellen Verbesserungen im Kinder- und Jugendalter. Es zeigt sich, dass solche Verbesserungen bei früh in einem Selektionsjahr geborenen Athleten/innen (Jänner-April) früher eintreten, als bei jenen die später geboren wurden. Dies stellt die Selektion von Talenten sowie deren Entwicklung vor eine Herausforderung.

Im alpinen Skirennsport werden die einzelnen Klassen im Kinder- und Jugendsport mit dem Stichtag des 1. Jänners eingeteilt. Mit der Gruppierung nach ihrem chronologischen Alter in Wettkampfkategorien, sollte die altersbedingte Entwicklung wiedergespiegelt und somit faire Wettkämpfe garantiert werden (Steidl-Müller et al., 2019). Diese Einteilung hat jedoch zur Folge, dass (relative) Altersunterschiede von bis zu zwölf Monaten zwischen den Kontrahenten/innen möglich sind (Steidl-Müller et al., 2019). Der so genannte „relative Alterseffekt“ (RAE) stellt einen „Selektionsfehler“ in verschiedenen Sportarten mit hohen Ansprüchen an die Kraftfähigkeit, unter anderem im alpinen Skirennlauf, dar. Definiert wird der RAE als die Überrepräsentation von relativ älteren Sportlern/innen innerhalb eines Auswahljahres, im Vergleich zu relativ jüngeren (Musch & Grondin, 2001; Cobley et al., 2009). Erklären lässt sich der „relative Alterseffekt“ durch die Reifungshypothese, welche auf der Annahme basiert, dass das relative Alter eines/r Athleten/in mit seiner kognitiven sowie körperlichen Reifung zusammenhängt. Folglich scheinen Reifungsunterschiede zwischen relativ jüngeren und relativ älteren Sportler/innen, die günstige Auswahl der älteren zu beeinflussen (Baker et al., 2014). Die kurzfristigen Auswirkungen sind, dass relativ ältere und früher reifende Sportler/innen als „talentierter“ gelten und eher selektioniert werden. Relativ Jüngere sowie später Reifende, erhalten oft keine Chance die Elite zu erreichen und scheiden oft schon frühzeitig aus dem (Wettkampf-)Sport aus (Malina et al., 2004; Romann & Cobley, 2015). Sportliches Talent ist jedoch nicht abhängig vom Geburtsmonat, was zeigt, dass Selektionssysteme in unterschiedlichen Sportarten befangen sind und somit junge talentierte Sportler/innen übersehen werden (Lames et al., 2008; Cobley et al., 2009).

Die Existenz des RAE im alpinen Skirennlauf konnte von Müller et al. (2015a) nachgewiesen werden. Die Autoren stellten eine starke Überpräsentation, von im ersten Quartal geborenen Sportler/innen (1.-4. Monat), bei jungen Skirennfahrern/innen, fest. Somit ist die Wahrscheinlichkeit diverse Selektionsprozesse zu überstehen, für früh in einem Selektionsjahr Geborene (1.-4. Monat), eineinhalbfach höher, als für später geborene Kontrahenten/innen (9.-12. Monat) (Müller et al., 2015a). Der Einfluss des RAE konnte jedoch nur für die sportartspezifische Selektion bewiesen werden. Demnach ergab sich keine Beeinflussung des RAE auf das sportmotorische Niveau der Nachwuchsathleten/innen (Müller et al., 2015b). Trainer/innen würden demnach ähnliche archetypische Athleten/innen auswählen. Somit müssen relativ jüngere Nachwuchssportler/innen

eine erhöhte körperliche Fitness (im Verhältnis zu ihrem relativen Alter) aufweisen, um im Zuge des österreichischen Talentförderungsprozesses, im alpinen Skirennsport, ausgewählt zu werden (Müller et al., 2015a). Des Weiteren hoben Müller et al. (2015a) die Rolle der Trainer/innen bei der Talentauswahl im Jugendskirennlauf hervor. Deren Entscheidungen, beispielsweise hinsichtlich der Aufnahme für Skischwerpunktschulen, basieren sowohl auf Rennergebnissen als auch auf dem Niveau der sportmotorischen Leistungsfähigkeit (Müller et al., 2015a). Trainer/innen müssen daher beachten, dass während der Pubertät das Muskelwachstum langsamer als das Skelettwachstum sein kann, was zu unkoordinierten Bewegungen führt und somit eine Verminderung der körperlichen Leistungsfähigkeit möglich ist (Specker et al., 2015).

Steidl-Müller et al. (2019) hoben hervor, dass multidisziplinäre- sowie Längsschnitt-Studien, welche sich auf die unterschiedlichen Einflussfaktoren (z.B. sportmotorische Leistungsfähigkeit, psychologische Faktoren, etc.) der Talentförderung im alpinen Skirennlauf konzentrieren, fehlen. Aufgrund der hohen Bedeutung der körperlichen Fitness im alpinen Skirennlauf, wären Langzeitstudien zur Entwicklung dieser bei jungen Skirennläufern/innen nötig. So könnten in Folge mögliche Unterschiede in den Entwicklungsprofilen von erfolgreicheren und weniger erfolgreichen Sportler/innen erkannt werden. Darüber hinaus könnten Studien, die über Entwicklungsprofile von Athleten/innen unterschiedlicher Länder und Qualifikationsniveaus berichten, von großer Bedeutung sein, um die Allgemeinheiten bzw. Besonderheiten im alpinen (Nachwuchs-) Skirennsport herauszuarbeiten. Des Weiteren erscheint es als sinnvoll, das individuelle Entwicklungstempo bei jungen Skirennläufer/innen mit weiteren Längsschnittstudien, zu erforschen. Folglich könnten Trainer/innen die unterschiedlichen Reifegrade und Wachstumsraten der Athleten/innen berücksichtigen und Trainingsprozesse dementsprechend anpassen. (Steidl-Müller et al., 2019)

## 1.4 Literaturanalyse zu bisherigen Erkenntnissen über die Zusammenhänge der sportmotorischen Fähigkeiten in diversen Sportarten

Die Überprüfung und Bewertung der körperlichen Fitness bzw. der sportmotorischen Leistungsfähigkeit mittels sportartspezifischer Testungen stellt einen der wichtigsten Bausteine für das Training im Profisport dar (Karakoc et al., 2012). Bisherige Untersuchung zu Zusammenhängen verschiedener sportmotorischer Fähigkeiten wurden vor allem in Spiel- bzw. Mannschaftssportarten wie beispielsweise Football, Fußball und Rugby durchgeführt. Für den alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf gibt es bisher keine Informationen hinsichtlich der Zusammenhänge sportmotorischer Fähigkeiten. Im Zuge dieser Ausarbeitung wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um einen Überblick über die bisherigen Erkenntnisse der Zusammenhänge von sportmotorischen Fähigkeiten in diversen Sportarten, zu schaffen. Zu erwähnen ist, dass die Autorin sich hierbei auf Untersuchungen beschränkt hat, welche für eine spätere Diskussion der Ergebnisse der vorliegenden Studie, relevant sind. Eine Vielzahl an Studien beschäftigte sich mit den Korrelationen von spielsportrelevanten Parametern, wie beispielsweise Sprungkraftfähigkeit, Agilität und Maximalkraft der Beine, die für die vorliegende Arbeit von untergeordneter Relevanz ist.

Die bisherigen Erkenntnisse zeigen, dass die ermittelten Korrelationen einzelner sportmotorischen Fähigkeiten, je nach Testmethode, Geschlecht, Alter der Athleten/innen und Sportart, variieren können. So hoben Nimphius et al. (2010) hervor, dass es von hoher Bedeutung ist, Zusammenhänge von sportmotorischen Fähigkeiten im Längsschnitt zu untersuchen, um so feststellen zu können, ob ein Zusammenhang auch tatsächlich eine deterministische Beziehung widerspiegelt. Ermittelte Korrelationen zeigen eine Querschnittsbeziehung, welche oft fälschlicherweise als ursächlich interpretiert wird. Die Stärke eines Zusammenhangs von Leistungsparametern kann im Verlauf der Zeit jedoch variieren, was darauf hinweist, dass sich ein Parameter verändert, während ein anderer stagniert oder sich mit einer anderen Rate entwickelt. Somit stellen Querschnittskorrelationen keine Kausalzusammenhänge für die Leistungsparameter dar. In Längsschnittuntersuchung könnte man jedoch ermitteln, ob Korrelationen über die Zeit konstant bleiben und ob diese eine ähnliche relative Änderungsrate aufweisen. Rückschließend würde man so feststellen können, ob Variablen in ihrer Beziehung annähernd gleichbleiben und somit als ursächlich zu interpretieren sind. (Nimphius et al., 2010).

Die wohl am häufigsten durchgeführte Zusammenhangsanalyse fand mit Komponenten des Counter Movement Jumps (CMJ), statt. Hierbei wurde vor allem die CMJ-Sprunghöhe zur Ermittlung von Zusammenhängen mit Parametern anderer sportmotorischer Testungen herangezogen. Im Jahr 2008, führten Nuzzo et al. eine Zusammenhangsanalyse der erreichten Sprunghöhe beim CMJ und der absoluten isometrischen Maximalkraft der Beine bei männlichen Footballspielern sowie Leichtathleten, im Alter von 19,8±1,4 Jahren, durch. Die absolute isometrische Beinstreckkraft wurde hierbei anhand des isometrischen Mid-Thigh Pull Tests (IMTP) überprüft (Kniewinkel=140°; 180°=gestreckte Beine). Nuzzo et al. (2008) konnten keinen signifikanten Zusammenhang der absoluten isometrischen Maximalkraft der Beine mit der Sprunghöhe beim CMJ feststellen. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen McGuigan und Winchester (2008), welche männliche Footballathleten, im Alter von 18,4±0,7 Jahren, untersuchten. In der von McGuigan und Winchester (2008) durchgeführten Studie wurde auch der isometrische Mid-Thigh Pull Test (Kniewinkel=130°; 180°=gestreckte Beine) zur Ermittlung der absoluten isometrischen Maximalkraft der Beine verwendet (McGuigan & Winchester, 2008). Bei den von den Autoren untersuchten Footballspielern konnte ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter festgestellt werden (McGuigan & Winchester, 2008).

Barnes et al. (2007) untersuchten weibliche Volleyballspielerinnen, im Alter zwischen 19 und 21 Jahren. Zur Erfassung der maximalen isometrischen Beinstreckkraft wurde hierbei die Methode von Young et al. (2002) verwendet (Kniewinkel=120°; 180°=gestreckte Beine). Bei der Analyse der Zusammenhänge konnte festgestellt werden, dass die isometrische Maximalkraft der Beine hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump korreliert ($r=0,421$; $p<0,01$). (Barnes et al., 2007) In einer aktuelleren Studie von Loturco et al. (2019) wurde zur Bestimmung der isometrischen Maximalkraft der Beine der Mid-Thigh Pull Test (Kniewinkel=125°±3° bzw. 145°±4°; 180°=gestreckte Beine) herangezogen. Für die Korrelationsüberprüfung mit der Sprunghöhe beim CMJ verwendeten die Autoren jedoch die relative, auf das Körpergewicht bezogene, isometrische Beinstreckkraft. Sie konnten einen hochsignifikanten, starken Zusammenhang der relativen isometrischen Maximalkraft der Beine und der maximalen Sprunghöhe beim CMJ ($r=0,51$-$0,60$; $p<0,01$), bei jungen männlichen Rugbyspielern (15,0±0,3 Jahre), ermitteln. (Loturco et al., 2019)

In einer Vielzahl von Untersuchungen wurde neben der isometrischen Maximalkraft der Beine auch die dynamische überprüft. Dabei wurde eine 1 RM (Repetition Maximum) Kniebeuge durchgeführt, um die ermittelten Werte mit der Sprunghöhe beim CMJ zu korrelieren. Bereits 2004 setzten Wisløff et al. eine solche Untersuchung bei männlichen Profifußballspielern, im Alter von 25,8±2,9, um. Sie kamen zu der Erkenntnis, dass die absolute dynamische Maximalkraft der Beine (1 RM bei 90° Kniewinkel) signifikant sehr stark mit der Sprunghöhe zusammenhängt ($r=0,78$; $p<0,02$) (Wisløff et al., 2004). Diese Ergebnisse konnten durch spätere Untersuchungen von McGuigan und Winchester (2008), für männliche Footballspieler (18,4±0,7 Jahre), sowie von Comfort et al. (2013), für männliche Fußballer (17,2±0,6 Jahre), bestätigt werden. Auch hier zeigte sich, dass die absolute dynamische Beinstreckkraft (1 RM) und die Sprunghöhe beim CMJ (hoch-)signifikant miteinander korrelierten. So ermittelten McGuigan und Winchester (2008) einen signifikanten, starken Zusammenhang ($r=0,54$; $p\leq0,05$) der beiden Parameter, während Comfort et al. (2013) einen hochsignifikanten, sehr starken ($r=0,76$; $p<0,01$) nachweisen konnten. Zu erwähnen ist jedoch, dass Comfort et al. (2013) die 1 RM Kniebeugeleistung mittels der Brzycki Regressionsgleichung (1993) bestimmten. Im Gegensatz zu den bereits angeführten Untersuchungen, konnten Nuzzo et al. (2008) keine signifikante Korrelation der absoluten dynamischen Beinstreckkraft (1RM) und der CMJ-Sprunghöhe bei männlichen Footballspielern und Leichtathleten (19,8±1,4 Jahre) feststellen. Anders verhielt sich dies jedoch hinsichtlich der Korrelationsanalyse der Sprunghöhe beim CMJ mit der relativen dynamischen Beinstreckkraft (1 RM). Hier korrelierten diese beiden Parameter signifikant stark ($r=0,69$; $p\leq0,05$) miteinander (Nuzzo et al., 2008). Nuzzo et al. (2008) schlossen daraus, dass relative Kraftwerte, im Gegensatz zu absoluten Kraftwerten, stärker mit der CMJ-Höhe korrelierten, da relative Parameter die Körpermasse, welche bei einem Sprung beschleunigt wird, berücksichtigen. Erklärbar sei dies durch kinetische und kinematische Gleichungen, wie beispielsweise dem zweiten Newtonschen Gesetz, welche in der Biomechanik üblich sind (Nuzzo et al., 2008). Bei einer Untersuchung von ausschließlich weiblichen Softballspielerinnen (18,0±1,6 Jahre), zeigte sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang der Sprunghöhe und der relativen dynamischen Maximalkraft (1 RM) der Beine (Nimphius et al., 2010). Nimphius et al. (2010) verwendeten die Vorhersagegleichung nach Mayhew et al. (1992) um auf die 1 RM Kniebeugeleistung der Athletinnen rückschließen zu können.

Erwähnenswert ist auch, dass Comfort et al. (2013) den Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit der absoluten, als auch relativen, dynamischen Maximalkraft (1 RM Kniebeuge) der Beine bestimmten. Die maximale Beinstreckkraft wurde hierbei anhand der Brzycki Regressionsgleichung (1993) ermittelt. Die Autoren konnten sowohl für die relative als auch absolute dynamische maximale Beinstreckkraft eine hochsignifikante Korrelation feststellen. Der Zusammenhang der Sprunghöhe war jedoch für die absolute dynamische Maximalkraft stärker ausgeprägt ($r=0,76$; $p<0,01$), als für die relative ($r=0,62$; $p<0,01$) (Comfort et al., 2013). Es scheint daher noch unklar, welches der Kraftmaße der maximalen Beinstreckkraft, relativ oder absolut, zur Analyse eines Zusammenhangs mit der Sprunghöhe des CMJ verwendet werden sollte.

Generell scheint auch Uneinigkeit darüber zu herrschen ob isometrische oder dynamische Maximalkrafttestungen der Beine, zur Untersuchung der Korrelation mit der Sprunghöhe beim CMJ herangezogen werden sollten. Nuzzo et al. (2008) argumentierten diesbezüglich, dass beim Vergleich von isometrischen und dynamischen Tests mit der Sprunghöhe beim CMJ, die zugrundeliegenden neuronalen und mechanischen Mechanismen dazu führen können, dass dynamische Tests stärkere Korrelationen aufweisen. So ist davon auszugehen, dass bei dynamischen Aktivitäten, wie dem Counter Movement Jump, der Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) die Nutzung der gespeicherten elastischen Energie ermöglicht (Nuzzo et al., 2008). Folglich wird die Aktivität der konzentrischen Phase erhöht (Ishikawa et al., 2003). Nuzzo et al. (2008) hoben hervor, dass dynamische Tests, wie die 1 RM Kniebeugetestung, dem CMJ ähnlich sind, während isometrische Tests diesem nicht gleichen. Auch Haff et al. (1997) wiesen darauf hin, dass die Position bei isometrischen Bewegungsaufgaben die ermittelten Korrelationen stark beeinflussen. In vielen Testungen wurden jedoch isometrische Maximalkrafttests bevorzugt, da diese Ergebnisse liefern, welche unabhängig von Bewegungsgeschwindigkeit und sich ändernden Gelenkswinkeln sind (McGuigan & Winchester, 2008). In diesem Kontext erwähnten McGuigan und Winchester (2008), dass die ermittelten isometrischen Maximalkraftwerte beim Mid-Thigh Pull Test (Kniewinkel=130°; 180°=gestreckte Beine), signifikant stark mit jenen bei der dynamischen 1RM Kniebeugetestung korrelierten ($r=0,61$; $p\leq0,05$). Sie schlossen daraus, dass isometrische Testungen durchaus Rückschlüsse auf die dynamische

Kraftleistungsfähigkeit zulassen und diese aufgrund von Zeitersparnis zu bevorzugen sind (McGuigan & Winchester, 2008).

Nur einige wenige Untersuchungen beschäftigten sich mit dem Zusammenhang der Sprunghöhe des CMJ mit dem Reaktivkraftindex (RSI). Mittels des Reaktivkraftindex wird die Fähigkeit, den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus schnell zu nutzen, bewertet (McMahon et al., 2018). Typischerweise erfolgt die Berechnung des RSI bei vertikalen Sprüngen, welche eine identifizierbare Bodenkontaktzeit aufweisen, wie beispielsweise dem Drop-Jump (DJ) (McMahon et al., 2018). Erikoglu und Arslan (2016) untersuchten den Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und des Reaktivkraftindex bei jungen männlichen Fußballspielern (13,5±0,5 Jahre). Die Autoren konnten feststellen, dass diese beiden Parameter signifikant, sehr stark miteinander korrelierten ($r=0,824$; $p<0,05$) (Erikoglu & Arslan, 2016). Ein wesentlich geringerer Zusammenhang zeigte sich in der von Barker et al. (2018) durchgeführten Untersuchung. Hier konnte eine signifikant starke Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit dem RSI ($r= 0,573$; $p\leq0,05$) ermittelt werden. Barker et al. (2018) testeten ebenfalls männliche Fußballspieler, welche mit 18 bis 23 Jahren jedoch wesentlich älter waren, als jene Athleten in der Studie von Erikoglu und Aslan (2016). In einer Studie von Barnes et al. (2007) wurden ausschließlich weibliche Volleyballspielerinnen, im Alter von 19 bis 21 Jahren, untersucht. Die Autoren konnten einen hochsignifikanten starken Zusammenhang des RSI mit der CMJ-Sprunghöhe feststellen ($r=0,545$; $p<0,01$) (Barnes et al., 2007). Barnes et al. (2007) analysierten des Weiteren den Zusammenhang eines selbst entwickelten Agilitätstests mit dem Reaktivkraftindex. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter festgestellt werden (Barnes et al., 2007). Im Gegensatz dazu steht die Untersuchung von Erikoglu und Arslan (2016), in welcher ein hochsignifikanter, starker, inverser Zusammenhang des RSI mit dem Zig-Zag Agilitätstest, bei männlichen Fußballspielern (13,5±0,5 Jahre), bestimmt werden konnte ($r=-0,597$; $p<0,01$).

Ein (hoch-)signifikanter inverser Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit diversen Agilitätstests (z.B. Zig-Zag Agility Test und Three-Cone-Drill Test) konnte in vielen Untersuchungen nachgewiesen werden (Alemdaroglu, 2012; Robbins, 2012; Erikoglu & Arslan, 2016; Pereira et al., 2018, Loturco et al. 2019). Sowohl in der von Alemdaroglu (2012) durchgeführten Studie, als auch in jener von Erikoglu und Arslan

(2016), korrelierten die Agilitätstests signifikant, stark, invers mit der Sprunghöhe (r=-0,594 bzw. r=-0,583; p<0,05). Alemdaroglu (2012) untersuchte männliche Basketballspieler (25,1±1,7 Jahre) und zog zur Bewertung der Agilität den Three-Cone-Drill Test heran. Erikoglu und Arslan (2016) hingegen, testeten junge männliche Fußballspieler (13,5±0,5 Jahre) und verwendeten den Zig-Zag-Agility Test. Robbins (2012) untersuchte 1136 männliche NFL Footballspieler. Zur Bestimmung der Agilität wurde in der von Robbins (2012) durchgeführten Studie der Three-Cone-Drill Test verwendet. Hierbei konnte eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation dieser Parameter, im mittleren Bereich, festgestellt werden (r=-0,380; p<0,01) (Robbins, 2012). Der Autor begründete den Unterschied dieses Ergebnisses, im Vergleich mit jenen von anderen Studien, unter anderem, mit der Anzahl der Probanden (n= 696) und deren ausgeübte Sportart (Footballspieler).

Vescovi und McGuigan (2008) untersuchten weibliche Lacrosse- und Fußballspielerinnen einer High-School bzw. eines Colleges. Zur Bestimmung der Agilität verwendeten die Autoren den Pro-Agility- sowie den Illinois Test. Es zeigte sich, dass sich die Zusammenhänge der Agilität mit der CMJ-Sprunghöhe je nach Alter und Sportart voneinander unterschieden. Während die hochsignifikanten Korrelationen im High-Schoolalter bei Fußballerinnen (15,1±1,6 Jahre) sowohl für den Pro-Agility Test (r=-0,358, p<0,01), als auch für den Illinois Test (r=-0,477; p<0,01) noch im mittleren Bereich lagen, korrelierten diese hochsignifikant stark (r=-0,613 bzw. r=-0,551; p<0,01) im Collegealter (19,9±0,9 Jahre). Auch bei College Lacrosse Athletinnen (19,7±1,1 Jahre) zeigten sich hochsignifikant starke Zusammenhänge der beiden Agilitätstests mit der CMJ-Sprunghöhe. Diese fielen im Vergleich zu den Fußballerinnen geringfügig höher aus (r=-0,571 bzw. r=-0,698; p<0,01). (Vescovi & McGuigan, 2008) Auch bei weiblichen Volleyballspielerinnen, im Alter zwischen 19 bis 21 Jahren, konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der Sprunghöhe beim CMJ mit einem selbst entwickelten Agilitätstest festgestellt werden (r=-0,580; p<0,01) (Barnes et al., 2007). Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Nimphius et al. (2010), welche keinen signifikanten Zusammenhang des 505 Agilität Tests mit der CMJ-Sprunghöhe bei weiblichen Softballspielerinnen (18±1,6 Jahre) ermitteln konnten.

In einer aktuelleren Untersuchung von Pereira et al. (2018) wurde die Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit Agilitätstests (Zig-Zag-Test und T-Test) bei männlichen und weiblichen Handballspielern/innen, im Alter von 20 bis 34 Jahren, untersucht. Die Zusammenhangsanalyse erfolgte dabei jedoch geschlechtsunabhängig und zeigte

eine signifikant starke Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit dem Zig-Zag Test (r=0,560; p≤0,05), sowie eine sehr starke mit dem T-Test (r=0,84; p≤0,05). Pereira et al. (2018) verwiesen schlussfolgernd darauf, dass die Leistung in Agilitätstest mit der neuromuskulären Leistungsfähigkeit zusammenhängt. Laut den Autoren könnten die Unterschiede in der Stärke der Korrelationen durch die verschiedenen Bewegungsabläufe, welche von den zwei unterschiedlichen Agilitätstests gefordert wurden, erklärbar sein. (Pereira et al., 2018)

Nesser et al. (2008) untersuchten den Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit der Kraftfähigkeit der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur bei männlichen NCAA Division-I Footballspielern. Die Autoren verwendeten zur Bestimmung der Rumpfkraft das Protokoll nach McGill (2002). Mit Hilfe dieses Protokolls wird die statische Kraftausdauer bzw. -stabilität der beanspruchten Rumpfmuskulatur bestimmt. Es zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit der statischen Kraftausdauer der Rückenmuskulatur (r=0,536; p<0,01) bzw. mit dem Gesamtscore (r=0,591; p<0,01) und eine signifikante, mittlere mit der Bauchmuskulatur (r=0,436; p<0,05) (Nesser et al., 2008). Nesser und Lee (2009) untersuchten dieselben Parameter bei weiblichen NCAA Division-I Fußballspielerinnen und konnten keinen signifikanten Zusammenhang ermitteln. In einer später durchgeführten Studie von Imai und Kaneoka (2016) zeigte sich keine signifikante Korrelation dieser Parameter bei männlichen Fußballspielern (16,3±0,5 Jahre). In einer aktuelleren Studie von Greene et al. (2019) wurden zur Bestimmung der Rumpfstabilität verschiedene Ausführungen des Planks verwendet. Hierbei wurden sowohl männliche als auch weibliche Lacrosse Athleten/innen, im Alter von 18 bis 22 Jahren, untersucht (Greene et al., 2019). Die Autoren korrelierten die ermittelten Werte mit der Sprunghöhe beim CMJ und konnten ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang der Parameter feststellen (Greene et al., 2019). Watanabe et al. (2019) bestimmten die isometrische absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei weiblichen Basketballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) anhand eines Dynamometers. Im Zuge der Analyse ergab sich keine signifikante Korrelation der isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der Sprunghöhe des CMJ (Watanabe et al., 2019).

Des Weiteren konnten Nesser et al. (2008) auch einen hochsignifikanten Zusammenhang der Rumpfkraftausdauer mit dem Pro-Agility Test, bei männlichen NCAA Division-I Footballspielern, feststellen. Der Agilitätstest korrelierte hierbei hochsignifikant, stark, invers mit dem Gesamtscore der statischen Rumpfkraft ($r=-0,551$; $p<0,01$) und signifikant, mittel, invers mit der Bauchkraftausdauer ($r=-0,443$; $p<0,05$) (Nesser et al., 2008). Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich in der von Greene et al. (2019) durchgeführten Untersuchung. Hier konnte bei der geschlechtsunabhängigen Analyse ein hochsignifikanter starker inverser Zusammenhang des Prone Planks mit dem Pro-Agility Test ($r=-0,50$; $p<0,01$) bei Lacrosse Spieler/innen, im Alter von 18 bis 22 Jahren, ermittelt werden (Greene et al., 2019). Zu erwähnen ist, dass Greene et al. (2019) die Korrelationen auch nach Geschlecht (männlich und weiblich getrennt voneinander) untersuchten. Bei der geschlechtsabhängigen Zusammenhangsanalyse ergaben sich jedoch keine signifikanten Korrelationen der verschiedenen Planks mit dem Pro-Agility Test (Greene et al., 2019). Die Autoren schlussfolgerten, dass die Rumpfkraft zu schnellkräftigen Leistungen beiträgt (Nesser et al., 2008; Greene et al., 2019). Laut Nesser et al. (2008) sollte jedoch berücksichtigt werden, dass sich isometrische Rumpfkraftausdauertests, wie jener nach McGill (2002), nicht wirklich für die Korrelationsanalyse mit schnellkräftigen Testungen eignet. Grund hierfür seien die Unterschiede der Testungen hinsichtlich der Form der Muskelfaserbeanspruchung sowie die unterschiedlichen Anforderungen an die Energiebereitstellung (Nesser et al., 2008).

In der Literatur lassen sich einige Untersuchungen hinsichtlich des Zusammenhangs der Maximalkraft der Beine mit diversen anderen sportmotorischen Parametern finden. So konnten Thomas et al. (2015) eine signifikante inverse Korrelation der isometrischen, absoluten, maximalen Beinstreckkraft (Mid-Thigh Pull Test) und einem Agilitätstest (modified 505) feststellen. Die Autoren testeten erwachsene Collegeathleten (21,0±2,4 Jahre) und die Parameter korrelierten signifikant, im starken Bereich, invers miteinander ($r=-0,570$; $p<0,05$) (Thomas et al., 2015). Spiteri et al. (2014) untersuchten ebenfalls den Zusammenhang der isometrischen maximalen Beinstreckkraft (Mid-Thigh Pull Test) (Kniewinkel=140°; 180°=gestreckte Beine) mit Agilitätstests (T-Test und 505), jedoch bei weiblichen Basketballspielerinnen (24,3±2,6 Jahre). Hierbei konnte eine hochsignifikante, sehr starke, inverse Korrelation der

relativen relativen Maximalkraft der Beine mit dem T-Test (r=-0,854; p≤ 0,01) und dem 505-Agilitätstest ermittelt werden (r=-0,792; p≤0,01) (Spiteri et al., 2014).

Wenig Erkenntnis gibt es bisher zum Zusammenhang der Maximalkraft der Beine und der Rumpfkraft. Nesser et al. (2008) überprüften die Korrelation der dynamischen Maximalkraft der Beine mit der isometrischen Rumpfkraftausdauer bei männlichen NCAA Division-I Footballspielern. Hierbei wurde die dynamische Beinstreckkraft anhand einer 1 RM Kniebeugetestung und die isometrische Rumpfkraftausdauer mittels des Protokolls nach McGill (2002) bestimmt. Der Gesamtscore (r=-0,470; p≤0,05) sowie die isometrische Bauchkraftausdauer (r=-0,416; p≤0,05) korrelierten signifikant, invers im mittleren Bereich mit der 1RM Kniebeugetestung. Keinen signifikanten Zusammenhang konnten die Autoren jedoch hinsichtlich der isometrischen Rückenkraftausdauer und der dynamischen Maximalkraft feststellen. Nesser et al. (2008) schlussfolgerten, dass eine genaue Zusammenhangsanalyse dieser beiden Testungen nicht vorgenommen werden kann. Begründet sei dies dadurch, dass die 1 RM Kniebeugetestung eine einmalige, schnelle Bewegung darstellt, während die Bestimmung der Rumpfkraft nach McGill (2002) isometrische Muskelkontraktionen erfordert und somit ein Test der isometrischen Muskelkraftausdauer ist. Somit werden bei der 1 RM Kniebeugetestung (maximale Muskelkontraktion) hauptsächlich schnell zuckende FT-Fasern beansprucht. Bei der Testung der Rumpfkraftausdauer nach McGill (2002) kommt es jedoch zu einer Beanspruchung der langsam zuckenden Muskelfasern (ST-Fasern) und zu submaximalen Muskelkontraktionen. (Nesser et al., 2008)

Barnes et al. (2007) bestimmten die isometrische Beinstreckkraft mittels der Methode nach Young et al. (2002) (Kniewinkel=120°; 180°=gestreckte Beine) von weiblichen Volleyballspielerinnen, im Alter von 19 bis 21 Jahren. Bei der Zusammenhangsanalyse der absoluten isometrischen Maximalkraft der Beine zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex (Barnes et al., 2007). In einer aktuelleren Studie untersuchten Beattie et al. (2017) die Korrelation der absoluten, isometrischen Maximalkraft der Beine (Mid-Thigh Pull Test) (Kniewinkel=131°±9°; 180°=gestreckte Beine) mit dem Reaktivkraftindex bei männlichen Collegeathleten (23,7±4,0 Jahre). Hierbei korrelierte die relative isometrische Beinstreckkraft im mittleren Bereich (r=0,304; p<0,05) und die absolute isometrische Beinstreckkraft im schwachen Bereich (r=0,286; p<0,05) mit dem Reaktivkraftindex, jeweils statistisch signifikant (Beattie et al., 2017). Erwähnenswert ist, dass diese Korrelationen aus einer Höhe von

40cm beim Drop-Jump ermittelt werden konnten. Die Autoren hoben hervor, dass sich die Zusammenhänge bei anderen Höhen beim Drop-Jump veränderten. (Beattie et al., 2017) Dymond et al. (2011) konnten einen wesentlich höheren Zusammenhang der dynamischen Maximalkraft der Beine mit dem Reaktivkraftindex, bei männlichen Rugbyspielern (19,0±2,0 Jahre), feststellen. Die Parameter korrelierten im starken Bereich ($r=0,632$; $p<0,05$) signifikant miteinander (Dymond et al., 2011). Im Gegensatz zu Beattie et al. (2017) verwendeten Dymond et al. (2011) eine dynamische 1 RM Kniebeugetestung zur Bestimmung der maximalen Beinstreckkraft und der Drop-Jump wurde aus einer Höhe von 36cm ausgeführt.

Vaara et al. (2012) untersuchten Männer des finnischen Militärs im Alter von 25,5±5,0 Jahren. Zur Bestimmung der isometrischen Maximalkraft der Beine wurde hierbei ein isometrisches Dynamometer (Kniewinkel=107°; 180°=gestreckte Beine) verwendet. Des Weiteren überprüften die Autoren die anaerobe Kraftausdauer der Bein- und Bauchmuskulatur. Die Probanden mussten hierfür innerhalb eines Zeitraums von 60s so viele Kniebeugen bzw. Sit-ups wie möglich absolvieren. Es konnte festgestellt werden, dass die isometrische Beinstreckkraft hochsignifikant, schwach mit der Kraftausdauer der Beine ($r=0,23$; $p<0,01$) und der Bauchmuskulatur ($r=0,14$; $p<0,01$) korrelierte. (Vaara et al., 2012)

Hinsichtlich der Überprüfungen von Korrelationen des dynamischen Gleichgewichts mit verschiedenen sportmotorischen Parametern, unterscheiden sich die Untersuchungen vor allem in den Verfahren zur Feststellung der Gleichgewichtsfähigkeit. Mühlbacher et al. (2013) verwendeten eine Balanceplattform um diese festzustellen und korrelierten sie mit der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump. Die Autoren konnten keinen signifikanten Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und dem dynamischen Gleichgewicht bei jungen Erwachsenen (23,0±4,0 Jahre) feststellen (Mühlbacher et al., 2013). Mühlbacher et al. (2013) schlussfolgerten, dass das dynamische Gleichgewicht und Parameter der Schnellkraft, möglicherweise voneinander unabhängige Kapazitäten waren (Mühlbacher et al., 2013).

Sekulic et al. (2013) untersuchten männliche Collegeathleten (21,0±2,1 Jahre) sowie weibliche Collegeathletinnen (20,6±2,1 Jahre) und analysierten den Zusammenhang des dynamischen Gleichgewichts mit Agilitätstests. Das dynamische Gleichgewicht wurde hierbei anhand des Biodex Balance Systems bestimmt. Zur Korrelationsanalyse wurde der Overall Stability Index (OSI) herangezogen. Es zeigten sich ein signifikanter,

mittlerer Zusammenhang des OSI mit dem Zig-Zag Agilitätstest ($r=0,40$; $p<0,05$) sowie ein signifikant starker mit dem T-Test ($r=0,58$; $p<0,05$) bei männlichen Collegeathleten (21,0±2,1 Jahre). Keine Korrelation des OSI mit diesen Agilitätstests konnte hingegen bei weiblichen Collegeathletinnen (20,6±2,1 Jahre) festgestellt werden. Während des Zig-Zag- bzw. T-Tests kommt es zu seitlichen und halbseitlichen Bewegungen und Probanden/innen stellen ihre Füße seitlich während der Umkehrpunkte. Sekulic et al. (2013) argumentierten, dass bei solchen Testungen der Einfluss der Gleichgewichtsfähigkeit höher ist, da es zu häufigen Richtungsänderungen kommt. Bei Richtungswechseln kommt es zu angemessenen Haltungsanpassungen, welche mit der Gleichgewichtsfähigkeit zusammenhängen. Laut Sekulic et al. (2013) würde dies den Zusammenhang des dynamischen Gleichgewichts mit den oben genannten Agilitätstests begründen. (Sekulic et al., 2013)

Andere Untersuchungen verwendeten zur Feststellung des dynamischen Gleichgewichts den Star Excursion Balance Test (SEBT). Mittels des SEBT kann die dynamische Stabilität in der Frontal-, Transversal-, sowie Sagittalebene ermittelt werden (Gordon et al., 2013). Ambegaonkar et al. (2014) untersuchten den Zusammenhang der erreichten Werte beim SEBT mit der statischen Rumpfkraftausdauer (Protokoll nach McGill, 2002), bei weiblichen College Athletinnen (19,6±1,1 Jahre). Hierbei zeigte sich keine signifikante Korrelation (Ambegaonkar et al., 2014). Auch Greene et al. (2019) konnten keinen signifikanten Zusammenhang des dynamischen Gleichgewichts (SEBT) und der statischen Rumpfkraftausdauer (verschiedene Planks) bei weiblichen und männlichen Lacrosseathleten/innen (20,3±1,0 Jahre) feststellen. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Rumpfmuskulatur nicht alleinig als Prädiktor für das dynamische Gleichgewicht angesehen werden kann (Greene et al., 2019). Sie verwiesen des Weiteren darauf, dass die dynamische Stabilität von mehreren Systemen, einschließlich dem zentralen und peripheren Nervensystem sowie dem visuellen System, bestimmt wird. Dies würde die Korrelationen des dynamischen Gleichgewichts mit anderen Parametern beeinflussen (Greene et al., 2019).

Nur wenige Erkenntnisse gibt es zum Zusammenhang der aeroben Ausdauer mit anderen sportmotorischen Fähigkeiten. Imai und Kaneoka (2016) analysierten den Zusammenhang des Cooper Tests mit Werten der Rumpfkraftausdauer bei

männlichen Fußballspielern (16,3±0,5 Jahre). Die Rumpfkraftausdauer wurde anhand des Protokolls nach McGill (2002) ermittelt. Hier korrelierten die erreichten Weiten beim Cooper Test hochsignifikant stark mit dem Gesamtscore der Rumpfkraftausdauer (r=0,567; p<0,01) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Prone-Plank (r=0,434; p <0,01) (Imai & Kaneoka, 2016). Loturco et al. (2019) verwendeten zur Bestimmung der aeroben Fitness bei männlichen Rugbyspielern (15,4±0,3 Jahre) den 30-15 Intermittent Fitness Test (IFT). Laut Buchheit (2008) hängen die maximalen erreichten Geschwindigkeiten am Ende des IFT mit aeroben Fitnessparametern, wie beispielsweise der maximalen Sauerstoffaufnahme, zusammen. In der Untersuchung von Loturco et al. (2019) zeigte sich, dass die aerobe Ausdauer hochsignifikant, mittel mit der CMJ-Sprunghöhe (r=0,44; p<0,01) und hochsignifikant stark mit der isometrischen relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,60; p<0,01) korrelierte. Zur Bestimmung der isometrischen Maximalkraft wurde der Mid-Thigh Pull Test herangezogen (Loturco et al., 2019). Basierend auf dieser Erkenntnis schlussfolgerten Loturco et al. (2019), dass die Verbesserung der aeroben Fitness die Entwicklung von neuromuskulären Fähigkeiten nicht behindert.

In einigen Untersuchungen wurde die Ausdauerleistungsfähigkeit anhand des Yo-Yo Intermittent Endurance 1 Laufs (YYIER1) oder mittels des Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Laufs (YYIER2) bestimmt. Diese aeroben Ausdauertests werden häufig von Trainern/innen verwendet um die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_{2max}$) von gut trainierten Athleten/innen abschätzen zu können (Castagna et al., 2006; Wong et al., 2011). Imai und Kaneoka (2016) ermittelten die Ausdauerleistung mittels des YYIER1 bei männlichen Fußballspielern (16,3±0,5 Jahre) und untersuchten dessen Korrelation mit der statischen Rumpfkraftausdauer. Diese wurde anhand des Protokolls nach McGill (2002) ermittelt. Hierbei korrelierte der YYIER1 hochsignifikant sehr stark mit dem Gesamtscore (r=0,710; p<0,01) und hochsignifikant stark mit dem Prone-Plank (r=0,602; p<0,01). In einer aktuelleren Studie von Saavedra et al. (2018) wurde die Ausdauerleistung von weiblichen Handballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre) anhand des YYIER2 bewertet. Die Autoren konnten eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des YYIER2 mit der Sprunghöhe beim CMJ (r= 0,423; p<0,01) feststellen (Saavedra et al., 2018).

Vaara et al. (2012) bestimmten die Ausdauerleistung bei Männern des finnischen Militärs (25,5±5,0 Jahre) anhand einer Spiroergometrie. Des Weiteren wurde die Kraftausdauerleistung der Bein- bzw. Bauchmuskulatur überprüft. Hierbei mussten die

Probanden so viele Kniebeugen bzw. Sit-ups wie möglich innerhalb von 60s ausführen. In einer Korrelationsanalyse zeigte sich, dass die erreichten Werte der $VO_{2max}$, hochsignifikant, stark mit der erreichten Kniebeugeanzahl ($r=0,55$; $p<0,01$) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der Situps-Anzahl ($r=0,48$; $p<0,01$) korrelierte. Die Autoren wiesen schlussfolgernd darauf hin, dass die muskulären Ausdauertests mit der $VO_{2max}$ assoziiert waren und daher die kardiorespiratorische Fitness und die lokale Ausdauer messen. (Vaara et al., 2012)

In der Untersuchung von Melmer und Posch (2014) wurden alpine Skirennläufer/innen des Schigymnasiums Stams hinsichtlich ihrer anaeroben Ausdauerleistung überprüft. Im Zuge der Studie wurden der Wingate Anaerobic Test (WAnT), der High Box Jump Test (HBJT), der Loaded Repeated Jump Test (LRJT) sowie ein Spiroergometrie Test (SpET) durchgeführt. Es erfolgte eine geschlechtsspezifische Korrelationsanalyse aller Testungen. Hierbei zeigte sich bei den Athleten (16,9±0,9 Jahre), dass der HBJT nicht signifikant mit den Testparametern des WAnT und des Spiroergometrie Tests korrelierten. Auch die ermittelte relative $VO_{2max}$ zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit den anderen Parametern bei den männlichen Probanden. Die relative anaerobe Leistung der Skifahrer, welche mittels WAnT ermittelt wurde, korrelierte hingegen signifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Leistung beim LRJT ($MW_{gesamt}$) ($r=0,421$; $p<0,05$). Des Weiteren zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des HBJT mit der relativen Leistung beim LRJT ($MW_{gesamt}$) ($r=0,571$; $p<0,01$). In Hinblick auf die absolute $VO_{2max}$ konnte eine signifikante, starke Korrelation mit der beim WAnT ermittelten Peak Power (PP) ($r=0,505$; $p<0,05$) und der Mean Power (MP) ($r=0,507$; $p<0,05$) bei den männlichen Skirennläufern des Schigymnasium Stams festgestellt werden. Bei der Zusammenhangsanalyse der weiblichen Athletinnen zeigte sich, dass der HBJT mit keiner der restlichen Testvariablen signifikant korrelierte. Für die relative $VO_{2max}$ konnte ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang mit den anderen Testvariablen nachgewiesen werden. Die absolute $VO_{2max}$ korrelierte hingegen hochsignifikant, sehr stark mit der durch den WAnT ermittelten Peak Power (PP) ($r=0,760$; $p<0,01$), Mean Power (MP) ($r=0,806$; $p<0,01$) und End Power (EP) bei den Skifahrerinnen ($r=0,899$; $p<0,01$).

Soslu et al. (2016) untersuchten männliche Basketballspieler im Alter von (23,2±3,7 Jahre). Zur Überprüfung der anaeroben Ausdauer wurde hierbei der Wingate Anaerobic Test (WAnT) herangezogen. Des Weiteren wurde die Sprunghöhe beim Counter Movement Jump sowie die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_{2max}$) mittels

Multi-Stage 20m Shuttle Run bestimmt. Die CMJ-Sprunghöhe korrelierte hochsignifikant, stark mit der mittels WAnT festgestellten Peak Power (PP) ($r=0,604$; $p<0,01$) und Mean Power (MP) ($r=0,540$; $p<0,01$). Kein Zusammenhang konnte hingegen für die $VO_{2max}$ mit den Testvariablen des WAnT nachgewiesen werden. (Soslu et al., 2016)

Eine Vielzahl an Untersuchungen analysierte die Zusammenhänge von anthropometrischen Parametern (Körpergewicht, Körpergröße und BMI) mit den Ergebnissen bei unterschiedlichen sportmotorischen Testungen. Wong et al. (2009) testeten männliche U-14 Fußballspieler und korrelierten deren anthropometrische Daten mit der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump. Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der Körpergröße mit der Sprunghöhe ($r=0,36$; $p<0,01$) (Wong et al., 2009). Brahim et al. (2013) testeten junge männliche U-13 Fußballspieler und konnten ebenfalls einen signifikanten, wenngleich schwachen, Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und der Körpergröße feststellen ($r=0,19$; $p<0,05$). In einer früheren Studie von Silvestre et al. (2006) zeigte sich jedoch, dass die Körpergröße nicht signifikant mit der Sprunghöhe beim CMJ bei männlichen Fußballspielern (19,9±1,3 Jahre) korrelierte. Dieses Ergebnis deckt sich mit jenem einer aktuelleren Studie von Leutzinger et al. (2018). Die Autoren untersuchen männliche Fußballspieler im High-Schoolalter. Hierbei wurde keine signifikante Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit der Körpergröße festgestellt (Leutzinger et al., 2018). Garcia-Gil et al. (2018) untersuchten ausschließlich weibliche Basketballspielerinnen im Alter von 18 bis 23 Jahren. Die Autoren konnten keinen signifikanten Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und der Körpergröße feststellen (Garcia-Gil et al., 2018). Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Saavedra et al. (2018), welche ebenfalls keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit der Sprunghöhe beim CMJ bei weiblichen Handballerinnen (18,2±4,0 Jahre) nachweisen konnten. Auch in einer Untersuchung von weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9) korrelierten die CMJ-Sprunghöhe und die Körpergröße nicht signifikant miteinander (Watanabe et al., 2019).

Des Weiteren untersuchten Silvestre et al. (2006) den Zusammenhang des Körpergewichts und des BMIs mit der Sprunghöhe beim Counter Movement Jump bei männlichen Fußballspielern (19,9±1,3 Jahre). Es zeigte sich, dass die CMJ-Sprunghöhe signifikant, mittel, invers mit dem Körpergewicht ($r=-0,346$; $p<0,05$) und dem BMI ($r=-0,405$; $p<0,05$) korrelierte. Auch in der von Leutzinger et al. (2018)

durchgeführten Untersuchung an männlichen Fußballspielern im High-School Alter, konnte ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und dem Körpergewicht (r=-346; p≤0,05) nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Wong et al. (2009), welche keinen signifikanten Zusammenhang des Körpergewichts bzw. des BMIs mit der Sprunghöhe beim CMJ, bei männlichen U-14 Fußballspielern feststellen konnten. Auch Chiarlitti et al. (2018) verwiesen darauf, dass der BMI bei männlichen Eishockeyspielern (22,9±1,6 Jahre) nicht signifikant mit der CMJ-Sprunghöhe korrelierte. Watanabe et al. (2019) untersuchten weibliche Baseballspielerinnen (21,9±2,9). In der Korrelationsanalyse zeigte sich ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang des BMIs mit der Sprunghöhe des CMJ (r=-0,283; p<0,05) (Watanabe et al., 2019). Keine signifikante Korrelation konnte jedoch hinsichtlich des Körpergewichts und der CMJ-Sprunghöhe nachgewiesen werden (Watanabe et al., 2019). Saavedra et al. (2018) untersuchten den Zusammenhang des Körpergewichts und des BMIs mit der Sprunghöhe beim CMJ bei weiblichen Volleyballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre). Die Autoren konnten keine signifikante Korrelation dieser Parameter feststellen (Saavedra et al., 2018). Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Garcia-Gil et al. (2018), welche ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang des BMIs bzw. des Körpergewichts mit der CMJ-Sprunghöhe, bei weiblichen Basketballspielerinnen, im Alter von 18 bis 32 Jahren, nachweisen konnten.

Einige Untersuchungen analysierten den Zusammenhang der anthropometrischen Parameter mit diversen Agilitätstests. Brahim et al. (2013), beispielsweise, verwendeten zur Überprüfung der Agilität den Agility-15m-Run und überprüften dessen Zusammenhang mit den anthropometrischen Parametern bei männlichen U-13 Fußballspielern. Hierbei zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Agilitätstests mit der Körpergröße (r=0,36; p<0,01) und dem Körpergewicht (r=0,30; p<0,01). In einer aktuelleren Studie von Leutzinger et al. (2018) wurde die Agilität von männlichen Footballspielern im High-School Alter mittels des L-Cone-Agilitätstests sowie dem Pro-Agility-Test überprüft. Die Autoren konnten einen signifikanten sehr schwachen Zusammenhang der Körpergröße mit dem L-Cone-Agilitätstest (r=0,059; p≤0,05) und einen signifikant schwachen mit dem Pro-Agility Test (r= 0,119; p≤0,05) nachweisen. Des Weiteren zeigte sich eine signifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts mit dem L-Cone-Agilitätstest (r=0,474; p≤0,05) sowie eine signifikante, starke mit dem Pro-Agility Test (r=0,508; p≤0,05). (Leutzinger et al., 2018) Im

Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Chiarlitti et al. (2018) welche keinen signifikanten Zusammenhang des BMIs mit dem Pro-Agility Test bei männlichen Eishockeyspielern (22,9 ±1,6 Jahre) ermitteln konnten. Auch Garcia-Gil et al. (2018) konnten in ihrer Untersuchung von weiblichen Basketballspielerinnen (18 bis 32 Jahre) keine signifikante Korrelation der Körpergröße, des Körpergewichts sowie des BMIs mit dem T-Drill Agilitätstests feststellen.

Mathisen und Pettersen (2015) untersuchten die Agilität von männlichen Fußballspielern anhand eines selbst entwickelten Agilitätstests. Zur Korrelationsanalyse wurden die Probanden in verschiedene Altersklassen eingeteilt (10 bis 12 Jahre, 13 bis 14 Jahre, 15 bis 16 Jahre). Hierbei konnte nur in der Altersklasse der 13- bis 14-jährigen Fußballspieler ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der Körpergröße mit dem selbstentwickelten Agilitätstest ($r=0,28$; $p<0,05$) nachgewiesen werden. Für alle anderen Altersklassen zeigte sich keine Korrelation der Körpergröße mit dem Agilitätstest. Hinsichtlich der Zusammenhangsanalyse des Körpergewichts und des Agilitätstests ergaben sich für keine der Altersklassen signifikante Korrelationen. (Mathisen & Pettersen, 2015)

Wong et al. (2009) untersuchten männliche U-14 Fußballspieler und bestimmten die aerobe Ausdauer mittels des Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Laufs (YYIER2) und einer Spiroergometrie am Laufband. Die Autoren korrelierten die Ergebnisse beider Tests mit den anthropometrischen Daten der Athleten. Es zeigte sich, dass die Körpergröße signifikant, schwach ($r=0,26$; $p<0,05$) und der BMI signifikant, schwach, invers ($r=-0,25$; $p<0,05$) mit der gelaufenen Distanz beim Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Laufs (YYIER2) korrelierte. Im Zuge der Spiroergometrie wurde sowohl die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_{2max}$) als auch die Zeit bis Abbruch des Tests bestimmt. Der BMI korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der $VO_{2max}$ ($r=-0,42$; $p<0,01$). Kein Zusammenhang konnte hinsichtlich der Körpergröße und der $VO_{2max}$ festgestellt werden. Die Zeit bis zum Abbruch des Tests wies einen signifikanten, mittleren Zusammenhang mit der Körpergröße ($r=0,35$; $p<0,05$) sowie einen signifikant, schwachen, inversen mit dem BMI ($r=-0,24$; $p<0,05$) auf. Die Autoren schlussfolgerten, dass ein höherer BMI einen limitierenden Faktor für Ausdauerbelastungen darstellt. (Wong et al., 2009)

In einer früher durchgeführten Studie von Silvestre et al. (2006) wurde ebenfalls der Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Lauf zur Bestimmung der aeroben Ausdauerleistung herangezogen. Die Autoren testeten männliche Fußballspieler im Alter von 19,9±1,3 Jahren und konnten keinen signifikanten Zusammenhang der Körpergröße, des Körpergewichts bzw. des BMIs mit der gelaufenen Distanz beim YYIER2 feststellen (Silvestre et al., 2006). Auch in der von Saavedra et al. (2018) durchgeführten Studie konnte keine signifikante Korrelation der Distanz beim YYIER2 mit den anthropometrischen Parametern (Körpergröße, Körpergewicht, BMI) bei weiblichen Handballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre) nachgewiesen werden.

In der Untersuchung von Brahim et al. (2013) wurde der Yo-Yo Intermittent Endurance 1 (YYIER 1) Lauf zur Überprüfung der aeroben Ausdauerleistung herangezogen. Bei der Korrelationsanalyse ergaben sich für die gelaufene Distanz beim YYIER1 ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang mit dem Körpergewicht ($r=-0,40$; $p<0,01$) und ein signifikanter, schwacher, inverser mit der Körpergröße ($r=-0,24$; $p<0,05$) bei männlichen U-13 Fußballspielern. Die Autoren schlussfolgerten daher, dass die Körpergröße nicht der beste Prädiktor für die Ausdauerfähigkeit bei männlichen Fußballspielern dieses Alters ist. (Brahim et al., 2013)

Dellagrana et al. (2015) berichteten über einen Zusammenhang der gelaufenen Zeit eines 5km Laufs mit der Körpergröße. Die Autoren untersuchten männliche Läufer (18,0±0,9 Jahre) und konnten eine signifikante, mittlere Korrelation der gemessenen Zeit des 5km Laufs mit der Körpergröße ($r=0,47$; $p<0,05$) feststellen. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich jedoch hinsichtlich des Körpergewichts und der erreichten Zeit beim 5km Lauf. Dellagrana et al. (2015) hoben hervor, dass während der Adoleszenz Unterschiede hinsichtlich der Körperzusammensetzung beobachtbar sind. Laut den Autoren ist es daher von hoher Bedeutung die Unterschiede im Wachstums- und Reifungsprozess bei jungen Sportlern/innen, insbesondere hinsichtlich der Leistungen, bei denen Variablen der Körperzusammensetzung wesentlich sind, zu berücksichtigen. (Dellagrana et al., 2015).

In einer von Vaara et al. (2012) durchgeführten Untersuchung wurden Männer im Alter von 25,5±5,0 Jahren des finnischen Militärs untersucht. Hierbei wurde der Zusammenhang der anthropometrischen Parameter (Körpergewicht und BMI) mit den erzielten Ergebnissen von unterschiedlichen sportmotorischen Testungen überprüft. Um die Kraftausdauer der Bein- bzw. der Bauchmuskulatur überprüfen zu können,

mussten die Männer so viele Kniebeugen bzw. Sit-ups wie möglich innerhalb einer Zeit von 60s absolvieren. Des Weiteren wurde die isometrische Maximalkraft der Beine anhand eines Dynamometers für die Beinpresse (Kniewinkel=107°; 180°=gestreckte Beine) bestimmt. Es zeigte sich, dass das Körpergewicht hochsignifikant, schwach mit der Maximalkraft der Beinmuskulatur ($r=0,28$; $p<0,01$) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der Kraftausdauer der Bein- ($r=-0,35$; $p<0,01$) bzw. der Bauchmuskulatur ($r=-0,32$; $p<0,01$) korrelierte. Der BMI hing ebenfalls hochsignifikant, schwach mit der maximalen isometrischen Beinstreckkraft der Beinmuskulatur ($r=0,28$; $p<0,01$) zusammen. Des Weiteren konnte eine hochsignifikante, schwache bzw. mittlere, inverse Korrelation des BMI mit der Kraftausdauer der Bein- ($r=-0,29$; $p<0,01$) bzw. der Bauchmuskulatur ($r=-0,32$; $p<0,01$) festgestellt werden. Vaara et al. (2012) verwiesen schlussfolgernd darauf, dass leichtere Personen bei dynamischen Kraftausdauertestungen besser abschneiden als schwerere. Dies sei darauf zurückzuführen, dass bei dieser Art von Testungen das Körpergewicht gegen die Schwerkraft bewegt werden muss. (Vaara et al., 2012)

Brignac et al. (2011) untersuchten weibliche und männliche Collegeathleten/innen (21,9±2,1 Jahre). Die Autoren bestimmten die maximale dynamische Beinstreckkraft anhand einer 1RM Kniebeugetestung. In der Korrelationsanalyse zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der dynamischen Maximalkraft der Beine mit dem BMI ($r=0,424$; $p<0,01$). Des Weiteren hing der BMI signifikant, schwach mit der Körpergröße ($r=0,231$; $p<0,05$) und hochsignifikant sehr stark mit dem Körpergewicht ($r=0,823$; $p<0,01$) zusammen. (Brignac et al., 2011)

In einer aktuellen Studie von Watanabe et al. (2019) wurde die maximale isometrische Rumpfflexion (Rückenkraft) anhand eines Rücken Dynamometers gemessen und diese mit den anthropometrischen Daten (Körpergewicht, Körpergröße und BMI) korreliert. Die Autoren konnten feststellen, dass die isometrische Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Körpergewicht ($r=0,475$; $p<0,01$) und dem BMI ($r=0,454$; $p<0,05$) sowie signifikant, schwach mit der Körpergröße ($r=0,270$; $p<0,05$) bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) korrelierte. Des Weiteren hing die Körpergröße hochsignifikant, sehr stark mit dem Körpergewicht ($r=0,742$; $p<0,01$) zusammen. Für den BMI konnte eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit dem Körpergewicht ($r=822$; $p<0,01$), jedoch kein Zusammenhang mit der Körpergröße ermittelt werden. (Watanabe et al., 2019)

## 1.5 Zielsetzung

Wie bereits eingangs erörtert, ist die Bedeutung der sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf unumstritten. Zum aktuellen Zeitpunkt herrscht jedoch Uneinigkeit über das Wirkungsgefüge der verschiedenen Fähigkeiten, vor allem im Nachwuchssport. Gerade in diesem Bereich erscheint jedoch eine genauere Betrachtung als relevant, da sich hier geschlechtsspezifische und individuelle Unterschiede in der motorischen Entwicklung zeigen. Bereits im Kinder- bzw. Jugendalter kommt es zu ersten Selektionen im alpinen Skirennlauf, bei welchen die körperbaulichen Merkmale und deren Ausprägung in den einzelnen Altersstufen eine wichtige Rolle spielen. Hinsichtlich der Talententwicklung bzw. -selektion wäre es von Bedeutung, Erkenntnisse über den längerfristigen Entwicklungsverlauf und die gegenseitigen Zusammenhänge der sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Nachwuchsskirennlauf zu schaffen. Des Weiteren kann anhand einer Längsschnittuntersuchung festgestellt werden, ob Korrelationen zwischen einzelnen sportmotorischen Fähigkeiten konstant bleiben oder variieren. Somit könnte man in Folge rückschließen, ob Variablen in ihrer Beziehung als ursächlich zu interpretieren sind.

Aus diesem Grund war es Ziel dieser Untersuchung, herauszufinden ob es einen Zusammenhang von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, bezogen auf das Geschlecht und das Alter der Athleten/innen des Schigymnasium Stams, gibt.

Zusammengefasst sollte also „*der Zusammenhang von sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchsskirennläufer/innen des Schigymnasiums Stams*“ ermittelt werden.

# 2 Methodik

## 2.1 Hypothesen

Um den Zusammenhang von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchsskirennläufer/innen des Schigymnasiums Stams feststellen zu können, wurden folgende Hypothesen formuliert:

$H0_1$: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, bei weiblichen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams der jeweiligen Altersstufe (14 Jahre bis 18 Jahre).

$H1_1$: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, bei weiblichen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams der jeweiligen Altersstufe (14 Jahre bis 18 Jahre).

$H0_2$: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, bei männlichen Skirennläufern des Schigymnasium Stams der jeweiligen Altersstufe (14 bis 18 Jahre).

$H2_2$: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten, bei männlichen Skirennläufern des Schigymnasium Stams der jeweiligen Altersstufe (14 bis 18 Jahre).

## 2.2 Studiendesign und Datenerhebung

Seit dem Jahr 1996 besteht eine Kooperation des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck und dem Schigymnasium Stams – Internatsschule für Schisportler. Diese ermöglicht es den Schüler/innen zumindest zweimal im Jahr eine sportmotorische Testung zu absolvieren. Die Testungen finden einmal nach Beendigung der Wettkampfsaison (Mai, Juni) und einmal nach Ende der konditionellen Vorbereitungsphase (September, Oktober) statt.

Die erhobenen Testwerte wurden am Olympiazentrum in Innsbruck gesammelt und in einer Datenbank angelegt, wodurch sich ein zeitlicher Verlauf der ermittelten Werte darstellen lässt, bzw. athletenspezifische Vergleiche realisierbar sind. Diese Datenbank konnte in der vorliegenden Untersuchung genutzt werden, um die Testwerte aller in Frage kommenden Athleten/innen, von über 20 Jahren, erheben zu können.

Die verwendeten standardisierten, sportmotorischen Tests werden in weiterer Folge genauer beschrieben. Diese bestanden aus:

1. isometrischer Maximalkrafttest der Beine – Isometric Leg Test 100° (ILT 100)
2. isometrischer Maximalkrafttest des Rumpfes – Isometric Trunk Tester (ITT) (1996 bis Frühjahr 2006)
3. isometrischer Maximalkrafttest des Rumpfes – Isometric Back Check (ab Herbst 2006)
4. Sprungkrafttest – Counter Movement Jump (CMJ)
5. Reaktivkrafttest – Drop Jump (DJ)
6. Sprungkoordinationstest – Gattertest
7. Gleichgewichtsfähigkeitstest – MFT S3 Check
8. Kraftausdauertest – Kastentest
9. Ausdauertest – 12 Minuten Lauf nach Cooper

Weiters wurden auch Maße wie die Körpergröße, Körpergewicht und das exakte Alter (zum jeweiligen Testtermin) der Sportler/innen erhoben. Für die Interpretation wurde für jedes Merkmal die entsprechend besten Ergebnisse, der zweimal im Jahr stattfindenden Testungen, verwendet. Die Analyse der Zusammenhänge erfolgte

daher mit den besten erreichten Werten des jeweiligen Tests, welche in Verbindung gebracht wurden. Um eine genauere Beurteilung der Korrelationen zu ermöglichen, erfolgte die Überprüfung der Zusammenhänge nach Geschlecht und Altersstufe (von 14 bis 18 Jahren).

### 2.3 Personenstichprobe

Aufgrund der bestehenden Kooperation des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck und des Schigymnasiums Stams konnten die von den Athleten/innen erzielten Werte in den sportmotorischen Tests über eine Zeitspanne von 20 Jahren erhoben werden. In diesem Zeitraum wurde eine Längsschnittstichprobe in der Größe von 160 Athleten/innen generiert. Zu erwähnen ist, dass die Anzahl der Schüler/innen in dem Zeitraum von 20 Jahren eine deutlich höhere war, als jene welche in der vorliegenden Längsschnittstudie einbezogen wurden. Es wurden folglich nur Athleten/innen inkludiert, welche bei den in Frage kommenden Terminen teilnahmen. Insgesamt handelte es sich hierbei um Werte von 79 weiblichen Skirennläuferinnen und 81 männlichen Skirennläufern, welche zur weiteren Verwertung herangezogen wurden. Erwähnenswert ist, dass die Athleten/innen im Verlauf ihrer gesamten Schulzeit getestet wurden, was einem Zeitraum von jeweils vier Jahren an der Handelsschule und 5 Jahren am Oberstufenrealgymnasium entspricht. Athleten/innen, welche die Schule frühzeitig verließen oder jene die verletzt waren, wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen. Da vereinzelt nicht alle Athleten/innen an jeder sportmotorischen Testung teilnehmen konnten, fehlten bei einzelnen Testungen die Ergebnisse, was sich vor allem in der Personenanzahl pro Altersstufe widerspiegelt. Die geringfügig unterschiedlichen Längsschnittstichproben sind durch die verschiedenen Schultypen (4- oder 5-jährige Ausbildung) oder durch einen verspäteten Eintritt in das Schigymnasium Stams erklärbar. Die Zusammensetzung der weiblichen und männlichen Stichprobe wird in Abbildung 11 und Abbildung 12 (vgl. S. 84) dargestellt.

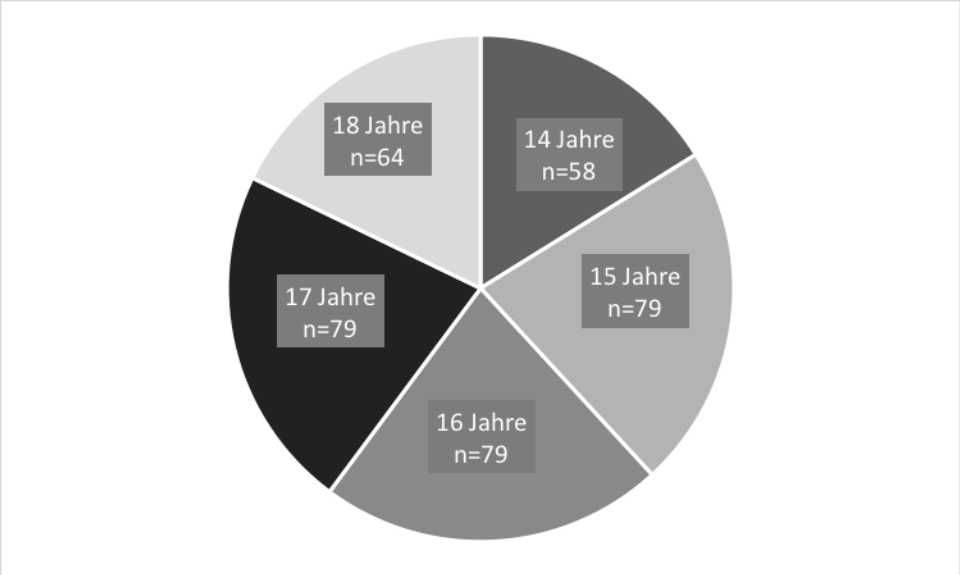


Abb. 10: Zusammensetzung der weiblichen Stichprobe

Zur Ermittlung der Korrelationen von den ausgewählten sportmotorischen Testungen, wurden folglich alle Testergebnisse von 58 14-jährigen, 79 15-jährigen, 79 16-jährigen, 79 17-jährigen und 64 18-jährigen Mädchen verwendet.

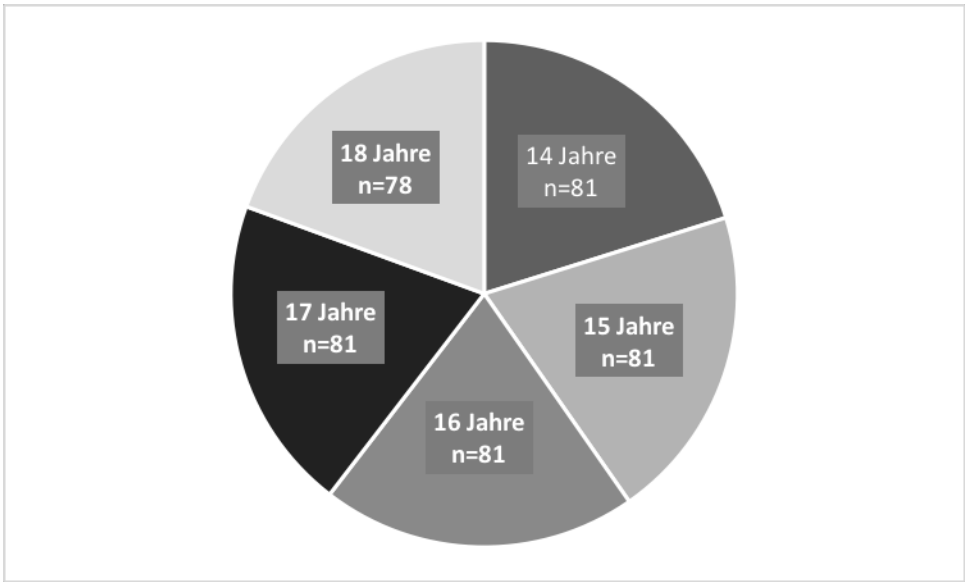


Abb. 11: Zusammensetzung der männlichen Stichprobe

Um die Korrelationen zwischen den ausgewählten sportmotorischen Testungen festzustellen, wurden alle Testergebnisse von 81 15-, 16- und 17-jährigen bzw. 78 18-jährigen Jungen herangezogen.

## 2.4 Anthropometrische Testverfahren

Die Körpergröße wurde anhand eines portablen Stadiometer (Seca 220, Seca, Deutschland) erhoben und in Zentimeter (cm) angegeben. Die Messgenauigkeit lag bei 0,5cm. Die Körpermasse wurde mittels einer Messung der Körpergewichtskraft auf der Kistler Kraftmessplatte (Kistler Instrumente AG, Winterthur, Schweiz) ermittelt und in Kilogramm (kg), mit einer Messgenauigkeit von 0,01, angegeben. In weiterer Folge wurde aus diesen Parametern der BMI berechnet. Dies erfolgte anhand der Formel BMI= Körpergewicht(kg)/[Körperhöhe(m)]$_2$. (Raschner et al., 2012)

## 2.5 Leistungsdiagnostische Testverfahren

### 2.5.1 Maximalkrafttest – Isometric Leg Test 100° (ILT 100°)

Für die Überprüfung der maximalen, isometrischen Beinstreckkraft wurde ein am Institut für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck entwickeltes Gerät verwendet. Mit Hilfe von diesem wird die unilaterale, maximale, isometrische Beinstreckkraft bei einem Kniewinkel von 100° ermittelt. Als Anhaltspunkte zur Bestimmung des Kniewinkels diente der Trochanter Major an der Hüfte, die seitliche Fossa Intercondylaris am Knie sowie der Außenknöchel am Fuß. Befanden sich alle Punkte auf einer Linie, war von einer Kniestreckung von 180° auszugehen und demgemäß wurde ein Kniewinkel von 100° für die Testdurchführung am Testgerät eingestellt. Das Testgerät setzte sich aus einer seitlich verschiebbaren Platte, welche mit einem hochpräzisen Kraftaufnehmer (Z7 Kraftmessdose von HBM Inc.) verbunden war und mittels eines integrierten, digitalen Messsysstems (Spider 8, von HBM Inc.) Kraftwerte ausgab. Der Sitz sowie die Fußplatte waren so verstellbar, dass die erwünschten Winkel im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk angepasst werden konnten. Durch die am Gerät befestigten

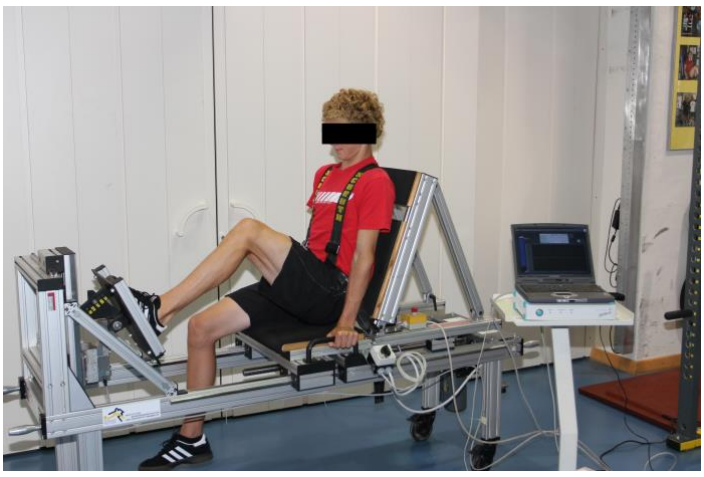


Abb. 13: Testverfahren zur Bestimmung der maximalen unilateralen, isometrischen Beinkraft (Raschner, 2015)

Sicherheitsgurte und Handgriffe, wurde einem Verrutschen der/s Athleten/in aus der eingestellten Position vorgebeugt. Bei diesem isometrischen Maximalkrafttest wurden von den Athleten/innen drei Versuche pro Seite absolviert, wobei immer mit der rechten Seite begonnen wurde. Zunächst sollte ein Versuch mit zirka 80% der willentlichen Maximalkraft ausgeführt werden, die beiden darauffolgenden Versuche mit 100%. Die Pause zwischen den jeweiligen Versuchen betrug 10s. Nach den drei Versuchen mit dem rechten Bein, erfolgte eine Pause von 30s, bevor die Testung mit dem linken Bein erfolgte. Um eine Vergleichbarkeit der erhobenen Werte zu ermöglichen, trugen die Probanden/innen dieselben Schuhe, die vom Institut für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck bereitgestellt wurden. Es wurde die absolute Maximalkraft des rechten und linken Beines, auf 1N genau, gemessen. Aus diesen Werten wurde die absolute Beinkraft (links+rechts) und die relative unilaterale und bilaterale Maximalkraft berechnet. Hierzu wurden die erhobenen Werte auf das entsprechende Körpergewicht relativiert. Die Reliabilität dieses Tests wurde mit einem Intraclass Correlation Coefficient (ICC) von 0,95 bei den Damen und 0,96 bei den Herren als gewährleistet bestimmt. (Raschner et al., 2005; Raschner et al., 2012)

### 2.5.2 Maximalkrafttest – Isometric Trunk Tester (ITT)

Die isometrische Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur wurde bis zum Frühjahr 2006 mittels des ITT festgestellt. Hierbei kam ein hochpräziser Messaufnehmer der Firma Hottinger Baldwin zum Einsatz (U2A Load Cell und Spider 8). Für die Testung der Maximalkraft in Flexion (Bauch) lagen die Athleten/innen in horizontaler Richtung auf der Auflagefläche. Dabei waren die Beine 90° gebeugt. Die Probanden/innen wurden mit Hilfe eines Gurts um die Hüfte, auf Höhe der Spina iliaca anterior, fixiert. Des Weiteren wurde ein weiterer Befestigungsriemen mit einem 1cm dicken Moosgummi auf Höhe des Sternums über die Brust gelegt und befestigt. Um eine standardisierte Anpress-bzw. Fixationskraft bei beiden Befestigungssystemen garantieren zu können, wurde ein



Abb. 15: Messung der Maximalkraft mittels ITT in Flexion (Raschner, 2013)

Drehmomentschlüssel (eingestellt auf 15Nm) verwendet. Der Brustgurt war über eine nahezu reibungsfreie ITEM Rollenführung mit der Kraftmessdose verbunden. Eine beweglich gelagerte Vorrichtung ermöglichte ein ungehindertes Aufrollen während der Maximalkrafttestung der Bauchmuskulatur. Die Athleten/innen wurden angewiesen maximalen Druck auf den Brustgurt auszuüben. Dabei musste der Druckaufbau kontinuierlich geschehen und ein Anreißen bzw. ruckartige Bewegungen waren nicht erlaubt. Die Athleten/innen hatten drei Versuche mit einer jeweiligen Kraftentwicklung von 2-3s und 10s Pause dazwischen. Der höchste Kraftwert sowie der Hebelarm zwischen Brust- und Hüftgurt wurden festgehalten. Nach der Maximalkrafttestung in Flexion wurden die Gurte gelöst und die Probanden/innen drehten sich auf den Bauch. Anschließend richteten die Testleiter/innen die Athleten/innen ein (Arme hängen locker nach unten) um sie nach 60s Pause wiederum zu fixieren. Dabei wurde der Messgurt auf Höhe der Schulterblätter befestigt. Nach einer entsprechenden Pause erfolgte die Testung der isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur durch eine maximale Extension in Anlehnung an die Flexionstestung (siehe Abb. 16). Die Ergebnisse dieser Testung wurden in absoluten und relativen Maximalkraftwerten für die Rumpfflexoren (Bauch) und –extensoren (Rücken) angegeben. Die ICC Werte bei der beschriebenen Rumpfkrafttestung lagen bei den Athleten/innen des Schigymnasium Stams laut Raschner (2013) zwischen 0,94 und 0,98. (Raschner, 2013)

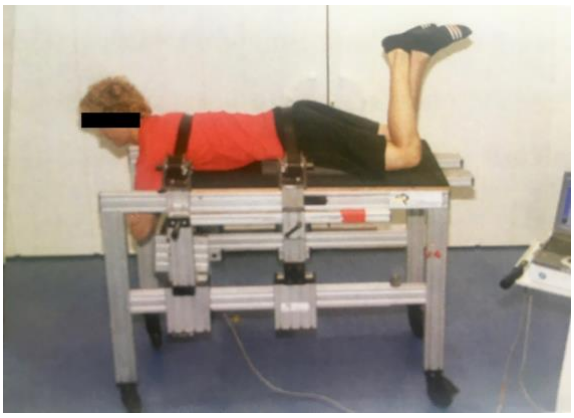


Abb. 16: Messung der Maximalkraft mittels ITT in Extension (Raschner, 2013)

### 2.5.3 Maximalkrafttest – Isometric Back Check Test

Da es sich in der vorliegenden Studie um eine Längsschnittuntersuchung handelt, kam es im Verlauf der Zeit zu einer Umstellung hinsichtlich der Testungen der isometrischen Maximalkraft des Rumpfes. Der zuvor verwendete Isometric Trunk Tester (ITT) wurde im Herbst 2006 durch den Isometric Back Check Test ersetzt.

Dieser Test wurde zur Feststellung der maximalen, isometrischen Kraftentfaltung der Bauch- und der Rückenmuskulatur angewendet. Auch hier lag die Messgenauigkeit bei 1N. Hierzu wurde der Back Check, durch die Mitarbeiter/innen des Instituts für Sportwissenschaft, modifiziert. Dieses funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip, wie das oben beschriebene Gerät zur Bestimmung der maximalen Beinstreckkraft. Die Athleten/innen standen in der Apparatur, wie in Abbildung 14 ersichtlich, und es wurde die maximale, isometrische Kraft gegen einen unüberwindbaren Widerstand ermittelt. Mittels Kraftmessdosen wurde diese quantifizierbar. Bei beiden Varianten der Testung war die Hüfte fixiert, was eine Flexion bzw. Extension oberhalb der Hüfte garantieren sollte. Bei beiden Testungen war der Ablauf derselbe. Nach einem eigenständigen Aufwärmprogramm wurde zunächst die Maximalkraft in Flexion (Bauchmuskulatur) getestet, um anschließend denselben Ablauf für die Extension (Rückenmuskulatur) durchzuführen. Für den ersten Versuch wurden die Probanden/innen wieder angewiesen, diesen mit zirka 80% der maximalen Kraft zu absolvieren. Die beiden darauffolgenden Versuche sollten mit der maximal möglichen, willentlichen Kraft ausgeführt werden. Gewertet wurde jeweils der beste Versuch. Von Bedeutung war hier, dass die Kraft kontinuierlich und nicht ruckartig auf die Polsterung erfolgte. Bei dieser Testung wurden die Ergebnisse ebenfalls in relativen und absoluten Kraftwerten angegeben. Laut Platzer et al. (2009) lag der ICC bei 0,96 für die Testung der Bauchmuskulatur und bei 0,97 für die Rückenmuskulatur. (Raschner et al., 2012).



Abb. 14: Apparatur zur Messung der maximalen Bauch- und Rückenkraft (Raschner, 2015)

### 2.5.4 Sprungkrafttest – Counter Movement Jump

Sämtliche Sprungkrafttestungen wurden mit Hilfe einer Kistler Kraftmessplatte (Kistler GmbH, Wien, Österreich) durchgeführt. Durch vier piezoelektrische Kraftmessdosen wurden die Bodenreaktionskräfte aufgenommen, welche durch einen Analog-Digitalwandler verstärkt wurden, um so Interferenzen zu vermeiden. Eine dreidimensionale Aufnahme der Messwerte ermöglichte die Errechnung des Impulses, der maximalen Kraft sowie der Sprunghöhe. Von den Athleten/innen wurden zwei Arten von Sprüngen, mit jeweils drei Versuchen, ausgeführt. Die Sprungarten umfassten den Counter Movement Jump (CMJ) sowie den Drop Jump (DJ). (Raschner et al., 2005)

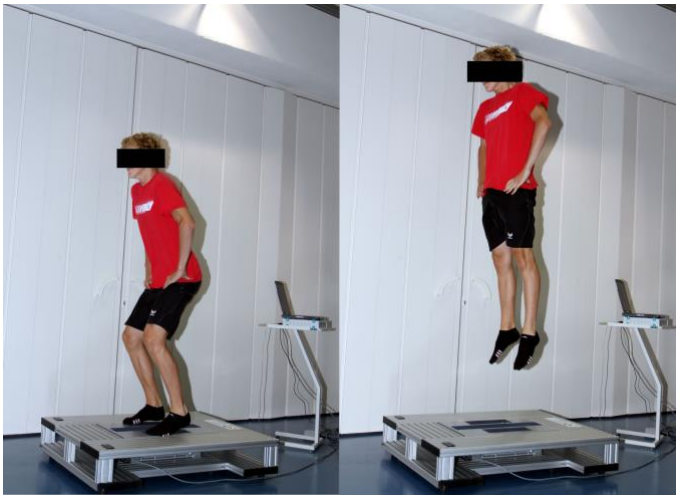


Abb.17. Ausführung eines CMJ (Raschner, 2015)

Die Ausgangsposition für den Counter Movement Jump stellte ein aufrechter Stand auf der Kraftmessplatte dar. Während die Probanden/innen ruhig auf der Platte standen, wurde die Gewichtskraft, auf 1N genau, eruiert. Die Bewegung wurde durch ein Tiefgehen, daher durch das Beugen im Hüft-, Knie- und Sprunggelenk, begonnen. Anschließen erfolgte der eigentliche Sprung durch ein schnelles Umkehren der Bewegung. Dies diente ebenfalls der Überprüfung der Fähigkeit zur Ausnützung der potenziellen Energie des Dehnungs-Verkürzungszyklus. Somit wurde diese Testung zur Feststellung der beidbeinigen explosiven Beinkraft durchgeführt. Während der gesamten Bewegungsausführung mussten die Hände seitlich in der Hüfte behalten werden. Diese durften folglich nicht zur Schwungerzeugung genutzt werden. Der höchste Sprung wurde gewertet, welcher sich mittels der Impuls-Moment Methode nach Linthorne (2001) errechnen ließ. Die Sprunghöhe wurde in Zentimeter angegeben und auf Millimeter exakt bestimmt. Die Reliabilität des Counter Movement Jumps auf einer Kraftmessplatte war als sehr hoch einzustufen. Der ICC wurde mit 0,96 bei weiblichen Athletinnen und 0,97 bei männlichen Athleten angeführt. (Raschner et al., 2005; Raschner et al., 2012)

### 2.5.5 Reaktivkrafttest – Drop Jump

Mit Hilfe dieses Tests wurde die reaktive Beinkraft der Athleten/innen überprüft. Hierzu wurde ein Podium mit einer Höhe von 40cm auf der Kistler Platte befestigt. Für die Probanden/innen galt es, sich in möglichst aufrechter Position auf die Kraftmessplatte fallen zu lassen. Darauffolgend sollten zwei möglichst hohe Sprünge, bei möglichst kurzer Bodenkontaktzeit, erfolgen. Die Athleten/innen waren angewiesen ein Durchschlagen der Ferse bei der Landung zu vermeiden. Bei diesem Sprung durften die Arme als Schwungelement verwendet werden. Anhand einer Division der berechneten Sprunghöhe mit 0,1cm Messgenauigkeit durch die ermittelte Bodenkontaktzeit in ms, wurde der Reaktivkraftindex als Messwert errechnet (Young, 1995). Mittels des Reaktivkraftindex kann die Fähigkeit der Probanden/innen, den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus schnell zu nutzen, bewertet werden (McMahon et al., 2018). Für diesen Test konnte ein ICC von 0,97 bei weiblichen Probandinnen sowie 0,92 bei männlichen Probanden nachgewiesen werden. (Raschner et al., 2005; Raschner et al., 2012)

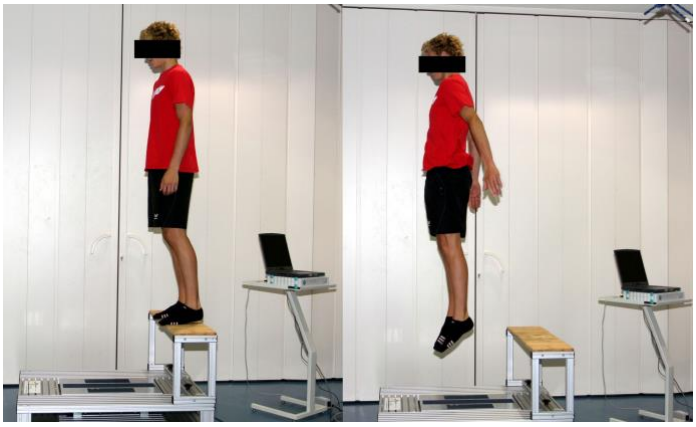


Abb. 18: Ausführung eines Drop Jumps (Raschner, 2015)

### 2.5.6 Sprungkoordinationstest – Gattertest

Bei diesem Test mussten die Athleten/innen einen standardisierten Sprungparcour in festgelegter Richtung mit vorgegebener Sprunganzahl schnellstmöglich bewältigen. Hierbei wurde die Agilität sowie Schnelligkeit erhoben. Dazu mussten 26 Sprünge, über Hürden mit der Höhe von 15-36cm, absolvierte werden. Die Athleten/innen wurden angewiesen, die Hüfte und Schultern die gesamte Zeit über in frontaler Richtung des Sprungparcours zu halten. Aufgrund der Anordnung des Parcours kam es somit zu Sprüngen nach vorne, nach hinten bzw. zur Seite. Hürden, welche quer zur Sprungrichtung ausgerichtet waren, galt es sowohl nach vorne als auch nach hinten zu überspringen. Bei längs zur Sprungrichtung ausgerichteten Hürden, musste nur die äußerste Hürde doppelt übersprungen werden. Alle Probanden/innen konnten zuerst zwei Aufwärmversuche absolvieren. Diesen folgten drei Wertungsversuche. Gewertet wurde die schnellste Zeit der drei Versuche. Als ungültig galt ein Versuch, wenn durch die Berührung einer Hürde, die Parcourform deutlich verändert wurde. Der Zeitpunkt des Starts konnte von den Athleten/innen selbst gewählt werden. Ab dem ersten Verlassen des Bodens bis zur Landung nach dem letzten Sprung, wurde die Zeit von zwei Zeitnehmer/innen gestoppt. Die Messung der Zeit erfolgte mittels konventionellen Handstoppuhren, wobei die erreichte Zeit auf Hundertstel genau angegeben wurde. Der ICC für diesen Test wurde mit 0,89 für die Damen und 0,91 für die Herren angegeben. (Raschner et al., 2005; Raschner et al., 2012)

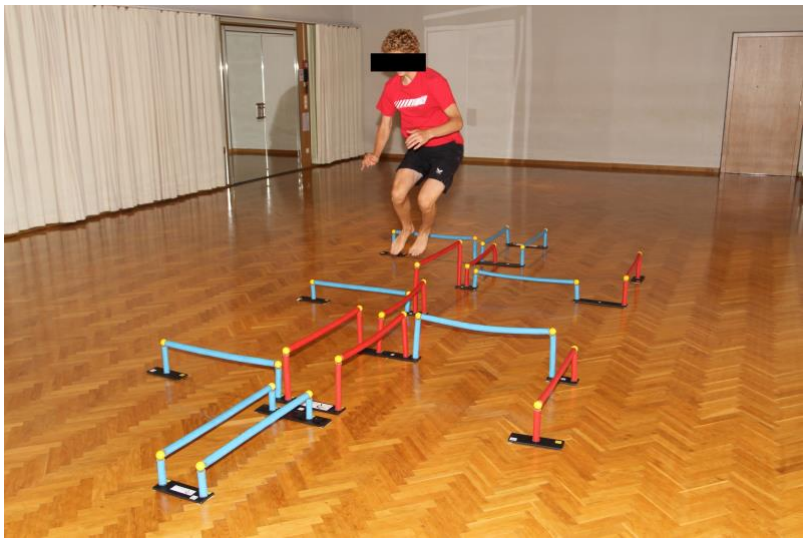


Abb. 19: Sprungparcours (Gattertest) aus frontaler Richtung (Raschner et al., 2015)

### 2.5.7 Gleichgewichtsfähigkeitstest – MFT S3 Check

Anhand des MFT S3 – Checks (TST Trend Sport Trading, Großhöflein, Austria) wurde die Gleichgewichtsfähigkeit der Athleten/innen ermittelt. Dieses Testgerät setzte sich aus einer instabilen, einachsigen, runden Platte zusammen. Durch diese werden Kippbewegungen über einen Sensor und der damit verbundenen Software analysiert bzw. erkennbar gemacht. Die Lageveränderungen der Plattform wurden vom Kippsensor mit einer Frequenz von 100Hz aufgenommen. Der Kippsensor arbeitete dabei in einem Bereich von 24° (12° pro Seite) Bewegungsfreiheit der Platte. Je nach Ausrichtung der Achse der Plattform erfolgte eine Testung parallel zur Sagittalebene des Körpers, oder parallel zur Frontalebene. Eine Ausrichtung der Achse der Platte parallel zur Sagittalebene des/der Athleten/in, ermöglichte ein Kippen der Plattform nach links und rechts. Folglich wurde von einer seitlichen bzw. rechts-links Testung gesprochen. Durch eine Drehung der Plattform um 90° konnte die Platte nach vorne und hinten kippen. Hier sprach man von einer Vorwärts-Rückwärts-Testung. Es galt als Ziel, die Platte möglichst horizontal zu halten, was bedeutete ein Kippen zur Seite oder nach vorne und hinten zu vermeiden. Für jede Bewegungsrichtung gab es je zwei 30s dauernde Versuche. Die Athleten/innen durften dabei keine Schuhe tragen und konnten ihre Arme in beliebiger Position halten. Der beste Versuch aus jeweils zwei Durchgängen wurde gewertet. Aus den ermittelten Daten wurde ein Index für die Sensomotorik, die Stabilisation und die Symmetrie in beiden Bewegungsrichtungen berechnet. Niedrigere Werte bedeuteten hierbei bessere Leistungen bei diesen Testungen und gaben Aufschluss auf das sensomotorische Gleichgwichtsniveau der Probanden/innen. Raschner et al. (2008) gaben an, dass der ICC eine gute bis exzellente Zuverlässigkeit aufwies. (Raschner et al., 2017)

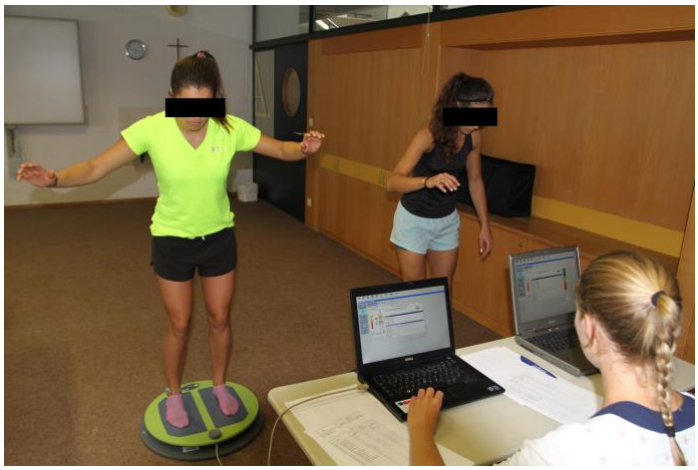


Abb. 20: Aufbau und Durchführung des S3 Checks (Raschner, 2015)

### 2.5.8 Kraftausdauertest – Kastentest

Der Kastentest diente der Bestimmung der anaeroben Ausdauer der Athleten/innen. Bei dieser Testung mussten die Athleten/innen innerhalb von 90s möglichst oft auf einen Turnkasten hinauf und wieder herunterspringen. Die Sprünge erfolgten barfuß und parallel zu einem 100cm langen und 30cm breiten Kasten. Die Höhe des Kastens wurde entsprechend der Länge des Unterschenkels der/des Athleten/in eingerichtet. Diese wurde im aufrechten Stand, vom Boden bis zur Unterkante der Patella, gemessen. Der Kasten befand sich am Boden und wurde anhand von zwei dünnen Turnmatten seitlich fixiert. Die Startrichtung konnte von dem/der Athleten/in selbst gewählt werden. Mit Beginn der ablaufenden 90s mussten die Probanden/innen dann seitlich auf den Kasten hinauf und auf der anderen Seite wieder hinunterspringen. Diese Bewegungsausführung erfolgte bis zum Ende der Zeit. Gezählt wurden die Berührungen der Füße oben auf dem Kasten, die in der vorgegebenen Zeit erzielt werden konnten. Der ICC für die Mädchen wurde bei dieser Testung mit 0,87 und für die Jungen mit 0,90 angeführt. (Brown & Wilkinson, 1983; Raschner et al., 2012)



Abb. 21: Ausführung des Kastentests (Melmer & Posch, 2014)

### 2.5.9 Ausdauertest – 12 Minuten Lauf nach Cooper

Der Cooper-Lauf wurde zur Bestimmung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit herangezogen. Hierbei galt es für die Athleten/innen innerhalb von 12min eine größtmögliche Strecke zurückzulegen. Die Distanz wurde in Metern gemessen und der Test erfolgte auf einer 400m langen Laufbahn. Nach Erteilen eines Pfeifsignals wurde der Cooper-Lauf gestartet. Das Pfeifsignal ertönte sowohl zu Beginn, als auch am Ende der 12 Minuten. Nach dem jeweiligen Ende einer Runde, wurden den Athleten/innen ihre Durchgangszeiten mitgeteilt. (Cooper, 1668; Ulrich, 2006)
Für den Test gaben Raschner et al. (2012) einen ICC von 0,93 für Damen und 0,94 für Herren an.

## 2.6 Statistische Analysen

Die gesamten Datensätze wurden aus der Datenbank im Excel-Format exportiert und somit zu einem Gesamtdatensatz zusammengefügt. Dies geschah anhand des Programms Microsoft Excel für Mac 2017. Die weitere statistische Analyse der Daten erfolgte mittels des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics 26.0.

Zur Überprüfung aller Daten bezüglich ihrer Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk Test angewandt. Der zuvor verwendete Isometric Trunk Tester (ITT) wurde durch den Isometric Back Check Test ersetzt. Um diese Testungen vergleichbar zu machen, wurden die Werte mittels z-Transformation bearbeitet und anschließend zusammengefügt.

Die Überprüfung der Zusammenhänge zwischen den ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten erfolgte mittels der Pearson Korrelation. Hierbei wurden die Korrelationen den Altersstufen (14, 15, 16, 17, 18 Jahre) entsprechend und aufgeteilt hinsichtlich ihres Geschlechts (weiblich und männlich), ermittelt.

Die Signifikanzniveaus wurden bei $p<0,05$ für signifikant und $p<0,01$ für hoch signifikant festgelegt.

Eine Einteilung hinsichtlich der Stärke der Korrelationen erfolgte nach Hopkins (2016) (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Ausprägungen der Korrelationen (Hopkins, 2016)

| Ausprägung | Korrelation (r) |
|---|---|
| keine | 0,000 |
| sehr schwach | 0,001-0,099 |
| schwach | 0,100-0,299 |
| mittel | 0,300-0,499 |
| stark | 0,500-0,699 |
| sehr stark | 0,700-0,899 |
| nahezu perfekt | 0,900-0,999 |
| perfekt | 1,000 |

# 3 Ergebnisse

## 3.1 Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten der Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Aufgrund der hohen Anzahl der Korrelationen wurden ausschließlich die (hoch-)signifikanten sehr starken bis mittleren Zusammenhänge, den Altersklassen entsprechend, beschrieben. Somit wurde auf die zusätzliche Erwähnung von nicht signifikanten Zusammenhängen sowie Korrelationen von geringer Ausprägung verzichtet. In Kapitel 3.3. (vgl. S. 140) sind diese jedoch für beide Geschlechter, über alle Altersstufen hinweg, ersichtlich. Die (hoch-)signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten von Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams, im Alter von 14 bis 18 Jahren, können aus den Tabellen 3 bis 7 entnommen werden. Zusätzlich wurden im Anhang alle festgestellten Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams inklusive der p-Werte dargestellt.

### Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 14-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-)signifikanten bzw. nicht signifikanten Zusammenhänge, wurden in Tabelle 3 (vgl. S. 98) ersichtlich gemacht.

Bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der Körpergröße mit dem Körpergewicht (r=0,569) sowie ein hochsignifikanter, mittlerer mit der absoluten isometrischen Maximalkraft der Bauch- (r=0,391) und Rückenmuskulatur (r=0,403) festgestellt werden. Des Weiteren

korrelierte die Körpergröße hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,425).

Für das Körpergewicht zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der Körpergröße (r=0,569). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang konnte zwischen Körpergewicht und Kraftausdauertest (r=-0,422) festgestellt werden. Das Körpergewicht der 14-jährigen Skirennläuferinnen hing weiters hochsignifikant, stark mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,523) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,390), Bauch- (r=0,372) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,424) zusammen.

Der BMI korreliert hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,450) und dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,443). Es ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des BMI mit dem Cooper-Lauf (r=-0,442) sowie ein signifikanter, mittlerer, inverser mit dem Kraftausdauertest (r=-0,314).

Der Cooper-Lauf hing hochsignifikant, mittel, invers mit dem BMI (r=-0,314) und signifikant, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,305) zusammen. Außerdem konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,344) sowie ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang mit dem Kraftausdauertest nachgewiesen werden (r=0,315).

Hinsichtlich des Kraftausdauertests wurde eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,495) sowie eine signifikante, mittlere mit dem Counter Movement Jump (CMJ) (r=0,320), der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,317), dem Cooper-Lauf (r=0,315) und dem Reaktivkraftindex (r=0,305) festgestellt. Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Körpergewicht (r=-0,422) und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,438). Ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Kraftausdauertests ergab sich mit dem BMI (r=-0,314).

Tabelle 3: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 Jahren

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 1 | ,569** | -0,114 | 0,257 | -,286* | 0,056 | 0,009 | -,425** | -0,065 | -0,129 | 0,319 | 0,219 | ,391** | ,403** | 0,05 | 0,095 |
| (2) | ,569** | 1 | ,750** | -0,193 | -,422** | 0,126 | ,390** | -,396** | -0,118 | -0,124 | 0,301 | ,523** | ,372** | ,424** | -0,166 | -0,105 |
| (3) | -0,114 | ,750** | 1 | -,442** | -,314* | 0,103 | ,450** | -0,152 | -0,094 | -0,056 | 0,101 | ,443** | 0,132 | 0,172 | -0,243 | -0,213 |
| (4) | 0,257 | -0,193 | -,442** | 1 | ,315* | -,305* | 0,097 | 0,246 | -0,033 | -0,007 | 0,025 | -0,021 | 0,238 | 0,194 | ,269* | ,344** |
| (5) | -,286* | -,422** | -,314* | ,315* | 1 | -,438** | 0,214 | ,495** | ,320* | ,305* | -0,269 | -0,295 | 0,035 | 0,064 | 0,257 | ,317* |
| (6) | 0,056 | 0,126 | 0,103 | -,305* | -,438** | 1 | -0,104 | -0,182 | -0,21 | -,552** | 0,119 | 0,084 | -,319* | -0,245 | -,525** | -,430** |
| (7) | 0,009 | ,390** | ,450** | 0,097 | 0,214 | -0,104 | 1 | ,686** | 0,221 | 0,1 | 0,223 | 0,318 | ,355** | ,457** | 0,041 | 0,15 |
| (8) | -,425** | -,396** | -0,152 | 0,246 | ,495** | -0,182 | ,686** | 1 | ,320* | 0,174 | -0,052 | -0,137 | 0,062 | 0,129 | 0,167 | 0,233 |
| (9) | -0,065 | -0,118 | -0,094 | -0,033 | ,320* | -0,21 | 0,221 | ,320* | 1 | 0,173 | -0,312 | 0,174 | 0,102 | 0,142 | 0,119 | 0,149 |
| (10) | -0,129 | -0,124 | -0,056 | -0,007 | ,305* | -,552** | 0,1 | 0,174 | 0,173 | 1 | 0,106 | -,387* | 0,143 | 0,241 | ,424** | ,470** |
| (11) | 0,319 | 0,301 | 0,101 | 0,025 | -0,269 | 0,119 | 0,223 | -0,052 | -0,312 | 0,106 | 1 | 0,204 | -0,093 | 0,209 | -,399* | -0,016 |
| (12) | 0,219 | ,523** | ,443** | -0,021 | -0,295 | 0,084 | 0,318 | -0,137 | 0,174 | -,387* | 0,204 | 1 | 0,136 | ,389* | -,339* | -0,007 |
| (13) | ,391** | ,372** | 0,132 | 0,238 | 0,035 | -,319* | ,355** | 0,062 | 0,102 | 0,143 | -0,093 | 0,136 | 1 | ,626** | ,704** | ,411** |
| (14) | ,403** | ,424** | 0,172 | 0,194 | 0,064 | -0,245 | ,457** | 0,129 | 0,142 | 0,241 | 0,209 | ,389* | ,626** | 1 | ,364** | ,775** |
| (15) | 0,05 | -0,166 | -0,243 | ,269* | 0,257 | -,525** | 0,041 | 0,167 | 0,119 | ,424** | -,399* | -,339* | ,704** | ,364** | 1 | ,558** |
| (16) | 0,095 | -0,105 | -0,213 | ,344** | ,317* | -,430** | 0,15 | 0,233 | 0,149 | ,470** | -0,016 | -0,007 | ,411** | ,775** | ,558** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Für den Sprungkoordinationstest zeigten sich durchwegs inverse Korrelation bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen. Der Sprungkoordinationstest korrelierte hochsignifikant, stark, invers mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,552) und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,525). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers hing der Sprungkoordinationstest mit dem Kraftausdauertest (r=-0,438) und der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=-0,430) zusammen. Des Weiteren zeigte sich eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation des Sprungkoordinationstests mit dem Cooper-Lauf (r=-0,305) und der absoluten isometrischen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,319).

Die absolute isometrische Maximalkraft der Beinmuskulatur hing hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,686) und hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten isometrischen Maximalkraft der Rücken- (r=0,457) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,355) zusammen. Außerdem konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem BMI (r=0,450) und dem Körpergewicht (r=0,390) festgestellt werden.

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,686) und ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem Kraftausdauertest (r=0,495). Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hing signifikant, im mittleren Bereich, mit dem CMJ (r=0,320) zusammen. Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich mit der Körpergröße (r=-0,425).

Der CMJ korrelierte signifikant, im mittleren Bereich, mit dem Kraftausdauertest (r=0,320) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,320).

Für den Reaktivkraftindex zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=0,470) und Bauchmuskulatur (r=0,424) sowie eine signifikante, mittlere mit dem Kraftausdauertest (r=0,305). Hochsignifikant, stark, invers korrelierte der Reaktivkraftindex mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,552) und signifikant, mittel, invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,387).

Der seitliche Sensomotorikindex hing signifikant, mittel, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,399) zusammen.

Für den Sensomotorikindex vor-rück ergaben sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der Körpergröße (r=0,523) und ein hochsignifikanter, mittlerer mit

dem BMI (r=0,443). Es zeigte sich außerdem eine signifikante, mittlere Korrelation des Sensomotorikindex vor-rück mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,389). Der Sensomotorikindex vor-rück hing signifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,387) und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,339) zusammen.

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen maximalen Kraft der Bauchmuskulatur (r=0,704) sowie hochsignifikant stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,626). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten isometrischen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,411), der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,355), der Körpergröße (r=0,391) und dem Körpergewicht (r=0,372). Des Weiteren konnte ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der absoluten isometrischen Maximalkraft der Bauchmuskulatur und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,319) festgestellt werden.

Hinsichtlich der absoluten isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,775) und eine hochsignifikante, starke mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauch- (r=0,364) bzw. Beinmuskulatur (r=0,457), der Körpergröße (r=0,403) und dem Körpergewicht (r=0,424). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,389) festgestellt werden.

Für die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,704), eine hochsignifikante, starke mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,558) sowie eine hochsignifikante, starke, inverse mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,525). Hochsignifikant im mittleren Bereich hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,364) und dem Reaktivkraftindex (r=0,424) zusammen. Des Weiteren korrelierte die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur signifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=-0,399) und dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,339).

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,775) und hochsignifikant stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,588) zusammen. Außerdem zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,411), dem Reaktivkraftindex (r=0,470) und dem Cooper-Lauf (r=0,344). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte mit dem Kraftausdauertest (r=0,317) festgestellt werden. Außerdem hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Sprungkoordinationstest zusammen (r=-0,430).

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 15-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Die vollständigen (hoch-)signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 4 (vgl. S. 101) entnommen werden.

Die Körpergröße der 15-jährigen Skirennläuferinnen hing hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,638) zusammen. Des Weiteren konnte eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt werden (r=-0,369).

Das Körpergewicht korrelierte hochsignifikant, stark mit der Körpergröße (r=0,638). Weiters zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,388) sowie Bauchmuskulatur (r=0,391), dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,352) und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,322). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts konnte mit dem Kraftausdauertest (r=-0,373) nachgewiesen werden.

Für den BMI konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,346) bzw. Beinmuskulatur (r=0,334) festgestellt werden.

Der Cooper-Lauf wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,366), dem Kraftausdauertest (r=0,331) und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,320) auf.

Hinsichtlich des Kraftausdauertests konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,427), dem CMJ (r=0,400) und dem Cooper-Lauf (r=0,331) festgestellt werden. Des Weiteren zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation des Kraftausdauertests mit der Körpergröße (r=-0,373) sowie eine signifikante, mittlere, inverse mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,345).

Tabelle 4: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen im Alter von 15 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,638** | -0,023 | 0,188 | -,286* | 0,063 | 0,101 | -,369** | -0,07 | -0,081 | 0,151 | 0,267 | 0,2 | ,248* | -0,07 | -0,021 |
| (2) | r | ,638** | 1 | x | -0,105 | -,373** | -0,021 | ,322** | x | -0,18 | -0,17 | ,352* | 0,303 | ,391** | ,388** | x | x |
| (3) | r | -0,023 | x | 1 | -,295** | -,235* | -0,092 | ,334** | x | -0,17 | -0,146 | 0,297 | 0,148 | ,346** | ,290* | x | x |
| (4) | r | 0,188 | -0,105 | -,295** | 1 | ,331** | -0,081 | ,320** | ,366** | 0,111 | 0,14 | -0,05 | 0,041 | 0,129 | ,259* | 0,132 | 0,22 |
| (5) | r | -,286* | -,373** | -,235* | ,331** | 1 | -,251* | 0,173 | ,427** | ,400** | ,291* | 0,076 | -,345* | -0,053 | -0,015 | 0,116 | 0,142 |
| (6) | r | 0,063 | -0,021 | -0,092 | -0,081 | -,251* | 1 | 0,146 | 0,171 | -0,035 | -,492** | 0,23 | -0,049 | -,327** | -,390** | -,411** | -,495** |
| (7) | r | 0,101 | ,322** | ,334** | ,320** | 0,173 | 0,146 | 1 | ,710** | ,348** | 0,024 | 0,185 | 0,175 | ,308** | ,259* | 0,128 | 0,046 |
| (8) | r | -,369** | x | x | ,366** | ,427** | 0,171 | ,710** | 1 | ,472** | 0,158 | -0,166 | -0,125 | -0,005 | -0,041 | 0,121 | 0,049 |
| (9) | r | -0,07 | -0,18 | -0,17 | 0,111 | ,400** | -0,035 | ,348** | ,472** | 1 | ,296** | -0,006 | -,363* | 0,022 | -0,013 | 0,054 | -0,017 |
| (10) | r | -0,081 | -0,17 | -0,146 | 0,14 | ,291* | -,492** | 0,024 | 0,158 | ,296** | 1 | -0,088 | -0,125 | 0,177 | 0,196 | ,281* | ,361** |
| (11) | r | 0,151 | ,352* | 0,297 | -0,05 | 0,076 | 0,23 | 0,185 | -0,166 | -0,006 | -0,088 | 1 | 0,103 | -0,071 | 0,298 | -0,283 | 0,067 |
| (12) | r | 0,267 | 0,303 | 0,148 | 0,041 | -,345* | -0,049 | 0,175 | -0,125 | -,363* | -0,125 | 0,103 | 1 | 0,207 | ,368* | 0,064 | 0,179 |
| (13) | r | 0,2 | ,391** | ,346** | 0,129 | -0,053 | -,327** | ,308** | -0,005 | 0,022 | 0,177 | -0,071 | 0,207 | 1 | ,605** | ,891** | ,392** |
| (14) | r | ,248* | ,388** | ,290* | ,259* | -0,015 | -,390** | ,259* | -0,041 | -0,013 | 0,196 | 0,298 | ,368* | ,605** | 1 | ,445** | ,848** |
| (15) | r | -0,07 | x | x | 0,132 | 0,116 | -,411** | 0,128 | 0,121 | 0,054 | ,281* | -0,283 | 0,064 | ,891** | ,445** | 1 | ,438** |
| (16) | r | -0,021 | x | x | 0,22 | 0,142 | -,495** | 0,046 | 0,049 | -0,017 | ,361** | 0,067 | 0,179 | ,392** | ,848** | ,438** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Der Sprungkoordinationstest wies durchwegs inverse Korrelationen bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen auf. Es zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=-0,495) sowie Bauchmuskulatur (r=-0,411), der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=-0,390) bzw. Bauchmuskulatur (r=-0,327) und dem Reaktivkraftindex (r=-0,492).

Für die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,720) sowie eine hochsignifikante, mittlere mit dem CMJ (r=0,348), dem BMI (r=0,334), dem Körpergewicht (r=0,322), dem Cooper-Lauf (r=0,320) und der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,308).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,720) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem CMJ (r=0,472), dem Kraftausdauertest (r=0,427;) und dem Cooper-Lauf (r=0,366). Es zeigte sich außerdem eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße (r=-0,369).

Der CMJ hing hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,472), dem Kraftausdauertest (r=0,400) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,348) zusammen. Des Weiteren konnte ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des CMJ mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,363) festgestellt werden.

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Reaktivkraftindex wurde mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,361) nachgewiesen. Außerdem korrelierte der Reaktivkraftindex hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,492).

Der seitliche Sensomotorikindex hing signifikant, mittel mit dem Körpergewicht (r=0,352) zusammen.

Für den Sensomotorikindex vor-rück zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,368). Des Weiteren korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück signifikant, mittel, invers mit dem CMJ (r=-0,363) und dem Kraftausdauertest (r=-0,345).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,891) sowie hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,605) zusammen. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,392), dem Körpergewicht (r=0,391), dem BMI (r=0,346) und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,308). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur zeigte sich mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,327).

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,848) und ein hochsignifikanter, starker mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,605). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,445) und dem Körpergewicht (r=0,388) zusammen. Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte signifikant, mittel mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,368). Des Weiteren konnte eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,390) festgestellt werden.

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,891) zusammen. Außerdem zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der absoluten (r=0,445) bzw. der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,438). Es konnte eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,411) nachgewiesen werden.

Bezüglich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich, dass diese hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte (r=0,891). Außerdem hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der absoluten (r=0,392) sowie relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,438) zusammen. Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex (r=0,361) und einen hochsignifikanten, mittleren, inversen mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,495) auf.

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 16-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams**

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-)signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge wurden in Tabelle 5 (vgl. S. 106) ersichtlich gemacht.

Bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der Körpergröße mit dem Körpergewicht (r=0,557) und eine hochsignifikante, mittlere mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,437).

Das Körpergewicht hing hochsignifikant, stark mit der Körpergröße (r=0,557) zusammen. Hochsignifikant, im schwachen Bereich korrelierte das Körpergewicht mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,294). Außerdem konnte ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,377) nachgewiesen werden. Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation des Körpergewichts zeigte sich mit dem Kraftausdauertest (r=-0,433).

Der BMI korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Cooper-Lauf (r=-0,433).

Für den Cooper-Lauf konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem Kraftausdauertest (r=0,371) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,320) festgestellt werden. Außerdem zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang mit dem BMI (r=-0,433).

Der Kraftausdauertest der 16-jährigen Skirennläuferinnen hing hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,446) und dem Cooper-Lauf (r=0,371) zusammen. Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,459) und dem Körpergewicht (r=-0,433).

Hinsichtlich des Sprungkoordinationstests zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,411).

Tabelle 5: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen im Alter von 16 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,557** | -0,152 | 0,091 | -,265* | 0,118 | 0,069 | -,290** | -0,037 | -0,071 | -0,009 | ,437** | 0,09 | 0,216 | -0,136 | -0,016 |
| (2) | r | ,557** | 1 | x | -,294* | -,433** | 0,061 | 0,207 | x | -0,16 | -0,146 | 0,094 | ,377* | ,277* | ,294** | x | x |
| (3) | r | -0,152 | ,735** | 1 | -,433** | -,296** | -0,032 | 0,187 | x | -0,159 | -0,106 | 0,101 | 0,043 | ,248* | 0,167 | 0,006 | -0,123 |
| (4) | r | 0,091 | -,294* | -,433** | 1 | ,371** | 0,015 | 0,155 | ,320** | 0,173 | 0,197 | -0,059 | -0,004 | 0,144 | 0,14 | 0,225 | 0,215 |
| (5) | r | -,265* | -,433** | -,296** | ,371** | 1 | -,276* | 0,202 | ,446** | ,274* | ,290* | -0,079 | -,459** | -0,026 | -0,031 | 0,145 | 0,146 |
| (6) | r | 0,118 | 0,061 | -0,032 | 0,015 | -,276* | 1 | 0,142 | 0,098 | -0,083 | -,411** | 0,148 | 0,294 | -0,02 | -0,062 | -0,142 | -,230* |
| (7) | r | 0,069 | 0,207 | 0,187 | 0,155 | 0,202 | 0,142 | 1 | ,779** | ,539** | 0,207 | -0,05 | -0,091 | ,332** | ,372** | 0,185 | 0,187 |
| (8) | r | -,290** | x | x | ,320** | ,446** | 0,098 | ,779** | 1 | ,588** | ,276* | -0,148 | -,452** | 0,122 | 0,144 | 0,217 | ,230* |
| (9) | r | -0,037 | -0,16 | -0,159 | 0,173 | ,274* | -0,083 | ,539** | ,588** | 1 | ,300** | -0,103 | -0,253 | 0,169 | 0,116 | 0,182 | 0,124 |
| (10) | r | -0,071 | -0,146 | -0,106 | 0,197 | ,290* | -,411** | 0,207 | ,276* | ,300** | 1 | -0,209 | -,365* | 0,076 | 0,141 | 0,21 | ,301** |
| (11) | r | -0,009 | 0,094 | 0,101 | -0,059 | -0,079 | 0,148 | -0,05 | -0,148 | -0,103 | -0,209 | 1 | 0,258 | -0,181 | -0,063 | -0,252 | -0,166 |
| (12) | r | ,437** | ,377* | 0,043 | -0,004 | -,459** | 0,294 | -0,091 | -,452** | -0,253 | -,365* | 0,258 | 1 | 0,022 | 0,183 | -0,221 | -0,107 |
| (13) | r | 0,09 | ,277* | ,248* | 0,144 | -0,026 | -0,02 | ,332** | 0,122 | 0,169 | 0,076 | -0,181 | 0,022 | 1 | ,648** | ,904** | ,496** |
| (14) | r | 0,216 | ,294** | 0,167 | 0,14 | -0,031 | -0,062 | ,372** | 0,144 | 0,116 | 0,141 | -0,063 | 0,183 | ,648** | 1 | ,503** | ,863** |
| (15) | r | -0,136 | x | x | 0,225 | 0,145 | -0,142 | 0,185 | 0,217 | 0,182 | 0,21 | -0,252 | -0,221 | ,904** | ,503** | 1 | ,545** |
| (16) | r | -0,016 | x | x | 0,215 | 0,146 | -,230* | 0,187 | ,230* | 0,124 | ,301** | -0,166 | -0,107 | ,496** | ,863** | ,545** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Für die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur konnte ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,779) und ein hochsignifikanter, starker mit dem CMJ (r=0,539) festgestellt werden. Außerdem korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,372) sowie Bauchmuskulatur (r=0,332).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,779) sowie hochsignifikant, stark mit dem CMJ (r=0,588) zusammen. Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich mit dem Kraftausdauertest (r=0,446) und dem Cooper-Lauf (r=0,320). Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,452) festgestellt werden.

Der CMJ der 16-jährigen Skirennläuferinnen korrelierte hochsignifikant, stark mit der relativen (r=0,588) als auch absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,539). Zusätzlich konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des CMJ mit dem Reaktivkraftindex (r=0,300) nachgewiesen werden.

Für den Reaktivkraftindex zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,301) und dem CMJ (r=0,300). Weiters hing der Reaktivkraftindex hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,411) sowie signifikant, mittel, invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück zusammen (r=-365) zusammen.

Der Sensomotorikindex vor-rück korrelierte hochsignifikant, mittel, mit der Körpergröße (r=0,437) sowie signifikant mit dem Körpergewicht (r=0,377). Außerdem zeigten sich hochsignifikante, mittlere, inverse Zusammenhänge des Sensomotorikindex vor-rück mit dem Kraftausdauertest (r=-0,459) und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,452). Der Sensomotorikindex vor-rück hing signifikant, mittel, invers mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,365) zusammen.

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte ein hochsignifikanter, nahezu perfekter Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,904) sowie ein hochsignifikanter, starker mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,648) festgestellt werden. Es zeigte sich außerdem eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der

Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,496), und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,332).

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,863) zusammen. Des Weiteren wurde eine hochsignifikante, starke Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten (r=0,648) sowie relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,503) festgestellt. Zusätzlich korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,372).

Bezüglich der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur zeigte sich ein hochsignifikanter, nahezu perfekter Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,904) sowie ein hochsignifikanter, starker mit der absoluten (r=0,503) bzw. relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,545).

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft de Rückenmuskulatur (r=0,863) sowie hochsignifikant stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,545). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,496) und dem Reaktivkraftindex (r=0,301).

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 17-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 6 (vgl. S. 110) entnommen werden.

Bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen hing die Körpergröße hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,570) zusammen. Des Weiteren zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der Körpergröße mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,366).

Für das Körpergewicht konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der Körpergröße (r=0,570) nachgewiesen werden. Das Körpergewicht hing hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,467;) sowie der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,320) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,309) zusammen. Außerdem korrelierte das Körpergewicht hochsignifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,354).

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten (r=0,353) sowie relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,379) und dem Kraftausdauertest (r=0,314). Außerdem konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,348) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,323) und der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=0,375) sowie Bauchmuskulatur (r=0,355) festgestellt werden.

Für den Kraftausdauertest ergaben sich hochsignifikante, mittlere Korrelationen mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,358), dem CMJ (r=0,357), dem Cooper-Lauf (r=0,314) und dem Reaktivkraftindex (r=0,312). Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem Körpergewicht (r=-0,345) und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,304) nachgewiesen werden. Signifikant, mittel, invers korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,352).

Tabelle 6: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen im Alter von 17 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,570** | -0,107 | 0,127 | -,269* | 0,131 | 0,101 | -,278* | -0,015 | -0,194 | 0,122 | ,366* | 0,157 | ,295** | -0,111 | 0,01 |
| (2) | r | ,570** | 1 | x | -0,086 | -,354** | 0,107 | ,260* | x | -0,145 | -,251* | 0,158 | ,467** | ,320** | ,309** | x | x |
| (3) | r | -0,107 | x | 1 | -0,212 | -0,221 | 0,03 | ,222* | x | -0,164 | -0,146 | 0,078 | 0,237 | ,250* | 0,126 | x | x |
| (4) | r | 0,127 | -0,086 | -0,212 | 1 | ,314** | -0,115 | ,353** | ,379** | 0,185 | 0,033 | -0,008 | 0,068 | ,323** | ,348** | ,355** | ,375** |
| (5) | r | -,269* | -,354** | -0,221 | ,314** | 1 | -,304** | 0,145 | ,358** | ,357** | ,312** | 0,037 | -,352* | 0,091 | -0,077 | ,261* | 0,121 |
| (6) | r | 0,131 | 0,107 | 0,03 | -0,115 | -,304** | 1 | 0,081 | 0,009 | -0,128 | -,540** | 0,256 | 0,105 | 0,039 | -0,128 | -0,103 | -,313** |
| (7) | r | 0,101 | ,260* | ,222* | ,353** | 0,145 | 0,081 | 1 | ,766** | ,441** | 0,059 | -0,021 | 0,25 | ,453** | ,369** | ,292** | 0,138 |
| (8) | r | -,278* | x | x | ,379** | ,358** | 0,009 | ,766** | 1 | ,498** | 0,213 | -0,176 | -0,165 | 0,222 | 0,146 | ,339** | ,241* |
| (9) | r | -0,015 | -0,145 | -0,164 | 0,185 | ,357** | -0,128 | ,441** | ,498** | 1 | ,296** | 0,028 | -0,123 | ,233* | 0,112 | ,270* | 0,105 |
| (10) | r | -0,194 | -,251* | -0,146 | 0,033 | ,312** | -,540** | 0,059 | 0,213 | ,296** | 1 | -,294* | -,291* | -0,079 | 0,018 | 0,082 | ,255* |
| (11) | r | 0,122 | 0,158 | 0,078 | -0,008 | 0,037 | 0,256 | -0,021 | -0,176 | 0,028 | -,294* | 1 | ,373** | 0,199 | 0 | 0,133 | -0,164 |
| (12) | r | ,366* | ,467** | 0,237 | 0,068 | -,352* | 0,105 | 0,25 | -0,165 | -0,123 | -,291* | ,373** | 1 | 0,11 | ,368* | -0,135 | 0,002 |
| (13) | r | 0,157 | ,320** | ,250* | ,323** | 0,091 | 0,039 | ,453** | 0,222 | ,233* | -0,079 | 0,199 | 0,11 | 1 | ,599** | ,892** | ,383** |
| (14) | r | ,295** | ,309** | 0,126 | ,348** | -0,077 | -0,128 | ,369** | 0,146 | 0,112 | 0,018 | 0 | ,368* | ,599** | 1 | ,445** | ,839** |
| (15) | r | -0,111 | x | x | ,355** | ,261* | -0,103 | ,292** | ,339** | ,270* | 0,082 | 0,133 | -0,135 | ,892** | ,445** | 1 | ,463** |
| (16) | r | 0,01 | x | x | ,375** | 0,121 | -,313** | 0,138 | ,241* | 0,105 | ,255* | -0,164 | 0,002 | ,383** | ,839** | ,463** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, stark invers mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,540) sowie hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=-0,313) und dem Kraftausdauertest (r=-0,304) zusammen.

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,766) sowie eine hochsignifikante, mittlere mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,453) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,369), dem CMJ (r=0,441) und dem Cooper-Lauf (r=0,353).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,766). Des Weiteren hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, mittel mit dem CMJ (r=0,498), dem Cooper-Lauf (r=0,379), dem Kraftausdauertest (r=0,358) und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,399) zusammen.

Der CMJ hing hochsignifikant, mittel mit der relativen (r=0,498) bzw. absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,441) und dem Kraftausdauertest (r=0,357) zusammen.

Hinsichtlich des Reaktivkraftindex zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit dem Kraftausdauertest (r=0,312). Außerdem hing der Reaktivkraftindex hochsignifikant, stark, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,540) zusammen.

Der seitliche Sensomotorikindex korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,373).

Für den Sensomotorikindex vor-rück konnten hochsignifikante, mittlere Korrelationen mit dem Körpergewicht (r=0,467) und dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,373) nachgewiesen werden. Der Sensomotorikindex vor-rück wies einen signifikanten, mittleren Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,368) und der Körpergröße (r=0,366) auf. Des Weiteren hing der Sensomotorikindex vor-rück signifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,352) zusammen.

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,892) und hochsignifikant,

stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,599). Außerdem konnten hochsignifikante, mittlere Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,453), der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,383), dem Cooper-Lauf (r=0,323) und dem Körpergewicht (r=0,320) festgestellt werden.

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,893) und hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,599). Des Weiteren wies die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,445), der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,369), dem Cooper-Lauf (r=0,348) und dem Körpergewicht (r=0,309) auf. Eine signifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,368).

Für die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,892). Weitere hochsignifikante, mittlere Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnten mit der absoluten (r=0,445) bzw. relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,463), dem Cooper-Lauf (r=355) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,339) nachgewiesen werden.

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte einen hochsignifikanten, sehr starken Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,839). Des Weiteren hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, mittel mit dem Cooper-Lauf (r=375) und der absoluten (r=0,383) sowie relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,463) zusammen. Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing außerdem hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,313) zusammen.

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 18-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams**

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge wurden in Tabelle 7 (vgl. S. 115) ersichtlich gemacht.

Die Körpergröße der 18-jährigen Skirennläuferinnen korrelierte hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,608) und hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,356). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der Körpergröße ergab sich mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,344).

Hinsichtlich des Körpergewichts zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der Körpergröße (r=0,608) und dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,530). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte das Körpergewicht mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,368). Die Körpergröße hing außerdem hochsignifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,401) zusammen.

Für den BMI konnte eine signifikante, mittlere Korrelation mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,380) nachgewiesen werden. Ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des BMI ergab sich mit dem Kraftausdauertest (r=-0,319).

Der Cooper-Lauf hing hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,512) sowie hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,433) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,381) und der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,477) zusammen. Des Weiteren korrelierte der Cooper-Lauf hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen (r=0,461) und absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,344). Es zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem Kraftausdauertest (r=0,319).

Für den Kraftausdauertest konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,368) und eine signifikante, mittlere mit dem Cooper-Lauf (r=0,319) festgestellt werden. Der Kraftausdauertest korrelierte außerdem hochsignifikant, stark, invers mit dem Sensomotorikindex

vor-rück (r=-0,542) sowie hochsignifikant, mittel, invers dem Sprungkoordinationstest (r=-0,381) und dem Körpergewicht (r=-0,401). Ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Kraftausdauertests ergab sich mit dem BMI (r=-0,319).

Der Sprungkoordinationstest wies bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,432) und dem Kraftausdauertest (r=-0,381) auf.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,813) zusammen. Des Weiteren konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,506) festgestellt werden. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,478), dem CMJ (r=0,401) und dem Cooper-Lauf (r=0,344) zusammen. Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte außerdem signifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,325) und dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,397).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur wurde eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,813) nachgewiesen. Weitere hochsignifikante, mittlere Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergaben sich mit dem Cooper-Lauf (r=0,461), der relativen Maximalkraft der Bauch- (r=0,437) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,377), dem CMJ (r=0,431) und der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,358). Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte außerdem signifikant, mittel mit dem Reaktivkraftindex (r=0,311).

Tabelle 7: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläuferinnen im Alter von 18 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,608** | -0,092 | 0,007 | -0,219 | 0,198 | 0,133 | -0,23 | 0,039 | -0,166 | 0,145 | ,344* | 0,101 | ,356** | -0,237 | 0,066 |
| (2) | r | ,608** | 1 | ,734** | -0,211 | -,401** | 0,226 | ,293* | -,315* | -0,057 | -0,228 | 0,282 | ,530** | 0,214 | ,368** | -0,216 | -0,086 |
| (3) | r | -0,092 | ,734** | 1 | -,266* | -,319* | 0,118 | ,259* | -0,194 | -0,089 | -0,144 | 0,25 | ,380* | 0,183 | 0,16 | -0,072 | -0,166 |
| (4) | r | 0,007 | -0,211 | -,266* | 1 | ,319* | -0,038 | ,344** | ,461** | 0,104 | 0,006 | 0,015 | 0,013 | ,433** | ,381** | ,512** | ,477** |
| (5) | r | -0,219 | -,401** | -,319* | ,319* | 1 | -,381** | 0 | 0,23 | 0,215 | 0,227 | -0,116 | -,542** | 0,143 | -0,007 | ,368** | 0,208 |
| (6) | r | 0,198 | 0,226 | 0,118 | -0,038 | -,381** | 1 | 0,167 | 0,034 | -0,109 | -,432** | 0,051 | -0,017 | 0,06 | 0,089 | -0,118 | -0,078 |
| (7) | r | 0,133 | ,293* | ,259* | ,344** | 0 | 0,167 | 1 | ,813** | ,401** | 0,178 | 0,287 | ,397* | ,478** | ,506** | ,295* | ,325* |
| (8) | r | -0,23 | -,315* | -0,194 | ,461** | 0,23 | 0,034 | ,813** | 1 | ,431** | ,311* | 0,036 | -0,051 | ,358** | ,282* | ,437** | ,377** |
| (9) | r | 0,039 | -0,057 | -0,089 | 0,104 | 0,215 | -0,109 | ,401** | ,431** | 1 | ,373** | -0,027 | -0,085 | 0,171 | 0,068 | 0,138 | 0,041 |
| (10) | r | -0,166 | -0,228 | -0,144 | 0,006 | 0,227 | -,432** | 0,178 | ,311* | ,373** | 1 | -0,242 | -0,158 | 0,054 | -0,021 | 0,219 | 0,145 |
| (11) | r | 0,145 | 0,282 | 0,25 | 0,015 | -0,116 | 0,051 | 0,287 | 0,036 | -0,027 | -0,242 | 1 | 0,253 | 0,154 | 0,305 | -0,009 | 0,156 |
| (12) | r | ,344* | ,530** | ,380* | 0,013 | -,542** | -0,017 | ,397* | -0,051 | -0,085 | -0,158 | 0,253 | 1 | -0,04 | 0,208 | -,324* | -0,165 |
| (13) | r | 0,101 | 0,214 | 0,183 | ,433** | 0,143 | 0,06 | ,478** | ,358** | 0,171 | 0,054 | 0,154 | -0,04 | 1 | ,614** | ,881** | ,463** |
| (14) | r | ,356** | ,368** | 0,16 | ,381** | -0,007 | 0,089 | ,506** | ,282* | 0,068 | -0,021 | 0,305 | 0,208 | ,614** | 1 | ,367** | ,869** |
| (15) | r | -0,237 | -0,216 | -0,072 | ,512** | ,368** | -0,118 | ,295* | ,437** | 0,138 | 0,219 | -0,009 | -,324* | ,881** | ,367** | 1 | ,432** |
| (16) | r | 0,066 | -0,086 | -0,166 | ,477** | 0,208 | -0,078 | ,325* | ,377** | 0,041 | 0,145 | 0,156 | -0,165 | ,463** | ,869** | ,432** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Der CMJ hing hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen (r=0,431) bzw. absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,401) und dem Reaktivkraftindex (r=0,373) zusammen.

Für den Reaktivkraftindex zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem CMJ (r=0,373) sowie eine hochsignifikante, mittlere, inverse mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,432). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Reaktivkraftindex wurde mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,311) festgestellt.

Der Sensomotorikindex vor-rück korrelierte hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,530) sowie hochsignifikant, stark invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,542). Des Weiteren konnten signifikante, mittlere Zusammenhänge des Sensomotorikindex vor-rück mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,397), dem BMI (r=0,380) und der Körpergröße (r=0,344) nachgewiesen werden. Der Sensomotorikindex vor-rück korrelierte außerdem signifikant, im mittleren Bereich, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,324).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur wies eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,881) sowie eine hochsignifikante, starke mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,614) auf. Es zeigte sich des Weiteren ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der absoluten (r=0,478) bzw. relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,358), der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,463) und dem Cooper-Lauf (r=0,433).

Für die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,869) sowie eine hochsignifikante, starke mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,614) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,506) nachgewiesen werden. Außerdem korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Cooper-Lauf (r=0,381), der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,367), dem Körpergewicht (r=0,368) und der Körpergröße (r=0,356).

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,881) und hochsignifikant, stark mit dem Cooper-Lauf (r=0,512) zusammen. Es zeigten sich weitere hochsignifikante,

mittlere Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=0,432) bzw. Beinmuskulatur (r=0,437), der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,367) und dem Kraftausdauertest (r=0,368).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,869). Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der relativen Maximalkraft der Bauch- (r=0,432) bzw. Beinmuskulatur (r=0,377), der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,463) und dem Cooper-Lauf (r=0,477) zusammen. Eine signifikante, mittlere Korrelation der relativen Bauchmuskulatur konnte mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,325) festgestellt werden.

## 3.2 Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern des Schigymnasium Stams

In weiterer Folge werden die Ergebnisse der Zusammenhangsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten der Skirennläufer des Schigymnasium Stams dargestellt. Aufgrund der hohen Anzahl der Korrelationen wurden ausschließlich die (hoch-)signifikanten sehr starken bis mittleren Zusammenhänge, den Altersklassen entsprechend, beschrieben. Somit wurde auf eine zusätzliche Erwähnung von nicht signifikanten Zusammenhängen sowie Korrelationen von geringer Ausprägung verzichtet. In Kapitel 3.3. (vgl. S. 140) sind diese jedoch für beide Geschlechter, über alle Altersstufen hinweg, ersichtlich. Die (hoch-)signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten von Skirennläufern des Schigymnasium Stams, im Alter von 14 bis 18 Jahren, können aus den Tabellen 8 bis 12 entnommen werden. Zusätzlich wurden im Anhang alle festgestellten Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern des Schigymnasium Stams inklusive der p-Werte dargestellt.

### Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 14-jährigen Skirennläufer des Schigymnasium Stams

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 14-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-)signifikanten bzw. nicht signifikanten Zusammenhänge, wurden in Tabelle 8 (vgl. S. 119) ersichtlich gemacht.

Bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation der Körpergröße mit dem Körpergewicht (r=0,805), eine hochsignifikante, starke mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,505) sowie eine hochsignifikante, mittlere mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,447) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,359) und dem BMI (r=0,357) festgestellt werden. Die Körpergröße korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,412).

Tabelle 8: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern im Alter von 14 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,805** | ,357** | -0,211 | -,412** | 0,198 | ,505** | -,252* | 0,134 | 0,145 | 0,259 | 0,179 | ,359** | ,447** | -0,171 | -0,042 |
| (2) | r | ,805** | 1 | x | -,270* | -,287* | 0,019 | ,722** | x | 0,108 | 0,172 | 0,22 | 0,116 | ,580** | ,685** | x | x |
| (3) | r | ,357** | x | 1 | -,239* | -0,074 | -0,145 | ,658** | x | 0,042 | 0,138 | 0,122 | 0,011 | ,587** | ,658** | x | x |
| (4) | r | -0,211 | -,270* | -,239* | 1 | 0,213 | 0,112 | -0,024 | ,272* | 0,2 | 0,042 | 0,007 | -0,184 | -0,107 | -0,122 | 0,011 | 0,026 |
| (5) | r | -,412** | -,287* | -0,074 | 0,213 | 1 | -,494** | -0,081 | ,241* | 0,063 | ,248* | -0,295 | -0,187 | -0,033 | -0,096 | 0,213 | 0,098 |
| (6) | r | 0,198 | 0,019 | -0,145 | 0,112 | -,494** | 1 | -0,051 | -0,101 | -0,033 | -,507** | ,383** | 0,251 | -0,217 | -,230* | -,300** | -,312** |
| (7) | r | ,505** | ,722** | ,658** | -0,024 | -0,081 | -0,051 | 1 | ,568** | ,373** | 0,21 | 0,158 | 0,171 | ,518** | ,628** | 0,019 | 0,101 |
| (8) | r | -,252* | x | x | ,272* | ,241* | -0,101 | ,568** | 1 | ,422** | 0,096 | -0,073 | 0,111 | 0,046 | 0,095 | 0,069 | 0,085 |
| (9) | r | 0,134 | 0,108 | 0,042 | 0,2 | 0,063 | -0,033 | ,373** | ,422** | 1 | ,403** | -0,066 | 0,203 | 0,154 | ,227* | 0,09 | 0,175 |
| (10) | r | 0,145 | 0,172 | 0,138 | 0,042 | ,248* | -,507** | 0,21 | 0,096 | ,403** | 1 | -0,2 | -0,054 | ,264* | ,308** | ,284* | ,410** |
| (11) | r | 0,259 | 0,22 | 0,122 | 0,007 | -0,295 | ,383** | 0,158 | -0,073 | -0,066 | -0,2 | 1 | ,400** | 0,089 | 0,187 | -0,119 | -0,005 |
| (12) | r | 0,179 | 0,116 | 0,011 | -0,184 | -0,187 | 0,251 | 0,171 | 0,111 | 0,203 | -0,054 | ,400** | 1 | -0,015 | 0,036 | -0,115 | -0,129 |
| (13) | r | ,359** | ,580** | ,587** | -0,107 | -0,033 | -0,217 | ,518** | 0,046 | 0,154 | ,264* | 0,089 | -0,015 | 1 | ,678** | ,762** | ,395** |
| (14) | r | ,447** | ,685** | ,658** | -0,122 | -0,096 | -,230* | ,628** | 0,095 | ,227* | ,308** | 0,187 | 0,036 | ,678** | 1 | ,307** | ,689** |
| (15) | r | -0,171 | x | x | 0,011 | 0,213 | -,300** | 0,019 | 0,069 | 0,09 | ,284* | -0,119 | -0,115 | ,762** | ,307** | 1 | ,505** |
| (16) | r | -0,042 | x | x | 0,026 | 0,098 | -,312** | 0,101 | 0,085 | 0,175 | ,410** | -0,005 | -0,129 | ,395** | ,689** | ,505** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Das Körpergewicht hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,722) zusammen. Es konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,685) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,580) festgestellt werden.

Der BMI wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,658), Rücken- (r=0,658) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,578) und eine hochsignifikante, mittlere mit der Körpergröße (r=0,357) auf.

Der Kraftausdauertest korrelierte signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex (r=0,248) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,241). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,494) und der Körpergröße (r=-0,412).

Für den Sprungkoordinationstest konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,383) festgestellt werden. Des Weiteren hing der Sprungkoordinationstest hochsignifikant, stark, invers mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,507) sowie hochsignifikant, mittel mit dem Kraftausdauertest (r=-0,494) und der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=-0,312) bzw. Bauchmuskulatur (r=-0,300) zusammen.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur der 14-jährigen Skirennläufer korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit dem Körpergewicht (r=0,722) sowie hochsignifikant, stark mit dem BMI (r=0,658) und der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,628) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,518). Des Weiteren konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,568), der Körpergröße (r=0,505) und ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem CMJ (r=0,373) festgestellt werden.

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beine ergab sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,568) und dem CMJ (r=0,422).

Der CMJ hing hochsignifikant, mittel mit der relativen (r=0,422) bzw. absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,373) sowie dem Reaktivkraftindex (r=0,403) zusammen.

Für den Reaktivkraftindex konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der relativen (r=0,410) bzw. absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,308)

und dem CMJ (r=0,403) festgestellt werden. Des Weiteren korrelierte der Reaktivkraftindex hochsignifikant, stark, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,507).

Hinsichtlich des seitlichen Sensomotorikindex bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,400) und dem Sprungkoordinationstest (r=0,383) festgestellt werden.

Der Sensomotorikindex vor-rück hing hochsignifikant, mittel mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,400) zusammen.

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,762) sowie hochsignifikant, stark mit der mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,678), dem BMI (r=0,587), dem Körpergewicht (r=0,580) und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,518). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,395) sowie der Körpergröße (r=0,359) zusammen.

Für die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur- (r=0,689), der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,678) bzw. Beinmuskulatur (r=0,628), dem Körpergewicht (r=0,685) und dem BMI (r=0,658) festgestellt werden. Außerdem hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der Körpergröße (r=0,447), der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,307) und dem Reaktivkraftindex (r=0,308) zusammen.

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,762) sowie hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,505). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,307) festgestellt werden. Des Weiteren zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,300).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergaben sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,689) und der relativen Maximalkraft der

Bauchmuskulatur (r=0,505). Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing außerdem hochsignifikant, mittel mit dem Reaktivkraftindex (r=0,410) und der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,395) sowie hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,312) zusammen.

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 15-jährigen Skirennläufer des Schigymnasium Stams**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 15-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams dargestellt. Die vollständigen (hoch-)signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 9 (vgl. S. 125) entnommen werden.

Die Körpergröße der 15-jährigen Skirennläufern korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit dem Körpergewicht (r=0,739) sowie hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,471), Bauch- (r=0,441) und Beinmuskulatur (r=0,398). Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der Körpergröße ergab sich mit dem Kraftausdauertest (r=-0,498).

Hinsichtlich des Körpergewichts konnte ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der Körpergröße (r=0,739) und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,712) festgestellt werden. Es zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,617) sowie Bauchmuskulatur (r=0,607). Des Weiteren hing das Körpergewicht signifikant, mittel mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,307) zusammen. Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation des Körpergewichts zeigte sich mit dem Kraftausdauertest (r=-0,360).

Für den BMI der 15-jährigen Skirennläufer wurde ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,615) bzw. Beinmuskulatur (r=0,559) nachgewiesen werden. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,493).

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,497) und dem Kraftausdauertest (r=0,418).

Hinsichtlich des Kraftausdauertests ergab sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,515), sowie ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem Cooper-Lauf (r=0,418) und dem CMJ (r=0,323). Der Kraftausdauertest wies eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit der

Körpergröße (r=-0,498), dem Körpergewicht (r=-0,360) und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,338) auf.

Der Sprungkoordinationstest korrelierte signifikant, mittel mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,348). Hochsignifikante, inverse Zusammenhänge des Sprungkoordinationstests ergaben sich mit dem Reaktivkraftindex (r=-0,343) sowie mit dem Kraftausdauertest (r=-0,338).

Für die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur ergaben sich hochsignifikante, starke Zusammenhänge mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,673), der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,650), dem Körpergewicht (r=0,617) und dem BMI (r=0,559). Außerdem hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,398), der Körpergröße (r=0,398) und dem CMJ (r=0,390) zusammen.

Die relative Maximalkraft der Beine korrelierte hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,673), dem Kraftausdauertest (r=0,515) und dem CMJ (r=0,501) sowie hochsignifikant, mittel mit dem Cooper-Lauf (r=0,497).

Hinsichtlich des CMJ konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,501) sowie ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem Reaktivkraftindex (r=0,496), der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,390), dem Kraftausdauertest (r=0,323) festgestellt werden.

Der Reaktivindex korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem CMJ (r=0,496), der relativen Maximalkraft der Rücken- (r=0,374) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,302) und der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,320) sowie Rückenmuskulatur (r=0,314). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Reaktivkraftindex ergab sich mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,343).

Für den seitlichen Sensomotorikindex konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,527) nachgewiesen werden. Außerdem hing der seitliche Sensomotorikindex signifikant, mittel mit dem Körpergewicht (r=0,307) zusammen.

Tabelle 9: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern im Alter von 15 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,739** | 0,202 | -0,193 | -,498** | 0,001 | ,398** | -0,217 | -0,021 | 0,066 | 0,18 | -0,071 | ,441** | ,471** | -0,027 | 0,024 |
| (2) | r | ,739** | 1 | x | -,265* | -,360** | -0,013 | ,617** | x | 0,002 | 0,16 | ,307* | 0,154 | ,607** | ,712** | x | x |
| (3) | r | 0,202 | x | 1 | -0,193 | -0,085 | 0,002 | ,559** | x | 0,026 | 0,17 | ,279* | ,269* | ,493** | ,615** | x | x |
| (4) | r | -0,193 | -,265* | -0,193 | 1 | ,418** | 0,199 | 0,208 | ,497** | ,224* | -0,054 | -0,266 | -0,257 | -0,144 | -,230* | -0,035 | -0,147 |
| (5) | r | -,498** | -,360** | -0,085 | ,418** | 1 | -,338** | 0,124 | ,515** | ,323** | 0,191 | -0,103 | -0,003 | -,224* | -0,184 | -0,026 | 0,001 |
| (6) | r | 0,001 | -0,013 | 0,002 | 0,199 | -,338** | 1 | -0,075 | -0,082 | -0,134 | -,343** | 0,169 | ,348* | -0,183 | -0,208 | -,256* | -,263* |
| (7) | r | ,398** | ,617** | ,559** | 0,208 | 0,124 | -0,075 | 1 | ,673** | ,390** | 0,208 | 0,213 | 0,144 | ,398** | ,650** | -0,062 | ,281* |
| (8) | r | -0,217 | x | x | ,497** | ,515** | -0,082 | ,673** | 1 | ,501** | 0,103 | -0,081 | 0,013 | -0,053 | 0,139 | -0,048 | 0,212 |
| (9) | r | -0,021 | 0,002 | 0,026 | ,224* | ,323** | -0,134 | ,390** | ,501** | 1 | ,496** | -0,1 | -0,094 | 0,119 | ,241* | 0,122 | ,286** |
| (10) | r | 0,066 | 0,16 | 0,17 | -0,054 | 0,191 | -,343** | 0,208 | 0,103 | ,496** | 1 | -0,24 | -0,154 | ,320** | ,314** | ,302** | ,374** |
| (11) | r | 0,18 | ,307* | ,279* | -0,266 | -0,103 | 0,169 | 0,213 | -0,081 | -0,1 | -0,24 | 1 | ,527** | 0,044 | 0,132 | -0,19 | -0,134 |
| (12) | r | -0,071 | 0,154 | ,269* | -0,257 | -0,003 | ,348* | 0,144 | 0,013 | -0,094 | -0,154 | ,527** | 1 | -0,214 | -0,007 | -,373** | -0,14 |
| (13) | r | ,441** | ,607** | ,493** | -0,144 | -,224* | -0,183 | ,398** | -0,053 | 0,119 | ,320** | 0,044 | -0,214 | 1 | ,612** | ,753** | ,330** |
| (14) | r | ,471** | ,712** | ,615** | -,230* | -0,184 | -0,208 | ,650** | 0,139 | ,241* | ,314** | 0,132 | -0,007 | ,612** | 1 | 0,178 | ,744** |
| (15) | r | -0,027 | x | x | -0,035 | -0,026 | -,256* | -0,062 | -0,048 | 0,122 | ,302** | -0,19 | -,373** | ,753** | 0,178 | 1 | ,318** |
| (16) | r | 0,024 | x | x | -0,147 | 0,001 | -,263* | ,281* | 0,212 | ,286** | ,374** | -0,134 | -0,14 | ,330** | ,744** | ,318** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Der Sensomotorikindex vor-rück wies einen hochsignifikanten, starken Zusammenhang mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,527) auf. Des Weiteren korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück signifikant, im mittleren Bereich, mit dem Sprungkoordinationstest (r=0,348) sowie signifikant, mittel, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,373).

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,753) festgestellt werden. Außerdem hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,612) und dem Körpergewicht (r=0,607) zusammen. Hochsignifikant, mittel korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem BMI (r=0,493), der Körpergröße (r=0,441), der absoluten Maximalkraft der Beine (r=0,398), der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,330) und dem Reaktivkraftindex (r=0,320).

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,744). Des Weiteren zeigte sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht (r=0,712) sowie ein hochsignifikanter, starker mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,650) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,612) und dem BMI (r=0,615). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der Körpergröße (r=0,471) und dem Reaktivkraftindex (r=0,314) zusammen.

Für die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur zeigte sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,735). Außerdem hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,318) und dem Reaktivkraftindex (r=0,302) zusammen. Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,373).

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur wies einen hochsignifikanten, sehr starken Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,744) auf. Des Weiteren konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten (r=0,330) bzw.

relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,318) und dem Reaktivkraftindex (r=0,374) sowie eine hochsignifikante, schwache mit dem CMJ (r=0,286) festgestellt werden.

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 16-jährigen Skirennläufer des Schigymnasium Stams**

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 16-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge wurden in Tabelle 10 (vgl. S. 129) ersichtlich gemacht.

Bei den 16-jährigen Skirennläufern konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation der Körpergröße mit dem Körpergewicht (r=0,661) sowie eine hochsignifikante, mittlere mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- (r=0,360) bzw. Rückenmuskulatur (r=0,354) und dem Sprungkoordinationstest (r=0,322) festgestellt werden. Des Weiteren ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der Körpergröße mit dem Kraftausdauertest (r=-0,419)

Das Körpergewicht korrelierte hochsignifikant, stark mit der Körpergröße (r=0,661) und der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,549), Rücken- (r=0,552) und Bauchmuskulatur (r=0,517). Außerdem zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf (r=-0,317)

Der BMI hing hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,526) zusammen. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,435) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,370).

Hinsichtlich des Cooper-Laufs ergaben sich hochsignifikante, mittlere Korrelationen mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,467) sowie dem Kraftausdauertest (r=0,322). Außerdem konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem BMI (r=-0,317) nachgewiesen werden.

Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,335) und dem Cooper-Lauf (r=0,322). Eine signifikante, schwache Korrelation des Kraftausdauertests zeigte sich mit dem CMJ (r=0,229). Des Weiteren hing der Kraftausdauertest hochsignifikant, mittel, invers mit der Körpergröße (r=-0,419) und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,389) zusammen.

Tabelle 10: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern im Alter von 16 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,661** | 0,033 | -,221* | -,419** | ,322** | ,256* | -,239* | 0,001 | 0,069 | 0,12 | -0,024 | ,360** | ,354** | -0,058 | -0,075 |
| (2) | r | ,661** | 1 | x | -,317** | -,230* | 0,106 | ,549** | x | -0,017 | 0,19 | 0,218 | 0,181 | ,517** | ,552** | x | x |
| (3) | r | 0,033 | x | 1 | -0,211 | 0,054 | -0,118 | ,526** | x | -0,021 | 0,189 | 0,174 | 0,25 | ,370** | ,435** | x | x |
| (4) | r | -,221* | -,317** | -0,211 | 1 | ,322** | 0,003 | 0,187 | ,467** | 0,217 | -0,059 | 0,067 | -0,075 | -0,178 | -0,098 | -0,097 | 0,087 |
| (5) | r | -,419** | -,230* | 0,054 | ,322** | 1 | -,389** | 0,134 | ,335** | ,229* | 0,084 | 0,027 | 0,095 | -0,162 | -0,076 | -0,106 | 0,036 |
| (6) | r | ,322** | 0,106 | -0,118 | 0,003 | -,389** | 1 | -0,07 | -0,148 | 0,101 | -,245* | 0,202 | 0,088 | -0,061 | 0,033 | -0,186 | -0,073 |
| (7) | r | ,256* | ,549** | ,526** | 0,187 | 0,134 | -0,07 | 1 | ,747** | ,385** | ,274* | 0,155 | 0,153 | ,231* | ,420** | -0,173 | 0,061 |
| (8) | r | -,239* | x | x | ,467** | ,335** | -0,148 | ,747** | 1 | ,480** | 0,17 | -0,018 | 0,003 | -0,122 | 0,05 | -0,127 | 0,111 |
| (9) | r | 0,001 | -0,017 | -0,021 | 0,217 | ,229* | 0,101 | ,385** | ,480** | 1 | ,381** | -0,014 | 0,092 | -0,042 | 0,177 | -0,123 | 0,182 |
| (10) | r | 0,069 | 0,19 | 0,189 | -0,059 | 0,084 | -,245* | ,274* | 0,17 | ,381** | 1 | 0,029 | 0,086 | ,255* | ,404** | 0,177 | ,367** |
| (11) | r | 0,12 | 0,218 | 0,174 | 0,067 | 0,027 | 0,202 | 0,155 | -0,018 | -0,014 | 0,029 | 1 | ,483** | 0,032 | -0,004 | -0,123 | -0,181 |
| (12) | r | -0,024 | 0,181 | 0,25 | -0,075 | 0,095 | 0,088 | 0,153 | 0,003 | 0,092 | 0,086 | ,483** | 1 | -0,118 | 0,042 | -0,24 | -0,113 |
| (13) | r | ,360** | ,517** | ,370** | -0,178 | -0,162 | -0,061 | ,231* | -0,122 | -0,042 | ,255* | 0,032 | -0,118 | 1 | ,567** | ,779** | ,329** |
| (14) | r | ,354** | ,552** | ,435** | -0,098 | -0,076 | 0,033 | ,420** | 0,05 | 0,177 | ,404** | -0,004 | 0,042 | ,567** | 1 | ,235* | ,766** |
| (15) | r | -0,058 | x | x | -0,097 | -0,106 | -0,186 | -0,173 | -0,127 | -0,123 | 0,177 | -0,123 | -0,24 | ,779** | ,235* | 1 | ,417** |
| (16) | r | -0,075 | x | x | 0,087 | 0,036 | -0,073 | 0,061 | 0,111 | 0,182 | ,367** | -0,181 | -0,113 | ,329** | ,766** | ,417** | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Für den Sprungkoordinationstest ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der Körpergröße (r=0,322). Außerdem hing der Sprungkoordinationstest hochsignifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,389) zusammen.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,747) sowie hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,549) und dem BMI (r=0,526). Hochsignifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,420) und dem CMJ (r=0,385) zusammen.

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,747) sowie ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem CMJ (r=0,480), dem Cooper-Lauf (r=0,467) und dem Kraftausdauertest (r=0,335).

Der CMJ wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen (r=0,480) sowie absoluten (r=0,385) Maximalkraft der Beinmuskulatur und dem Reaktivkraftindex (r=0,381) auf.

Für den Reaktivkraftindex konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der absoluten (r=0,404) sowie relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,367) und dem CMJ (r=0,381) nachgewiesen werden.

Der seitliche Sensomotorikindex und der Sensomotorikindex vor-rück wiesen eine hochsignifikante, mittlere Korrelation miteinander auf (r=0,483).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,779) sowie hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,567) und dem Körpergewicht (r=0,517) zusammen. Außerdem wurde ein hochsignifikanter Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem BMI (r=0,370), der Körpergröße (r=0,360) und der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,329) festgestellt.

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,766). Weiters hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der

Bauchmuskulatur (r=0,567) und dem Körpergewicht (r=0,552) sowie hochsignifikant, mittel mit dem BMI (r=0,435), der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,420), dem Reaktivkraftindex (r=0,404) und der Körpergröße (r=0,354) zusammen.

Für die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,779) und eine hochsignifikante, mittlere mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,417).

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,766) zusammen. Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,417), der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,329) und dem Reaktivkraftindex (r=0,367).

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 17-jährigen Skirennläufer des Schigymnasium Stams**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 17-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams dargestellt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 11 (vgl. S.133) entnommen werden.

Die Körpergröße der 17-jährigen Skirennläufer korrelierte hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (r=0,612) sowie hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Rücken- (r=0,362) bzw. Bauchmuskulatur (r=0,304). Es zeigte sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der Körpergröße mit dem Reaktivkraftindex (r=0,243). Außerdem hing die Körpergröße hochsignifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,444).

Das Körpergewicht wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der Körpergröße (r=0,612) auf. Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,481), Rücken- (r=0,430) sowie Bauchmuskulatur (r=0,380).

Bezüglich des BMI zeigten sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,440).

Der Cooper-Lauf der 17-jährigen Skirennläufer korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,433)

Für den Kraftausdauertest ergaben sich hochsignifikante, mittlere Korrelationen mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,342) und dem CMJ (r=0,322). Des Weiteren zeigten sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der Körpergröße (r=-0,444) und dem Sprungkoordinationstest (r=-0,365).

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, mittel, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,356) und dem Reaktivkraftindex (r=-0,326) zusammen.

Tabelle 11: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern im Alter von 17 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,612** | -0,059 | -0,146 | -,444** | 0,193 | 0,193 | -,277* | 0,037 | ,243* | -0,013 | -0,079 | ,304** | ,362** | -0,04 | -0,015 |
| (2) | r | ,612** | 1 | x | -,299** | -0,208 | 0,179 | ,481** | x | 0,058 | 0,174 | 0,057 | 0,115 | ,380** | ,430** | x | x |
| (3) | r | -0,059 | x | 1 | -,254* | 0,091 | 0,084 | ,440** | x | 0,022 | 0,016 | 0,08 | 0,192 | 0,209 | ,233* | x | x |
| (4) | r | -0,146 | -,299** | -,254* | 1 | ,225* | -0,057 | 0,192 | ,433** | 0,143 | 0,018 | 0,017 | 0,05 | -0,102 | 0,044 | 0,004 | 0,215 |
| (5) | r | -,444** | -0,208 | 0,091 | ,225* | 1 | -,356** | 0,156 | ,342** | ,322** | 0,117 | 0,006 | 0,066 | -0,12 | -0,168 | -0,02 | -0,056 |
| (6) | r | 0,193 | 0,179 | 0,084 | -0,057 | -,356** | 1 | -0,068 | -0,213 | -0,146 | -,326** | 0,065 | 0,157 | 0,189 | 0,027 | 0,055 | -0,115 |
| (7) | r | 0,193 | ,481** | ,440** | 0,192 | 0,156 | -0,068 | 1 | ,734** | ,499** | ,275* | 0,073 | 0,198 | 0,085 | ,545** | -,266* | ,230* |
| (8) | r | -,277* | x | x | ,433** | ,342** | -0,213 | ,734** | 1 | ,509** | 0,171 | 0,039 | 0,135 | -0,192 | ,273* | -0,155 | ,393** |
| (9) | r | 0,037 | 0,058 | 0,022 | 0,143 | ,322** | -0,146 | ,499** | ,509** | 1 | ,347** | -0,059 | 0,031 | -0,18 | 0,189 | -,268* | 0,131 |
| (10) | r | ,243* | 0,174 | 0,016 | 0,018 | 0,117 | -,326** | ,275* | 0,171 | ,347** | 1 | -0,181 | -0,097 | 0,034 | ,263* | 0,04 | 0,207 |
| (11) | r | -0,013 | 0,057 | 0,08 | 0,017 | 0,006 | 0,065 | 0,073 | 0,039 | -0,059 | -0,181 | 1 | ,526** | -0,146 | 0,129 | -0,188 | 0,064 |
| (12) | r | -0,079 | 0,115 | 0,192 | 0,05 | 0,066 | 0,157 | 0,198 | 0,135 | 0,031 | -0,097 | ,526** | 1 | -0,143 | 0,177 | -0,237 | 0,043 |
| (13) | r | ,304** | ,380** | 0,209 | -0,102 | -0,12 | 0,189 | 0,085 | -0,192 | -0,18 | 0,034 | -0,146 | -0,143 | 1 | ,264* | ,813** | 0,057 |
| (14) | r | ,362** | ,430** | ,233* | 0,044 | -0,168 | 0,027 | ,545** | ,273* | 0,189 | ,263* | 0,129 | 0,177 | ,264* | 1 | 0,007 | ,784** |
| (15) | r | -0,04 | x | x | 0,004 | -0,02 | 0,055 | -,266* | -0,155 | -,268* | 0,04 | -0,188 | -0,237 | ,813** | 0,007 | 1 | 0,178 |
| (16) | r | -0,015 | x | x | 0,215 | -0,056 | -0,115 | ,230* | ,393** | 0,131 | 0,207 | 0,064 | 0,043 | 0,057 | ,784** | 0,178 | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies einen hochsignifikanten, sehr starken Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,734) sowie einen hochsignifikanten, starken mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,545) auf. Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ (r=0,499), dem Körpergewicht (r=0,481) und dem BMI (r=0,440).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,734) sowie ein hochsignifikanter, starker mit dem CMJ (r=0,509). Es konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Cooper-Lauf (r=0,433), der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,393) und dem Kraftausdauertest (r=0,342) festgestellt werden.

Der CMJ wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,509) sowie eine hochsignifikante, mittlere mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,499), dem Reaktivkraftindex (r=0,347) und dem Kraftausdauertest (r=0,322) auf.

Für den Reaktivkraftindex konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit dem CMJ (r=0,347) nachgewiesen werden. Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation des Reaktivkraftindex zeigte sich mit dem Sprungkoordinationstest (r=-0,326).

Der seitliche Sensomotorikindex und der Sensomotorikindex vor-rück hingen hochsignifikant, stark miteinander zusammen (r=0,526).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,813) sowie hochsignifikant, mittel mit dem Körpergewicht (r=0,380) und der Körpergröße (r=0,304).

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,784) sowie eine hochsignifikante, starke mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,545). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht (r=0,430) und der Körpergröße (r=0,362).

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,813). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich mit der absoluten (r=0,445) sowie der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,463), dem Cooper-Lauf (r=0,355) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,339).

Für die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,784) festgestellt werden. Hochsignifikant, mittel hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,393) zusammen.

**Ergebnisse der Korrelationsanalyse der 18-jährigen Skirennläufer des Schigymnasium Stams**

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei den 18-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams dargestellt. Die ermittelten (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge wurden in Tabelle 12 (vgl. S. 137) ersichtlich gemacht.

Hinsichtlich der Körpergröße der 18-jährigen Skirennläufer zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang mit dem Körpergewicht (r=0,610) und ein hochsignifikanter, mittlerer mit dem CMJ (r=0,315). Eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der Körpergröße konnte mit dem Kraftausdauertest (r=-0,449) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,328) festgestellt werden.

Das Körpergewicht hing hochsignifikant stark mit der Körpergröße (r=0,610) zusammen. Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,482) sowie Rückenmuskulatur (r=0,438). Das Körpergewicht korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,355).

Es konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,347) festgestellt werden.

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,335). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs ergab sich mit dem Kraftausdauertest (r=0,341).

Hinsichtlich des Kraftausdauertests konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,378) sowie eine signifikante, mittlere mit dem Cooper-Lauf (r=0,341) festgestellt werden. Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit der Körpergröße (r=-0,449), dem Sprungkoordinationstest (r=-0,431) und dem BMI (r=-0,355).

Tabelle 12: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern im Alter von 18 Jahren

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,610** | -0,021 | 0,024 | -,449** | ,248* | 0,129 | -,328** | ,315** | ,228* | 0,045 | -0,04 | 0,154 | ,237* | -0,14 | -0,131 |
| (2) | r | ,610** | 1 | x | -0,19 | -,355** | 0,129 | ,482** | x | ,235* | 0,215 | -0,042 | -0,021 | ,268* | ,438** | x | x |
| (3) | r | -0,021 | x | 1 | -,249* | -0,124 | -0,034 | ,496** | x | 0,042 | 0,109 | -0,11 | -0,014 | 0,207 | ,347** | x | x |
| (4) | r | 0,024 | -0,19 | -,249* | 1 | ,341* | -0,229 | 0,189 | ,335** | 0,193 | 0,127 | 0,209 | 0,175 | 0,009 | 0,163 | 0,103 | ,281* |
| (5) | r | -,449** | -,355** | -0,124 | ,341* | 1 | -,431** | 0,083 | ,378** | 0,15 | 0,19 | 0,02 | -0,119 | -0,076 | -0,163 | 0,077 | -0,001 |
| (6) | r | ,248* | 0,129 | -0,034 | -0,229 | -,431** | 1 | -0,242 | -,371** | 0,009 | -0,228 | 0,14 | 0,18 | -0,041 | -0,012 | -0,129 | -0,082 |
| (7) | r | 0,129 | ,482** | ,496** | 0,189 | 0,083 | -0,242 | 1 | ,736** | ,357** | ,292* | 0,01 | 0,084 | 0,043 | ,564** | -,282* | ,283* |
| (8) | r | -,328** | x | x | ,335** | ,378** | -,371** | ,736** | 1 | ,242* | 0,169 | -0,014 | 0,039 | -0,154 | ,264* | -0,125 | ,389** |
| (9) | r | ,315** | ,235* | 0,042 | 0,193 | 0,15 | 0,009 | ,357** | ,242* | 1 | ,474** | 0,064 | -0,035 | 0,092 | ,345** | -0,086 | 0,2 |
| (10) | r | ,228* | 0,215 | 0,109 | 0,127 | 0,19 | -0,228 | ,292* | 0,169 | ,474** | 1 | -0,024 | -0,076 | 0,067 | ,295* | -0,01 | 0,174 |
| (11) | r | 0,045 | -0,042 | -0,11 | 0,209 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | -0,014 | 0,064 | -0,024 | 1 | ,458** | -0,119 | 0,126 | -0,099 | 0,167 |
| (12) | r | -0,04 | -0,021 | -0,014 | 0,175 | -0,119 | 0,18 | 0,084 | 0,039 | -0,035 | -0,076 | ,458** | 1 | 0,011 | -0,02 | 0,021 | 0,007 |
| (13) | r | 0,154 | ,268* | 0,207 | 0,009 | -0,076 | -0,041 | 0,043 | -0,154 | 0,092 | 0,067 | -0,119 | 0,011 | 1 | 0,209 | ,829** | 0,04 |
| (14) | r | ,237* | ,438** | ,347** | 0,163 | -0,163 | -0,012 | ,564** | ,264* | ,345** | ,295* | 0,126 | -0,02 | 0,209 | 1 | -0,047 | ,805** |
| (15) | r | -0,14 | x | x | 0,103 | 0,077 | -0,129 | -,282* | -0,125 | -0,086 | -0,01 | -0,099 | 0,021 | ,829** | -0,047 | 1 | 0,119 |
| (16) | r | -0,131 | x | x | ,281* | -0,001 | -0,082 | ,283* | ,389** | 0,2 | 0,174 | 0,167 | 0,007 | 0,04 | ,805** | 0,119 | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Der Sprungkoordinationstest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,431) und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,371).

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies einen hochsignifikanten, sehr starken Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,736) sowie einen hochsignifikanten, starken mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,564) auf. Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem BMI (r=0,496), dem Körpergewicht (r=0,482) und dem CMJ (r=0,357).

Bezüglich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur konnte ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,736) sowie ein hochsignifikanter, mittlerer mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,389), dem Kraftausdauertest (r=0,378) und dem Cooper-Lauf (r=0,335) festgestellt werden.

Der CMJ wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex (r=0,474), der absoluten Maximalkraft der Bein- (r=0,357) sowie Rückenmuskulatur (r=0,345) und der Körpergröße (r=0,315) auf.

Für den Reaktivkraftindex konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem CMJ (r=0,474) nachgewiesen werden.

Der seitliche Sensomotorikindex und der Sensomotorikindex vor-rück wiesen einen gegenseitigen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang auf (r=0,458).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,829).

Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,805) sowie eine hochsignifikante, starke mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,564). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht (r=0,438), dem BMI (r=0,347) und dem CMJ (r=0,345).

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,829).

Für die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (r=0,805) und eine hochsignifikante, mittlere mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=0,389) festgestellt werden.

### 3.3 Entwicklungsverlauf der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten

Um eine Übersicht über die Veränderung der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufer/innen des Schigymnasium Stams zu schaffen, wurden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse der einzelnen Altersstufen (14 Jahre bis 18 Jahre), dem Geschlecht entsprechend, zusammengefügt. Die (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über fünf Jahre werden in den Tabellen 13 bis 18, für beide Geschlechter, ersichtlich gemacht. Hierbei wurden die Ergebnisse der Zusammenhangsanalysen der Skirennläuferinnen und Skirennläufer gegenübergestellt. Dies sollte ermöglichen, etwaige Veränderungen über die fünf Jahre, dem Geschlecht entsprechend, deskriptiv darzustellen. Des Weiteren dient diese Darstellung dazu, mögliche Unterschiede der Korrelation, über die einzelnen Altersstufen hinweg sowie zwischen Skirennläuferinnen und Skirennläufern deskriptiv erkennbar zu machen. Zu erwähnen ist, dass aufgrund der Vielzahl an Korrelationen bzw. deren Ausprägungsgrad, darauf verzichtet wurde die Veränderung der Zusammenhänge statistisch zu überprüfen. Es ist daher hervorzuheben, dass die Tabellen 13 bis 18 Veränderungen der Zusammenhänge deskriptiv darstellen, Unterschiede jedoch nicht statistisch hinterlegt wurden. Eine zusätzliche Erwähnung der nicht signifikanten Ergebnisse wurde in der folgenden Ausführung unterlassen.

**Zusammenhänge der Körpergröße, des Körpergewichts und des BMI über fünf Jahre**

Im weiteren Verlauf werden die Ergebnisse der Korrelationsanalyse des Körpergewichts, der Körpergröße und des BMI mit ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für die Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, dem Alter entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 13 (vgl. S. 143) entnommen werden.

Korrelationen der Körpergröße über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Die Körpergröße der Skirennläuferinnen korrelierte über die einzelnen Altersstufen hinweg, hochsignifikant, stark mit dem Körpergewicht (14: r=0,569; 15: r=0,638; 16: r=0,557; 17: r=570; 18: r=0,608). Bei den Skirennläufern konnte im Alter von 14 und 15 Jahren ein hochsignifikanter, sehr starker Zusammenhang der Körpergröße mit dem Körpergewicht festgestellt werden (14: r=0,805; 15: r=0,739). Hochsignifikant, stark hing die Körpergröße der 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufer mit dem Körpergewicht zusammen (16: r=0,661; 17: r=0,612; 18: r=0,610).

Hinsichtlich der Körpergröße und den BMI konnte nur bei den 14-jährigen Skirennläufern ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang festgestellt werden (r=0,357).

Es zeigte sich eine signifikante, schwache inverse Korrelation der Körpergröße mit dem Cooper-Lauf bei den 16-jährigen Skirennläufern (r=-0,221).

Die Körpergröße hing signifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,-286; 15: r=-0,286; 16: r=-0,265; 17: r=-0,269). Hinsichtlich der Skirennläufer korrelierte die Körpergröße mit dem Kraftausdauertest in allen Altersstufen hochsignifikant, mittel, invers (14: r=-0,412; 15: r=-0,498; 16: r=-0,419; 17: r=-0,444; 18: r=-0,449).

Die Körpergröße hing hochsignifikant, mittel mit dem Sprungkoordinationstest bei den 16-jährigen Skirennläufern (r=0,322) und signifikant, schwach bei den 18-Jährigen (r=0,248) zusammen.

Bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt werden (r=0,505). Die Körpergröße hing bei den 15-jährigen Skirennläufern hochsignifikant, mittel und bei den 16-Jährigen signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur zusammen (15: r=0,398; 16: r=0,256).

Die Körpergröße korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,425; 15: r=-0,369). Ein hochsignifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang der beiden Parameter konnte bei den 16-jährigen sowie ein signifikant, schwacher, inverser bei den 17-jährigen Athletinnen festgestellt werden (16: r=-0,290; 17: r=-0,278). Die Körpergröße hing signifikant, schwach, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=-0,252; 16: r=-0,239; 17: r=-0,277). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte die Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Athleten (r=-0,328).

Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der Körpergröße mit dem CMJ konnte bei den 18-jährigen Skirennläufern festgestellt werden (r=0,315).

Die Körpergröße korrelierte signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern (17: r=0,243; 18: r=0,228).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der Körpergröße mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 16-jährigen und eine signifikante, mittlere bei den 17- und 18-jährigen Mädchen (16: r=0,437; 17: r=0,366; 18: r=0,344).

Die Körpergröße wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,391). Hochsignifikant, im mittleren Bereich hing die Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,359; 15: r=0,441; 16: r=0,360; 17: r=0,304).

Tabelle 13: Zusammenhänge des Körpergewichts, der Körpergröße und des BMI über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | w | 1 | ,569** | -0,114 | 0,257 | -,286* | 0,056 | 0,009 | -,425** | -0,065 | -0,129 | 0,319 | 0,219 | ,391** | ,403** | 0,05 | 0,095 |
| | 15 | w | 1 | ,638** | -0,023 | 0,188 | -,286* | 0,063 | 0,101 | -,369** | -0,07 | -0,081 | 0,151 | 0,267 | 0,2 | ,248* | -0,07 | -0,021 |
| (1) | 16 | w | 1 | ,557** | -0,152 | 0,091 | -,265* | 0,118 | 0,069 | -,290** | -0,037 | -0,071 | -0,009 | ,437** | 0,09 | 0,216 | -0,136 | -0,016 |
| | 17 | w | 1 | ,570** | -0,107 | 0,127 | -,269* | 0,131 | 0,101 | -,278* | -0,015 | -0,194 | 0,122 | ,366* | 0,157 | ,295** | -0,111 | 0,01 |
| | 18 | w | 1 | ,608** | -0,092 | 0,007 | -0,219 | 0,198 | 0,133 | -0,23 | 0,039 | -0,166 | 0,145 | ,344* | 0,101 | ,356** | -0,237 | 0,066 |
| | 14 | m | 1 | ,805** | ,357** | -0,211 | -,412** | 0,198 | ,505** | -,252* | 0,134 | 0,145 | 0,259 | 0,179 | ,359** | ,447** | -0,171 | -0,042 |
| | 15 | m | 1 | ,739** | 0,202 | -0,193 | -,498** | 0,001 | ,398** | -0,217 | -0,021 | 0,066 | 0,18 | -0,071 | ,441** | ,471** | -0,027 | 0,024 |
| (1) | 16 | m | 1 | ,661** | 0,033 | -,221* | -,419** | ,322** | ,256* | -,239* | 0,001 | 0,069 | 0,12 | -0,024 | ,360** | ,354** | -0,058 | -0,075 |
| | 17 | m | 1 | ,612** | -0,059 | -0,146 | -,444** | 0,193 | 0,193 | -,277* | 0,037 | ,243* | -0,013 | -0,079 | ,304** | ,362** | -0,04 | -0,015 |
| | 18 | m | 1 | ,610** | -0,021 | 0,024 | -,449** | ,248* | 0,129 | -,328** | ,315** | ,228* | 0,045 | -0,04 | 0,154 | ,237* | -0,14 | -0,131 |
| | 14 | w | ,569** | 1 | x | -0,193 | -,422** | 0,126 | ,390** | x | -0,118 | -0,124 | 0,301 | ,523** | ,372** | ,424** | x | x |
| | 15 | w | ,638** | 1 | x | -0,105 | -,373** | -0,021 | ,322** | x | -0,18 | -0,17 | ,352* | 0,303 | ,391** | ,388** | x | x |
| (2) | 16 | w | ,557** | 1 | x | -,294* | -,433** | 0,061 | 0,207 | x | -0,16 | -0,146 | 0,094 | ,377* | ,277* | ,294** | x | x |
| | 17 | w | ,570** | 1 | x | -0,086 | -,354** | 0,107 | ,260* | x | -0,145 | -,251* | 0,158 | ,467** | ,320** | ,309** | x | x |
| | 18 | w | ,608** | 1 | x | -0,211 | -,401** | 0,226 | ,293* | x | -0,057 | -0,228 | 0,282 | ,530** | 0,214 | ,368** | x | x |
| | 14 | m | ,805** | 1 | x | -,270* | -,287* | 0,019 | ,722** | x | 0,108 | 0,172 | 0,22 | 0,116 | ,580** | ,685** | x | x |
| | 15 | m | ,739** | 1 | x | -,265* | -,360** | -0,013 | ,617** | x | 0,002 | 0,16 | ,307* | 0,154 | ,607** | ,712** | x | x |
| (2) | 16 | m | ,661** | 1 | x | -,317** | -,230* | 0,106 | ,549** | x | -0,017 | 0,19 | 0,218 | 0,181 | ,517** | ,552** | x | x |
| | 17 | m | ,612** | 1 | x | -,299** | -0,208 | 0,179 | ,481** | x | 0,058 | 0,174 | 0,057 | 0,115 | ,380** | ,430** | x | x |
| | 18 | m | ,610** | 1 | x | -0,19 | -,355** | 0,129 | ,482** | x | ,235* | 0,215 | -0,042 | -0,021 | ,268* | ,438** | x | x |
| | 14 | w | -0,114 | x | 1 | -,442** | -,314* | 0,103 | ,450** | x | -0,094 | -0,056 | 0,101 | ,443** | 0,132 | 0,172 | x | x |
| | 15 | w | -0,023 | x | 1 | -,295** | -,235* | -0,092 | ,334** | x | -0,17 | -0,146 | 0,297 | 0,148 | ,346** | ,290* | x | x |
| (3) | 16 | w | -0,152 | x | 1 | -,433** | -,296** | -0,032 | 0,187 | x | -0,159 | -0,106 | 0,101 | 0,043 | ,248* | 0,167 | x | x |
| | 17 | w | -0,107 | x | 1 | -0,212 | -0,221 | 0,03 | ,222* | x | -0,164 | -0,146 | 0,078 | 0,237 | ,250* | 0,126 | x | x |
| | 18 | w | -0,092 | x | 1 | -,266* | -,319* | 0,118 | ,259* | x | -0,089 | -0,144 | 0,25 | ,380* | 0,183 | 0,16 | x | x |
| | 14 | m | ,357** | x | 1 | -,239* | -0,074 | -0,145 | ,658** | x | 0,042 | 0,138 | 0,122 | 0,011 | ,587** | ,658** | x | x |
| | 15 | m | 0,202 | x | 1 | -0,193 | -0,085 | 0,002 | ,559** | x | 0,026 | 0,17 | ,279* | ,269* | ,493** | ,615** | x | x |
| (3) | 16 | m | 0,033 | x | 1 | -0,211 | 0,054 | -0,118 | ,526** | x | -0,021 | 0,189 | 0,174 | 0,25 | ,370** | ,435** | x | x |
| | 17 | m | -0,059 | x | 1 | -,254* | 0,091 | 0,084 | ,440** | x | 0,022 | 0,016 | 0,08 | 0,192 | 0,209 | ,233* | x | x |
| | 18 | m | -0,021 | x | 1 | -,249* | -0,124 | -0,034 | ,496** | x | 0,042 | 0,109 | -0,11 | -0,014 | 0,207 | ,347** | x | x |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,403; 18: r=0,356). Hochsignifikant, schwach korrelierte die Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-jährigen (r=0,295) sowie signifikant, schwach bei den 15-jährigen Mädchen (r=0,248). Die Körpergröße hing hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,447; 15: r=0,471; 16: r=0,354; 17: r=0,362). Eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter konnte bei den 18-jährigen Burschen festgestellt werden (r=0,237).

Korrelationen des Körpergewichts über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Das Körpergewicht korrelierte, in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen, hochsignifikant, stark mit der Körpergröße (14: r=0,569; 15: r=0,638; 16: r=0,557; 17: r=0,570; 18: r=0,608). Hochsignifikant, sehr stark hing das Körpergewicht mit der Körpergröße bei den 14- und 15-jährigen Athleten zusammen (14: r=0,805; 15: r=0,739). Bei den 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des Körpergewichts mit der Körpergröße (16: r=0,661; 17: r=0,612; 18: r=0,610).

Bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen korrelierte das Körpergewicht signifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf (r=-0,294). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf konnte bei den 16-jährigen Skirennläufern festgestellt werden (r=-0,317). Des Weiteren hing das Körpergewicht hochsignifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf bei den 17-jährigen (r=-0,299) sowie signifikant, schwach bei den 14- und 15-jährigen Athleten zusammen (14: r=-0,270; 15: r=-0,265).

Das Körpergewicht wies eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Kraftausdauertest, in allen Altersstufen der Athletinnen, auf (14: r=-0,422; 15: r=-0,373; 16: r=-0,433; 17: r=-0,354; 18: r=-0,401). Es zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Kraftausdauertest bei den 15- und 18-jährigen Athleten (15: r=-0,360; 18: r=-0,355). Signifikant, schwach, invers

korrelierte das Körpergewicht mit dem Kraftausdauertest bei den 14- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=-0,287; 16: r=-0,230).

Bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur nachgewiesen werden (14: r=0,390; 15: r=0,322). Signifikant, schwach korrelierten diese beiden Parameter bei den 17- und 18-jährigen Athletinnen (17: r=0,260; 18: r=0,293). Hochsignifikant, sehr stark korrelierte das Körpergewicht mit der absoluten Maximalkraft der Beine bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,722). Eine hochsignifikante, starke Korrelation der beiden Parameter zeigte sich bei den 15- und 16-jährigen Athleten (15: r=0,617; 16: r=0,549). Außerdem konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Skirennläufern festgestellt werden (17: r=0,481; 18: r=0,482).

Das Körpergewicht korrelierte in der Altersklasse der 18-jährigen Skirennläufer signifikant, schwach mit dem CMJ (r=0,235).

Ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Reaktivkraftindex konnte bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=-0,251).

Sowohl bei den weiblichen als auch männlichen 15-jährigen Skirennläufer/innen ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des Körpergewichts mit dem seitlichen Sensomotorikindex (15w: r=0,352; 15m: r=0,307).

Das Körpergewicht korrelierte hochsignifikant, stark mit dem Sensomotorikindex vorrück bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,523; 18: r=0,530). In der Altersstufe der 16- und 17-jährigen Mädchen, zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang (16: r=0,377; 17: r=0,467).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte das Körpergewicht mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,372; 15: r=0,391; 17: r=0,320). In der Altersstufe der 16-jährigen Athletinnen ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter (16: r=0,277). Das Körpergewicht hing hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Athleten zusammen (14: r=0,580; 15: r=0,607; 16: r=0,517). Hochsignifikant, im mittleren

Bereich, korrelierten die beiden Parameter bei den 17-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 18-jährigen Skirennläufern (17: r=0,380; 18: r=0,268).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,424; 15: r=0,388; 17: r=0,309; 18: r=0,368). Hochsignifikant, schwach hing das Körpergewicht der 16-jährigen Athletinnen mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zusammen (16: r=0,294). Eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation der beiden Parameter zeigte sich bei den 15-jährigen sowie eine hochsignifikante, starke bei den 14- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,685; 15: r=0,712; 16: r=0,552). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte das Körpergewicht mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Burschen (17: r=0,430; 18: r=0,438).

Korrelationen des BMI über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Der BMI korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der Körpergröße bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,357).

Hinsichtlich der Korrelationsüberprüfung des BMI mit dem Cooper-Lauf zeigten sich bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen hochsignifikante, mittlere, inverse Zusammenhänge (14: r=-0,442; 16: r=-0,433). Der BMI korrelierte hochsignifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf in der Altersklasse der 15-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 18-jährigen Mädchen (15: r=-0,295; 18: r=-0,266). Hinsichtlich der Skirennläufer hing der BMI signifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf bei den 14-, 17- und 18-Jährigen zusammen (14: r=-0,239; 17: r=-0,254; 18: r=-0,249).

Der BMI korrelierte hochsignifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,296). Ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich bei den 14- und 18-jährigen Mädchen (14: r=-0,314; 18: r=-0,319). Bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen hing der BMI signifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest zusammen (r=-0,235).

Der BMI korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen

(14: r=0,450; 15: r=0,334). In den Altersstufen der 17- und 18-jährigen Mädchen wurde ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt (17: r=0,222; 18: r=0,259). Der BMI hing hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,658; 15: r=0,559; 16: r=0,526). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter konnte in der Altersklasse der 17- und 18-jährigen Athleten nachgewiesen werden (17: r=0,440; 18: r=0,496).

Der BMI korrelierte signifikant, schwach mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,279).

Hochsignifikant, mittel hing der BMI mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,443). In der Altersstufe der 18-jährigen Mädchen zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des BMI mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,380). Der BMI korrelierte signifikant, schwach bei den Burschen im Alter von 15 Jahren (r=0,269).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des BMI konnte mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=0,346). Signifikant, schwach korrelierte der BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16- und 17-jährigen Mädchen (16: r=248; 17: r=0,250). Hochsignifikant, stark korrelierte der BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,587). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter konnte bei den 15-jährigen Burschen nachgewiesen werden (r=0,493).

Der BMI korrelierte hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur in der Altersstufe der 14- und 15-jährigen Skirennläufer (14: r=0,658; 15: r=0,615). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich bei den 16- und 18-jährigen Burschen (16: r=0,435; 18: r=0,347). Signifikant, schwach hingen die beiden Parameter in der Altersstufe der 17-jährigen Skirennläufer zusammen (r=0,233). Bei den Athletinnen konnte ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-Jährigen festgestellt werden (r=0,290).

## Zusammenhänge des Cooper-Laufs, Kraftausdauertests und Sprungkoordinationstests über fünf Jahre

Im weiteren Verlauf werden die Korrelationen des Cooper-Laufs, Kraftausdauertests und Sprungkoordinationstests mit den anthropometrischen Parametern sowie den weiteren ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für die Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, den Altersstufen entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Zusammenhänge können aus Tabelle 14 (vgl. S. 150) entnommen werden.

Korrelationen des Cooper-Laufs über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen korrelierte der Cooper-Lauf signifikant, schwach, invers mit dem Körpergewicht (r=-0,294). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem Körpergewicht ergab sich bei den 16-jährigen, sowie ein hochsignifikanter, schwacher, inverser bei den 17-jährigen Skirennläufern (16: r=-0,317; 17: r=-0,299). Signifikant, schwach, invers hing der Cooper-Lauf mit dem Körpergewicht, bei den 14- und 15-jährigen Burschen zusammen (14: r=-0,270; 15: r=-0,265).

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit dem BMI in der Altersstufe der 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,442; 16: r=-0,433). Eine hochsignifikante, schwache, inverse Korrelation des Cooper-Laufs mit dem BMI konnte bei den 15-jährigen und eine, signifikante, schwache, inverse bei den 18-jährigen Mädchen festgestellt werden (15: r=-0,295; 18: r=-0,266). Signifikant, schwach, invers korrelierte der Cooper-Lauf mit dem BMI in der Altersstufe der 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläufer (14: r=-0,239; 17: r=-0,254; 18: r=-0,249).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem Kraftausdauertest wurde bei den 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt (15: r=0,331; 16: r=0,371; 17: r=0,314). Bei den 14- und 18-jährigen Mädchen zeigte sich eine signifikante, mittlere Korrelation der beiden Parameter (14: r=0,315; 18: r=0,319). Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, mittel mit dem

Kraftausdauertest bei den 15- und 16-jährigen Skirennläufern (15: r=0,418; 16: r=0,322). In der Altersstufe der 18-Jährigen hing der Cooper-Lauf signifikant, mittel mit dem Kraftausdauertest zusammen und bei den 17-jährigen Burschen ergab sich eine signifikante, schwache Korrelation (17: r=0,225; 18: r=0,341).

Für den Cooper-Lauf zeigte sich eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,305).

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, mittel, mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,320; 17: r=0,353; 18: r=0,344).

Es zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,366; 16: r=0,320; 17: r=0,379; 18: r=0,461). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte die beiden Parameter bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern (15: r=0,497; 16: r=0,467: 17: r=0,433; 18: r=0,335). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang konnte in der Altersstufe der 14-jährigen Burschen nachgewiesen werden (r=0,272).

Der Cooper-Lauf hing signifikant, schwach mit dem CMJ bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,224).

Hochsignifikant, mittel, korrelierte der Cooper-Lauf mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,323; 18: r=0,433).

Es ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Mädchen (17: r=0,348; 18: r=0,381). Des Weiteren hingen die beiden Parameter bei den Athletinnen im Alter von 15 Jahren zusammen (r=0,259). Der Cooper-Lauf korrelierte signifikant, schwach, invers mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16-jährigen Skirennläufern (r=-0,230).

Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des Cooper-Laufs zeigte sich mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,512). Hochsignifikant, mittel hingen die beiden Parameter bei den 17-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 14-jährigen Mädchen zusammen (14: r=0,269; 17: r=0,355).

Tabelle 14: Zusammenhänge des Cooper-Laufs, Kraftausdauertests und Sprungkoordinationstests über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | w | 0,257 | -0,193 | -,442** | 1 | ,315* | -,305* | 0,097 | 0,246 | -0,033 | -0,007 | 0,025 | -0,021 | 0,238 | 0,194 | ,269* | ,344** |
| | 15 | w | 0,188 | -0,105 | -,295** | 1 | ,331** | -0,081 | ,320** | ,366** | 0,111 | 0,14 | -0,05 | 0,041 | 0,129 | ,259* | 0,132 | 0,22 |
| (4) | 16 | w | 0,091 | -,294* | -,433** | 1 | ,371** | 0,015 | 0,155 | ,320** | 0,173 | 0,197 | -0,059 | -0,004 | 0,144 | 0,14 | 0,225 | 0,215 |
| | 17 | w | 0,127 | -0,086 | -0,212 | 1 | ,314** | -0,115 | ,353** | ,379** | 0,185 | 0,033 | -0,008 | 0,068 | ,323** | ,348** | ,355** | ,375** |
| | 18 | w | 0,007 | -0,211 | -,266* | 1 | ,319* | -0,038 | ,344** | ,461** | 0,104 | 0,006 | 0,015 | 0,013 | ,433** | ,381** | ,512** | ,477** |
| | 14 | m | -0,211 | -,270* | -,239* | 1 | 0,213 | 0,112 | -0,024 | ,272* | 0,2 | 0,042 | 0,007 | -0,184 | -0,107 | -0,122 | 0,011 | 0,026 |
| | 15 | m | -0,193 | -,265* | -0,193 | 1 | ,418** | 0,199 | 0,208 | ,497** | ,224* | -0,054 | -0,266 | -0,257 | -0,144 | -,230* | -0,035 | -0,147 |
| (4) | 16 | m | -,221* | -,317** | -0,211 | 1 | ,322** | 0,003 | 0,187 | ,467** | 0,217 | -0,059 | 0,067 | -0,075 | -0,178 | -0,098 | -0,097 | 0,087 |
| | 17 | m | -0,146 | -,299** | -,254* | 1 | ,225* | -0,057 | 0,192 | ,433** | 0,143 | 0,018 | 0,017 | 0,05 | -0,102 | 0,044 | 0,004 | 0,215 |
| | 18 | m | 0,024 | -0,19 | -,249* | 1 | ,341* | -0,229 | 0,189 | ,335** | 0,193 | 0,127 | 0,209 | 0,175 | 0,009 | 0,163 | 0,103 | ,281* |
| | 14 | w | -,286* | -,422** | -,314* | ,315* | 1 | -,438** | 0,214 | ,495** | ,320* | ,305* | -0,269 | -0,295 | 0,035 | 0,064 | 0,257 | ,317* |
| | 15 | w | -,286* | -,373** | -,235* | ,331** | 1 | -,251* | 0,173 | ,427** | ,400** | ,291* | 0,076 | -,345* | -0,053 | -0,015 | 0,116 | 0,142 |
| (5) | 16 | w | -,265* | -,433** | -,296** | ,371** | 1 | -,276* | 0,202 | ,446** | ,274* | ,290* | -0,079 | -,459** | -0,026 | -0,031 | 0,145 | 0,146 |
| | 17 | w | -,269* | -,354** | -0,221 | ,314** | 1 | -,304** | 0,145 | ,358** | ,357** | ,312** | 0,037 | -,352* | 0,091 | -0,077 | ,261* | 0,121 |
| | 18 | w | -0,219 | -,401** | -,319* | ,319* | 1 | -,381** | 0 | 0,23 | 0,215 | 0,227 | -0,116 | -,542** | 0,143 | -0,007 | ,368** | 0,208 |
| | 14 | m | -,412** | -,287* | -0,074 | 0,213 | 1 | -,494** | -0,081 | ,241* | 0,063 | ,248* | -0,295 | -0,187 | -0,033 | -0,096 | 0,213 | 0,098 |
| | 15 | m | -,498** | -,360** | -0,085 | ,418** | 1 | -,338** | 0,124 | ,515** | ,323** | 0,191 | -0,103 | -0,003 | -,224* | -0,184 | -0,026 | 0,001 |
| (5) | 16 | m | -,419** | -,230* | 0,054 | ,322** | 1 | -,389** | 0,134 | ,335** | ,229* | 0,084 | 0,027 | 0,095 | -0,162 | -0,076 | -0,106 | 0,036 |
| | 17 | m | -,444** | -0,208 | 0,091 | ,225* | 1 | -,356** | 0,156 | ,342** | ,322** | 0,117 | 0,006 | 0,066 | -0,12 | -0,168 | -0,02 | -0,056 |
| | 18 | m | -,449** | -,355** | -0,124 | ,341* | 1 | -,431** | 0,083 | ,378** | 0,15 | 0,19 | 0,02 | -0,119 | -0,076 | -0,163 | 0,077 | -0,001 |
| | 14 | w | 0,056 | 0,126 | 0,103 | -,305* | -,438** | 1 | -0,104 | -0,182 | -0,21 | -,552** | 0,119 | 0,084 | -,319* | -0,245 | -,525** | -,430** |
| | 15 | w | 0,063 | -0,021 | -0,092 | -0,081 | -,251* | 1 | 0,146 | 0,171 | -0,035 | -,492** | 0,23 | -0,049 | -,327** | -,390** | -,411** | -,495** |
| (6) | 16 | w | 0,118 | 0,061 | -0,032 | 0,015 | -,276* | 1 | 0,142 | 0,098 | -0,083 | -,411** | 0,148 | 0,294 | -0,02 | -0,062 | -0,142 | -,230* |
| | 17 | w | 0,131 | 0,107 | 0,03 | -0,115 | -,304** | 1 | 0,081 | 0,009 | -0,128 | -,540** | 0,256 | 0,105 | 0,039 | -0,128 | -0,103 | -,313** |
| | 18 | w | 0,198 | 0,226 | 0,118 | -0,038 | -,381** | 1 | 0,167 | 0,034 | -0,109 | -,432** | 0,051 | -0,017 | 0,06 | 0,089 | -0,118 | -0,078 |
| | 14 | m | 0,198 | 0,019 | -0,145 | 0,112 | -,494** | 1 | -0,051 | -0,101 | -0,033 | -,507** | ,383** | 0,251 | -0,217 | -,230* | -,300** | -,312** |
| | 15 | m | 0,001 | -0,013 | 0,002 | 0,199 | -,338** | 1 | -0,075 | -0,082 | -0,134 | -,343** | 0,169 | ,348* | -0,183 | -0,208 | -,256* | -,263* |
| (6) | 16 | m | ,322** | 0,106 | -0,118 | 0,003 | -,389** | 1 | -0,07 | -0,148 | 0,101 | -,245* | 0,202 | 0,088 | -0,061 | 0,033 | -0,186 | -0,073 |
| | 17 | m | 0,193 | 0,179 | 0,084 | -0,057 | -,356** | 1 | -0,068 | -0,213 | -0,146 | -,326** | 0,065 | 0,157 | 0,189 | 0,027 | 0,055 | -0,115 |
| | 18 | m | ,248* | 0,129 | -0,034 | -0,229 | -,431** | 1 | -0,242 | -,371** | 0,009 | -0,228 | 0,14 | 0,18 | -0,041 | -0,012 | -0,129 | -0,082 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Es ergab sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,344; 17: r=0,375; 18: r=0,477). Signifikant, schwach korrelierte der Cooper-Lauf mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=0,281).

Korrelationen des Kraftausdauertests über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Der Kraftausdauertest korrelierte signifikant, schwach, invers mit der Körpergröße bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,286; 15: r=-0,286; 16: r=-0,265; 17: r=-0,269). In allen Altersstufen der Skirennläufer hing der Kraftausdauertest hochsignifikant, mittel, invers mit der Körpergröße zusammen (14: r=-0,412; 15: r=-0,498; 16: r=-0,419; 17: r=-0,444; 18: r=-0,449).

Bei den Skirennläuferinnen zeigten sich durchwegs hochsignifikante, mittlere, inverse Zusammenhänge des Kraftausdauertests mit dem Körpergewicht (14: r=-0,422; 15: r=-0,373; 16: r=-0,433; 17: r=-0,354; 18: r=-0,401). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Körpergewicht bei den 15- und 18-jährigen Skirennläufern (15: r=-0,360; 18: r=-0,355). Eine signifikante, schwache, inverse Korrelation des Kraftausdauertests mit dem Körpergewicht ergab sich bei den 14- und 16-jährigen Burschen (14: r=-0,287; 16: r=-0,230).

Der Kraftausdauertest korrelierte signifikant, mittel, invers mit dem BMI bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,314; 18: r=-0,319). Ein hochsignifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang dieser beiden Parameter konnte bei den 16-jährigen, sowie ein signifikanter, schwacher, inverser bei den 15-jährigen Athletinnen nachgewiesen werden (15: r=-0,235; 16: r=-0,296).

Hochsignifikant, mittel hing der Kraftausdauertest mit dem Cooper-Lauf in den Altersstufen der 15-, 16- und 17-jährigen Mädchen zusammen (14: r=0,331; 15: r=0,371; 16: r=0,314). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem Cooper-Lauf zeigte sich bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,315; 18: r=0,319). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Cooper-Lauf bei den 15- und 16-jährigen Skirennläufern (15: r=0,418; 16: r=0,322). Eine signifikante, mittlere bzw. schwache

Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den 18- und 17-jährigen Burschen (17: r=0,225; 18: r=0,341).

Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,438; 17: r=-0,304; 18: r=-0,381). In den Altersstufen der 15- und 16-jährigen Mädchen ergab sich ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang dieser beiden Parameter (15: r=-0,251; 16: r=-0,276). Durchwegs hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelationen des Kraftausdauertests mit dem Sprungkoordinationstest zeigten sich in allen Altersstufen der Skirennläufer (14: r=-0,494; 15: r=-0,338; 16: r=-0,389; 17: r=-0,356; 18: r=-0,431).

Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,495; 15: r=0,427; 16: r=0,446; 17: r=0,358). Hochsignifikant, stark hing der Kraftausdauertest mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,515). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich bei den 16-, 17- und 18-jährigen Athleten (16: r=0,335; 17: r=0,342; 18: r=0,378). Signifikant, schwach korrelierten die beiden Parameter in der Altersstufe der 14-jährigen Burschen (r=0,241).

Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Kraftausdauertests mit dem CMJ konnte bei den 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (15: r=0,320; 17: r=0,357). Signifikant, mittel sowie signifikant schwach hing der Kraftausdauertest mit dem CMJ bei den 14- und 17-jährigen Mädchen zusammen (14: r=0,320; 17: r=0,274). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte der Kraftausdauertest mit dem CMJ bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern (15: r=0,323; 17: r=0,322). Eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den 16-jährigen Burschen (r=0,229).

Der Kraftausdauertest wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem Reaktivkraftindex in der Altersstufe der 17-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,312). Signifikant, mittel hing der Kraftausdauertest mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Mädchen zusammen (r=0,305). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter konnte bei den 15- und 16-jährigen Athletinnen festgestellt

werden (15: r=0,291; 16: r=0,290). Der Kraftausdauertest hing signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,248).

Eine hochsignifikante, starke, inverse Korrelation des Kraftausdauertests mit dem Sensomotorikindex vor-rück zeigte sich bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,542). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei Mädchen im Alter von 16 Jahren (r=-0,459). Außerdem hingen diese beiden Parameter signifikant, mittel, invers in den Altersstufen der 15- und 17-jährigen Athletinnen zusammen (15: r=-0,345; 17: r=0,352).

Bei den 15-jährigen Skirennläufer korrelierte der Kraftausdauertest signifikant, invers mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,224).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte der Kraftausdauertest mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 18-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,261; 18: r=0,368).

Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,317).

Der Sprungkoordinationstest korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der Körpergröße bei den 16-jährigen, sowie signifikant, schwach bei den 18-jährigen Skirennläufern (16: r=0,322; 18: r=0,248).

Signifikant, mittel, invers hing der Sprungkoordinationstest mit dem Cooper-Lauf bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=-0,305).

Der Sprungkoordinationstest wies eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Kraftausdauertest bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen auf (14: r=-0,438; 17: r=-0,304; 18: r=-0,381). Signifikant, schwach, invers korrelierte der Sprungkoordinationstest mit dem Kraftausdauertest bei den 15- und 16-jährigen Mädchen (15: r=-0,251; 16: r=-0,276). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit dem Kraftausdauertest zeigte sich in allen Altersstufen der Skirennläufer (14: r=-0,494; 15: r=-0,338; 16: r=-0,389; 17: r=-0,356; 18: r=-0,431).

Hochsignifikant, mittel, invers hing der Sprungkoordinationstest mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläufern zusammen (r=-0,371).

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, stark, invers mit dem Reaktivkraftindex bei den 14- und 17-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=-0,552; 18: r=-0,540). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierten diese beiden Parameter in den Altersstufen der 15-, 16- und 18-jährigen Mädchen (15: r=-0,492; 16: r=-0,411; 18: r=-0,432). Ein hochsignifikanter, starker, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex ergab sich bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=-0,507). In den Altersklassen der 15- und 17-jährigen Athleten zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der beiden Parameter (15: r=-0,343; 17: r=-0,326). Der Sprungkoordinationstest wies einen signifikanten, schwachen, inversen Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex bei den 16-jährigen Skirennläufern auf (r=-0,245).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der Sprungkoordinationstests mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,383).

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, mittel mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=-0,348).

Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen sowie ein signifikanter, mittlerer, inverser bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (14: r=-0,319; 15: r=-0,327).

Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte der Sprungkoordinationstest mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,390). Es zeigte sich eine signifikante, schwache, inverse Korrelation der beiden Parameter bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=-0,230).

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, stark, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen sowie hochsignifikant, mittel, invers bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=-0,525; 15: r=-0,411). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte der Sprungkoordinationstest mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=-0,300). Ein signifikant, schwacher, inverser Zusammenhang der beiden Parameter konnte bei den 15-jährigen Athleten festgestellt werden (r=-0,256).

Es zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,430; 15: r=-0,495; 17: r=-0,313). Signifikant, schwach, invers hing der Sprungkoordinationstest mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16-jährigen Mädchen zusammen (r=-0,230). Der Sprungkoordinationstests korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 15-jährigen Skirennläufern (14: r=-0,312; 15: r=-0,263).

**Zusammenhänge der absoluten und relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und dem CMJ über fünf Jahre**

In weiterer Folge werden die Korrelationen der absoluten und relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur sowie des CMJ mit ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für die Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, dem Alter entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 15 (vgl. S. 158) entnommen werden.

Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Hochsignifikant, stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße bei den 14-jährigen sowie hochsignifikant, mittel bei den 15-jährigen Skirennläufern (14: r=0,505 15: r=0,398). Es ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße bei den 16-jährigen Burschen (r=0,256).

Hochsignifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Körpergewicht bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,390; 15: r=0,322). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich bei den 17- und 18-jährigen Mädchen (17: r=0,260; 18: r=0,259).

Bei den 14-jährigen Athleten korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit dem Körpergewicht (r=0,722). Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich in der Altersklasse der 15- und 16-jährigen Athleten (15: r=0,617; 16: r=0,549). Des Weiteren hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der Körpergröße bei den 17- und 18-jährigen Burschen zusammen (17: r=0,481; 18: r=0,482).

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem BMI bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen auf (14: r=0,450; 15: r=0,334). In den Altersklassen der 17- und 18-jährigen Mädchen zeigte sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter (17: r=0,222; 18: r=0,259). Hochsignifikant, stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem BMI bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,658; 15: r=0,559; 16: r=0,526). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter konnte bei den 17- und 18-jährigen Burschen festgestellt werden (17: r=0,440; 18: r=0,496).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Cooper-Lauf bei den 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,320; 17: r=0,353; 18: r=0,344).

Hochsignifikant, sehr stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,710; 16: r=0,779; 17: r=0,779; 18: r=0,813). In der Altersklasse der 14-jährigen Mädchen zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der beiden Parameter (r=0,686). Hochsignifikant, sehr stark hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern zusammen (16: r=0,747; 17: r=0,734; 18: r=0,736). Des Weiteren ergab sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der beiden Parameter in der Altersstufe der 14- und 15-jährigen Burschen (14: r=0,568; 15: r=0,673).

Es konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=0,539). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierten diese beiden Parameter bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen (15: r=0,348; 17: r=0,441; 18: r=0,401). Bei den Skirennläufern konnte in jeder Altersstufe ein hochsignifikanter,

mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ festgestellt werden (14: r=0,373; 15: r=0,390; 16: r=0,385; 17: r=0,499; 18: r=0,357).

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hing signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern zusammen (16: r=0,274; 17: r=0,275; 18: r=0,292).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen (14: r=0,355; 15: r=0,308; 16: r=0,332; 17: r=453; 18: r=0,478). Bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden (r=0,518). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter bei den 15-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 16-jährigen Athleten zusammen (15: r=0,398; 16: r=0,231).

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,506). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierten diese beiden Parameter bei den 14-, 16- und 17-jährigen Mädchen (14: r=0,457; 16: r=0,372; 17: r=0,369). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 15-jährigen Athletinnen (r=0,259). In den Altersstufen der 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Athleten korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (14: r=0,628; 15: r=0,650; 17: r=0,545; 18: r=0,564). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter in der Altersstufe der 16-jährigen Burschen zusammen (r=0,420).

Tabelle 15: Zusammenhänge der absoluten und relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und des CMJ über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | w | 0,009 | ,390** | ,450** | 0,097 | 0,214 | -0,104 | 1 | ,686** | 0,221 | 0,1 | 0,223 | 0,318 | ,355** | ,457** | 0,041 | 0,15 |
| | 15 | w | 0,101 | ,322** | ,334** | ,320** | 0,173 | 0,146 | 1 | ,710** | ,348** | 0,024 | 0,185 | 0,175 | ,308** | ,259* | 0,128 | 0,046 |
| (7) | 16 | w | 0,069 | 0,207 | 0,187 | 0,155 | 0,202 | 0,142 | 1 | ,779** | ,539** | 0,207 | -0,05 | -0,091 | ,332** | ,372** | 0,185 | 0,187 |
| | 17 | w | 0,101 | ,260* | ,222* | ,353** | 0,145 | 0,081 | 1 | ,766** | ,441** | 0,059 | -0,021 | 0,25 | ,453** | ,369** | ,292** | 0,138 |
| | 18 | w | 0,133 | ,293* | ,259* | ,344** | 0 | 0,167 | 1 | ,813** | ,401** | 0,178 | 0,287 | ,397* | ,478** | ,506** | ,295* | ,325* |
| | 14 | m | ,505** | ,722** | ,658** | -0,024 | -0,081 | -0,051 | 1 | ,568** | ,373** | 0,21 | 0,158 | 0,171 | ,518** | ,628** | 0,019 | 0,101 |
| | 15 | m | ,398** | ,617** | ,559** | 0,208 | 0,124 | -0,075 | 1 | ,673** | ,390** | 0,208 | 0,213 | 0,144 | ,398** | ,650** | -0,062 | ,281* |
| (7) | 16 | m | ,256* | ,549** | ,526** | 0,187 | 0,134 | -0,07 | 1 | ,747** | ,385** | ,274* | 0,155 | 0,153 | ,231* | ,420** | -0,173 | 0,061 |
| | 17 | m | 0,193 | ,481** | ,440** | 0,192 | 0,156 | -0,068 | 1 | ,734** | ,499** | ,275* | 0,073 | 0,198 | 0,085 | ,545** | -,266* | ,230* |
| | 18 | m | 0,129 | ,482** | ,496** | 0,189 | 0,083 | -0,242 | 1 | ,736** | ,357** | ,292* | 0,01 | 0,084 | 0,043 | ,564** | -,282* | ,283* |
| | 14 | w | -,425** | x | x | 0,246 | ,495** | -0,182 | ,686** | 1 | ,320* | 0,174 | -0,052 | -0,137 | 0,062 | 0,129 | 0,167 | 0,233 |
| | 15 | w | -,369** | x | x | ,366** | ,427** | 0,171 | ,710** | 1 | ,472** | 0,158 | -0,166 | -0,125 | -0,005 | -0,041 | 0,121 | 0,049 |
| (8) | 16 | w | -,290** | x | x | ,320** | ,446** | 0,098 | ,779** | 1 | ,588** | ,276* | -0,148 | -,452** | 0,122 | 0,144 | 0,217 | ,230* |
| | 17 | w | -,278* | x | x | ,379** | ,358** | 0,009 | ,766** | 1 | ,498** | 0,213 | -0,176 | -0,165 | 0,222 | 0,146 | ,339** | ,241* |
| | 18 | w | -0,23 | x | x | ,461** | 0,23 | 0,034 | ,813** | 1 | ,431** | ,311* | 0,036 | -0,051 | ,358** | ,282* | ,437** | ,377** |
| | 14 | m | -,252* | x | x | ,272* | ,241* | -0,101 | ,568** | 1 | ,422** | 0,096 | -0,073 | 0,111 | 0,046 | 0,095 | 0,069 | 0,085 |
| | 15 | m | -0,217 | x | x | ,497** | ,515** | -0,082 | ,673** | 1 | ,501** | 0,103 | -0,081 | 0,013 | -0,053 | 0,139 | -0,048 | 0,212 |
| (8) | 16 | m | -,239* | x | x | ,467** | ,335** | -0,148 | ,747** | 1 | ,480** | 0,17 | -0,018 | 0,003 | -0,122 | 0,05 | -0,127 | 0,111 |
| | 17 | m | -,277* | x | x | ,433** | ,342** | -0,213 | ,734** | 1 | ,509** | 0,171 | 0,039 | 0,135 | -0,192 | ,273* | -0,155 | ,393** |
| | 18 | m | -,328** | x | x | ,335** | ,378** | -,371** | ,736** | 1 | ,242* | 0,169 | -0,014 | 0,039 | -0,154 | ,264* | -0,125 | ,389** |
| | 14 | w | -0,065 | -0,118 | -0,094 | -0,033 | ,320* | -0,21 | 0,221 | ,320* | 1 | 0,173 | -0,312 | 0,174 | 0,102 | 0,142 | 0,119 | 0,149 |
| | 15 | w | -0,07 | -0,18 | -0,17 | 0,111 | ,400** | -0,035 | ,348** | ,472** | 1 | ,296** | -0,006 | -,363* | 0,022 | -0,013 | 0,054 | -0,017 |
| (9) | 16 | w | -0,037 | -0,16 | -0,159 | 0,173 | ,274* | -0,083 | ,539** | ,588** | 1 | ,300** | -0,103 | -0,253 | 0,169 | 0,116 | 0,182 | 0,124 |
| | 17 | w | -0,015 | -0,145 | -0,164 | 0,185 | ,357** | -0,128 | ,441** | ,498** | 1 | ,296** | 0,028 | -0,123 | ,233* | 0,112 | ,270* | 0,105 |
| | 18 | w | 0,039 | -0,057 | -0,089 | 0,104 | 0,215 | -0,109 | ,401** | ,431** | 1 | ,373** | -0,027 | -0,085 | 0,171 | 0,068 | 0,138 | 0,041 |
| | 14 | m | 0,134 | 0,108 | 0,042 | 0,2 | 0,063 | -0,033 | ,373** | ,422** | 1 | ,403** | -0,066 | 0,203 | 0,154 | ,227* | 0,09 | 0,175 |
| | 15 | m | -0,021 | 0,002 | 0,026 | ,224* | ,323** | -0,134 | ,390** | ,501** | 1 | ,496** | -0,1 | -0,094 | 0,119 | ,241* | 0,122 | ,286** |
| (9) | 16 | m | 0,001 | -0,017 | -0,021 | 0,217 | ,229* | 0,101 | ,385** | ,480** | 1 | ,381** | -0,014 | 0,092 | -0,042 | 0,177 | -0,123 | 0,182 |
| | 17 | m | 0,037 | 0,058 | 0,022 | 0,143 | ,322** | -0,146 | ,499** | ,509** | 1 | ,347** | -0,059 | 0,031 | -0,18 | 0,189 | -,268* | 0,131 |
| | 18 | m | ,315** | ,235* | 0,042 | 0,193 | 0,15 | 0,009 | ,357** | ,242* | 1 | ,474** | 0,064 | -0,035 | 0,092 | ,345** | -0,086 | 0,2 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Es zeigte sich ein hochsignifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen sowie ein signifikanter, schwacher bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,292; 18: r=0,295). Signifikant, schwach, invers korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern (17: r=-0,266; 18: r=-0,282).

Signifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,325). Eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern (15: r=0,281; 17: r=0,241; 18: r=0,283).

Korrelationen der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit der Körpergröße bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,425; 15: r=-0,369). Hochsignifikant, schwach, invers hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße bei den 16-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 17-jährigen Athletinnen zusammen (16: r=-0,290; 17: r=-0,278). Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=-0,328). Signifikant, schwach, invers korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Körpergröße bei den 14-, 16- und 17-jährigen Athleten (14: r=-0,252; 16: r=-0,239; 17: r=-0,277).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Cooper-Lauf bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,366; 16: r=0,320; 17: r=0,379; 18: r=0,461). Hochsignifikant, mittel hing die relative Maximalkraft der Beine mit dem Cooper-Lauf in den Altersstufen der 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern zusammen (15: r=0,497; 16: r=0,467; 17: r=0,433; 18: r=0,335). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beine mit dem Cooper-Lauf ergab sich bei den 14-jährigen Burschen (r=0,272).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Kraftausdauertest bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,495; 15: r=0,427; 16: r=0,446; 17: r=0,358). Bei den 15-jährigen Skirennläufern hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, stark mit dem Kraftausdauertest zusammen (r=0,515). Hochsignifikant, mittel korrelierten diese beiden Parameter bei den 16-, 17- und 18-jährigen Burschen (16: r=0,335; 17: r=0,342; 18: r=0,378). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Kraftausdauertest wurde bei den 14-jährigen Athleten nachgewiesen (r=0,241).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=0,371).

Hochsignifikant, sehr stark hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (15: r=0,710; 16: r=0,779; 17: r=0,766; 18: r=0,813). In der Altersstufe der 14-jährigen Mädchen zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation dieser beiden Parameter (r=0,686). Bei den 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur zusammen (16: r=0,747; 17: r=0,734; 18: r=0,736). Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang dieser beiden Parameter ergab sich bei den 14- und 15-jährigen Burschen (14: r=0,568; 15: r=0,673).

Es konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation der relativen Maximalkraft mit dem CMJ bei den Skirennläuferinnen im Alter von 16 Jahren festgestellt werden (r=0,588). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 15-, 17- und 18-jährigen Athletinnen (15: r=0,472; 17: r=0,498; 18: r=0,431). In der Altersstufe der 14-jährigen Mädchen zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=0,320). Es wurde eine hochsignifikante, starke Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern nachgewiesen (15: r=0,501; 17: r=0,509). In der Altersstufe der 14- und 16-jährigen Athleten hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, mittel mit dem CMJ zusammen (14: r=0,422; 16: r=0,480). Bei den 18-jährigen Burschen wurde ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter festgestellt (r=0,242).

Signifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei den 18-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (16: r=0,276; 18: r=0,311).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,452).

Bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden (r=0,358).

Signifikant, schwach, invers korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (18: r=0,282). Bei den 17- und 18-jährigen Athleten wurde ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur festgestellt werden (17: r=0,273; 18: r=0,264).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur konnte mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (17: r=0,339; 18: r=0,437).

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,377). Signifikant, schwach hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16- und 17-jährigen Athletinnen zusammen (16: r=0,230; 17: r=0,241). Es zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Skirennläufern (17: r=0,393; 18: r=0,389).

Korrelationen des CMJ über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Der CMJ hing hochsignifikant, mittel mit der Körpergröße bei den 18-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,315).

Bei den 18-jährigen Skirennläufern zeigte sich eine signifikant, schwache Korrelation des CMJ mit dem Körpergewicht (r=0,235).

Es zeigte sich, dass der CMJ signifikant, schwach mit dem Cooper-Lauf bei den 15-jährigen Skirennläufern korrelierte (r=0,224).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des CMJ mit dem Kraftausdauertest zeigte sich bei den 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,400; 17: r=0,357). Signifikant, mittel korrelierte der CMJ mit dem Kraftausdauertest bei den 14-jährigen sowie signifikant schwach bei den 16-jährigen Mädchen (14: r=0,320; 16: r=0,274). Hochsignifikant, mittel hing der CMJ mit dem Kraftausdauertest bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (15: r=0,323; 17: r=0,322). Der CMJ hing signifikant, schwach mit dem Kraftausdauertest bei den 16-jährigen Athleten zusammen (r=0,229).

Hochsignifikant, stark korrelierte der CMJ mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,539). Hochsignifikant, mittel hing der CMJ mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen zusammen (15: r=0,348; 17: r=0,441; 18: r=0,401). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des CMJ mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich in allen Altersklassen der Skirennläufer (14: r=0,373; 15: r=0,390; 16: r=0,385; 17: r=0,499; 18: r=0,357).

Der CMJ wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,588). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierten diese beiden Parameter bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen (15: r=0,472; 17: r=0,498; 18: r=0,431). Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des CMJ mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur wurde bei den 14-jährigen Athletinnen nachgewiesen (r=0,320). Der CMJ hing hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (15: r=0,501; 17: r=0,509). Es ergab sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation dieser beiden Parameter bei den 14- und 16-jährigen Athleten (14: r=0,422; 16: r=0,480). In der Altersstufe der 18-jährigen

Burschen wies der CMJ einen signifikanten, schwachen Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur auf (r=0,242).

Es wurde eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des CMJ mit dem Reaktivkraftindex bei den 16- und 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen (16: r=0,300; 18: r= 0,373). Des Weiteren hing der CMJ hochsignifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den 15- und 17-jährigen Mädchen zusammen (15: r=0,296; 17: r=0,296). Der CMJ wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem Reaktivkraftindex in allen Altersklassen der Skirennläufer auf (14: r=0,403; 15: r=0,496; 16: r=0,381; 17: r=0,347; 18: r=0,474).

Der CMJ korrelierte signifikant, mittel, invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,363).

Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des CMJ mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte bei den 17-jährigen Mädchen festgestellt werden (r=0,233).

Hochsignifikant, mittel hing der CMJ mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,345). In den Altersstufen der 14- und 15-jährigen Burschen ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des CMJ und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (14: r=0,227; 15: r=0,241).

Der CMJ korrelierte signifikant, schwach mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,270). Signifikant, schwach invers hing der CMJ mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen Burschen zusammen (r=-0,268).

Es wurde eine hochsignifikante, schwache Korrelation des CMJ mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern festgestellt (r=0,286).

**Zusammenhänge des Reaktivkraftindex, seitlichen Sensomotorikindex und Sensomotorikindex vor-rück über fünf Jahre**

In weiterer Folge werden die Korrelationen des Reaktivkraftindex, des seitlichen Sensomotorikindex und des Sensomotorikindex vor-rück mit ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für die Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, dem Alter entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 16 (vgl. S. 166) entnommen werden.

Korrelationen des Reaktivkraftindex über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Bei den Skirennläufern hing der Reaktivkraftindex signifikant, schwach mit der Körpergröße der 17- und 18-Jährigen zusammen (17: r=0,243; 18: r=0,228).

Der Reaktivkraftindex korrelierte signifikant, schwach, invers mit dem Körpergewicht bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,251).

Hochsignifikant, mittel, hing der Reaktivkraftindex mit dem Kraftausdauertest bei den 17-jährigen, sowie signifikant, mittel bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,305; 17: r=0,312). Eine signifikante, schwache Korrelation wies der Reaktivkraftindex mit dem Kraftausdauertest in den Altersstufen der 15- und 16-jährigen Athletinnen auf (15: r=0,291; 16: r=0,290). Signifikant, schwach korrelierte der Reaktivkraftindex mit dem Kraftausdauertest bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,248).

Der Reaktivkraftindex wies einen hochsignifikanten, starken, inversen Zusammenhang mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14- und 17-jährigen Skirennläuferinnen auf (14: r=-0,552; 17: r=-0,540). Hochsignifikant, mittel, invers hing der Reaktivkraftindex mit dem Sprungkoordinationstest in den Altersstufen der 15-, 16- und 18-jährigen Mädchen zusammen (15: r=-0,492; 16: r=-0,411; 18: r=-0,432). Bei den Skirennläufern korrelierte der Reaktivkraftindex hochsignifikant, stark, invers mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-Jährigen (r=-0,507). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang zeigte sich bei den 15- und 17-jährigen Burschen

(15: r=-0,343; 17: r=-0,326). Signifikant, schwach, invers hingen diese beiden Parameter bei den 16-jährigen Athleten zusammen (r=-0,245).

Bei den Burschen korrelierte der Reaktivkraftindex signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft bei den 16-, 17- und 18-Jährigen (16: r=0,274; 17: r=0,275; 18: r=0,292).

Signifikant, mittel hing der Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,311). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich bei den 15-jährigen Athletinnen (r=0,276).

Der Reaktivkraftindex korrelierte hochsignifikant, mittel mit dem CMJ bei den 16- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (16: r=0,300; 18: r=0,373). Eine hochsignifikante, schwache Korrelation wies der Reaktivkraftindex mit dem CMJ bei den 15- und 17-jährigen Athletinnen auf (15: r=0,296; 17: r=0,296). Der Reaktivkraftindex korrelierte hochsignifikant, mittel mit dem CMJ in allen Altersklassen der Skirennläufer (14: r=0,403; 15: r=0,496; 16: r=0,381; 17: r=0,347; 18: r=0,474).

Es ergab sich ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,294).

Signifikant, mittel, invers hing der Reaktivkraftindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=-0,387; 16: r=--0,365). In der Altersstufe der 17-jährigen Mädchen korrelierte der Reaktivkraftindex signifikant, schwach invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,291).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Reaktivkraftindex mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,320). Signifikant, schwach hingen diese beiden Parameter bei den 14- und 16-jährigen Athleten zusammen (14: r=0,264; 16: r=0,255).

Der Reaktivkraftindex korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15-, und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,308; 15: r=0,314; 16: r=0,404). Signifikant, schwach hing der Reaktivkraftindex mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Burschen zusammen (17: r=0,263; 18: r=0,295).

Tabelle 16: Zusammenhänge des Reaktivkraftindex, seitlichen Sensomotorikindex und Sensomotorikindex vor-rück über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | w | -0,129 | -0,124 | -0,056 | -0,007 | ,305* | -,552** | 0,1 | 0,174 | 0,173 | 1 | 0,106 | -,387* | 0,143 | 0,241 | ,424** | ,470** |
| | 15 | w | -0,081 | -0,17 | -0,146 | 0,14 | ,291* | -,492** | 0,024 | 0,158 | ,296** | 1 | -0,088 | -0,125 | 0,177 | 0,196 | ,281* | ,361** |
| (10) | 16 | w | -0,071 | -0,146 | -0,106 | 0,197 | ,290* | -,411** | 0,207 | ,276* | ,300** | 1 | -0,209 | -,365* | 0,076 | 0,141 | 0,21 | ,301** |
| | 17 | w | -0,194 | -,251* | -0,146 | 0,033 | ,312** | -,540** | 0,059 | 0,213 | ,296** | 1 | -,294* | -,291* | -0,079 | 0,018 | 0,082 | ,255* |
| | 18 | w | -0,166 | -0,228 | -0,144 | 0,006 | 0,227 | -,432** | 0,178 | ,311* | ,373** | 1 | -0,242 | -0,158 | 0,054 | -0,021 | 0,219 | 0,145 |
| | 14 | m | 0,145 | 0,172 | 0,138 | 0,042 | ,248* | -,507** | 0,21 | 0,096 | ,403** | 1 | -0,2 | -0,054 | ,264* | ,308** | ,284* | ,410** |
| | 15 | m | 0,066 | 0,16 | 0,17 | -0,054 | 0,191 | -,343** | 0,208 | 0,103 | ,496** | 1 | -0,24 | -0,154 | ,320** | ,314** | ,302** | ,374** |
| (10) | 16 | m | 0,069 | 0,19 | 0,189 | -0,059 | 0,084 | -,245* | ,274* | 0,17 | ,381** | 1 | 0,029 | 0,086 | ,255* | ,404** | 0,177 | ,367** |
| | 17 | m | ,243* | 0,174 | 0,016 | 0,018 | 0,117 | -,326** | ,275* | 0,171 | ,347** | 1 | -0,181 | -0,097 | 0,034 | ,263* | 0,04 | 0,207 |
| | 18 | m | ,228* | 0,215 | 0,109 | 0,127 | 0,19 | -0,228 | ,292* | 0,169 | ,474** | 1 | -0,024 | -0,076 | 0,067 | ,295* | -0,01 | 0,174 |
| | 14 | w | 0,319 | 0,301 | 0,101 | 0,025 | -0,269 | 0,119 | 0,223 | -0,052 | -0,312 | 0,106 | 1 | 0,204 | -0,093 | 0,209 | -,399* | -0,016 |
| | 15 | w | 0,151 | ,352* | 0,297 | -0,05 | 0,076 | 0,23 | 0,185 | -0,166 | -0,006 | -0,088 | 1 | 0,103 | -0,071 | 0,298 | -0,283 | 0,067 |
| (11) | 16 | w | -0,009 | 0,094 | 0,101 | -0,059 | -0,079 | 0,148 | -0,05 | -0,148 | -0,103 | -0,209 | 1 | 0,258 | -0,181 | -0,063 | -0,252 | -0,166 |
| | 17 | w | 0,122 | 0,158 | 0,078 | -0,008 | 0,037 | 0,256 | -0,021 | -0,176 | 0,028 | -,294* | 1 | ,373** | 0,199 | 0 | 0,133 | -0,164 |
| | 18 | w | 0,145 | 0,282 | 0,25 | 0,015 | -0,116 | 0,051 | 0,287 | 0,036 | -0,027 | -0,242 | 1 | 0,253 | 0,154 | 0,305 | -0,009 | 0,156 |
| | 14 | m | 0,259 | 0,22 | 0,122 | 0,007 | -0,295 | ,383** | 0,158 | -0,073 | -0,066 | -0,2 | 1 | ,400** | 0,089 | 0,187 | -0,119 | -0,005 |
| | 15 | m | 0,18 | ,307* | ,279* | -0,266 | -0,103 | 0,169 | 0,213 | -0,081 | -0,1 | -0,24 | 1 | ,527** | 0,044 | 0,132 | -0,19 | -0,134 |
| (11) | 16 | m | 0,12 | 0,218 | 0,174 | 0,067 | 0,027 | 0,202 | 0,155 | -0,018 | -0,014 | 0,029 | 1 | ,483** | 0,032 | -0,004 | -0,123 | -0,181 |
| | 17 | m | -0,013 | 0,057 | 0,08 | 0,017 | 0,006 | 0,065 | 0,073 | 0,039 | -0,059 | -0,181 | 1 | ,526** | -0,146 | 0,129 | -0,188 | 0,064 |
| | 18 | m | 0,045 | -0,042 | -0,11 | 0,209 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | -0,014 | 0,064 | -0,024 | 1 | ,458** | -0,119 | 0,126 | -0,099 | 0,167 |
| | 14 | w | 0,219 | ,523** | ,443** | -0,021 | -0,295 | 0,084 | 0,318 | -0,137 | 0,174 | -,387* | 0,204 | 1 | 0,136 | ,389* | -,339* | -0,007 |
| | 15 | w | 0,267 | 0,303 | 0,148 | 0,041 | -,345* | -0,049 | 0,175 | -0,125 | -,363* | -0,125 | 0,103 | 1 | 0,207 | ,368* | 0,064 | 0,179 |
| (12) | 16 | w | ,437** | ,377* | 0,043 | -0,004 | -,459** | 0,294 | -0,091 | -,452** | -0,253 | -,365* | 0,258 | 1 | 0,022 | 0,183 | -0,221 | -0,107 |
| | 17 | w | ,366* | ,467** | 0,237 | 0,068 | -,352* | 0,105 | 0,25 | -0,165 | -0,123 | -,291* | ,373** | 1 | 0,11 | ,368* | -0,135 | 0,002 |
| | 18 | w | ,344* | ,530** | ,380* | 0,013 | -,542** | -0,017 | ,397* | -0,051 | -0,085 | -0,158 | 0,253 | 1 | -0,04 | 0,208 | -,324* | -0,165 |
| | 14 | m | 0,179 | 0,116 | 0,011 | -0,184 | -0,187 | 0,251 | 0,171 | 0,111 | 0,203 | -0,054 | ,400** | 1 | -0,015 | 0,036 | -0,115 | -0,129 |
| | 15 | m | -0,071 | 0,154 | ,269* | -0,257 | -0,003 | ,348* | 0,144 | 0,013 | -0,094 | -0,154 | ,527** | 1 | -0,214 | -0,007 | -,373** | -0,14 |
| (12) | 16 | m | -0,024 | 0,181 | 0,25 | -0,075 | 0,095 | 0,088 | 0,153 | 0,003 | 0,092 | 0,086 | ,483** | 1 | -0,118 | 0,042 | -0,24 | -0,113 |
| | 17 | m | -0,079 | 0,115 | 0,192 | 0,05 | 0,066 | 0,157 | 0,198 | 0,135 | 0,031 | -0,097 | ,526** | 1 | -0,143 | 0,177 | -0,237 | 0,043 |
| | 18 | m | -0,04 | -0,021 | -0,014 | 0,175 | -0,119 | 0,18 | 0,084 | 0,039 | -0,035 | -0,076 | ,458** | 1 | 0,011 | -0,02 | 0,021 | 0,007 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

In der Altersstufe der 14-jährigen Skirennläuferinnen konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden (r=0,424). Bei den 15-jährigen Mädchen korrelierte der Reaktivkraftindex signifikant, schwach mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,281). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter bei den 15-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 14-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,284; 15: r=0,302).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,470; 15: r=0,361; 16: r=0,301). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich bei den 17-jährigen Mädchen (r=0,255). Der Reaktivkraftindex hing hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,410; 15: r=0,374; 16= r=0,367).

Korrelationen des seitlichen Sensomotorikindex über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Sowohl bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen als auch bei den 15-jährigen Skirennläufern korrelierte der seitliche Sensomotorikindex signifikant, im mittleren Bereich, mit dem Körpergewicht (15w: r=0,352; 15m: r=0,307).

Bei den 15-jährigen Athleten konnte ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des seitlichen Sensomotorikindex mit dem BMI nachgewiesen werden (r=0,279).

Hochsignifikant, mittel hing der seitliche Sensomotorikindex mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen Burschen zusammen (r=0,383).

Der seitliche Sensomotorikindex korrelierte signifikant, schwach, invers mit dem Reaktivkraftindex bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,294).

Bei den 17-jährigen Athletinnen korrelierte der seitliche Sensomotorikindex hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,373). Hochsignifikant, stark hing der seitliche Sensomotorikindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (15: r=0,527; 17: r=0,526). Die beiden Parameter wiesen eine hochsignifikante,

mittlere Korrelation zueinander bei den 14-, 16- und 18-jährigen Burschen auf (14: r=0,400; 16: r=0,483; 18: r=0,458).

Der seitliche Sensomotorikindex korrelierte nur in der Altersstufe der 14-jährigen Skirennläuferinnen signifikant, im mittleren Bereich mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,399).

Korrelationen des Sensomotorikindex vor-rück über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Sensomotorikindex vor-rück mit der Körpergröße bei den 16-jährigen sowie eine signifikante, mittlere bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (16: r=0,437; 17: r=0,366; 18: r=0,344).

Hochsignifikant, stark korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück mit dem Körpergewicht bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,523; 18: r=0,530). Der Sensomotorikindex vor-rück hing hochsignifikant, mittel mit dem Körpergewicht bei den 17-jährigen sowie signifikant, mittel bei den 16-jährigen Mädchen zusammen (16: r=0,377; 17: r=0,467).

Der Sensomotorikindex vor-rück wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit dem BMI bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,443). Signifikant, mittel hing der Sensomotorikindex vor-rück mit dem BMI bei den 18-jährigen Mädchen zusammen (r=0,380). Es zeigte sich eine signifikante, schwache Korrelation des Sensomotorikindex vor-rück mit dem BMI bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,269).

Bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück hochsignifikant, stark, invers mit dem Kraftausdauertest (r=-0,542). Hochsignifikant, mittel, invers hing der Sensomotorikindex vor-rück mit dem Kraftausdauertest bei den 16-jährigen sowie signifikant, mittel, invers bei den 15- und 17-jährigen Mädchen zusammen (15: r=-0,345; 16: r=-0,459; 17: r=-0,352).

Der Sensomotorikindex vor-rück wies eine signifikante, mittlere Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest bei den 15-jährigen Skirennläufern auf (r=0,348).

Signifikant, im mittleren Bereich, korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,397).

In der Altersstufe der 16-jährigen Skirennläuferinnen zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sensomotorikindex vor-rück mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,452).

Der Sensomotorikindex vor-rück hing signifikant, mittel, invers mit dem CMJ bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=-0,363).

Signifikant, mittel, invers korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück mit dem Reaktivkraftindex bei den 14- und 16-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 17-jährigen Mädchen (14: r=-0,387; 16: r=-0,365, 17: r=-0,291).

Im Zuge der Korrelationsanalyse ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Sensomotorikindex vor-rück mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,373). Hochsignifikant, stark korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück bei den 15- und 17-jährigen Skirennläufern (15: r=0,527; 17: r=0,526). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Sensomotorikindex vor-rück mit dem seitlichen Sensomotorikindex konnte bei den 14-, 16- und 18-jährigen Burschen nachgewiesen werden (14: r=0,400; 16: r=0,483; 18: r=0,458).

Der Sensomotorikindex vor-rück korrelierte signifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,389; 15: r=0,368; 17: r=0,368).

Signifikant, mittel, invers hing der Sensomotorikindex vor-rück mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=-0,339; 18: r=-0,324). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierten diese beiden Parameter bei den 15-jährigen Burschen (r=-0,373).

**Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über fünf Jahre**

Im weiteren Verlauf werden die Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Bauch- sowie Rückenmuskulatur mit ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, dem Alter entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 17 (vgl. S. 171) entnommen werden.

Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing hochsignifikant, mittel mit der Körpergröße bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,391). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der Körpergröße bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern (14: r=0,359; 15: r=0,441; 16: r=0,360; 17: r=0,304).

Es ergab sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Körpergewicht bei den 14-, 15- und 17-jährigen sowie eine signifikante, schwache bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,372; 15: r=0,391; 16: r=0,277; 17: r=0,320).

Hochsignifikant, stark hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Körpergewicht bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,580: 15: r=0,607; 16: r=0,517). Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit dem Körpergewicht bei den 17-jährigen sowie einen signifikant, schwachen bei den 18-jährigen Athleten auf (17: r=0,380; 18: r=0,268).

Tabelle 17: Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 14 | w | ,391** | ,372** | 0,132 | 0,238 | 0,035 | -,319* | ,355** | 0,062 | 0,102 | 0,143 | -0,093 | 0,136 | 1 | ,626** | ,704** | ,411** |
| | 15 | w | 0,2 | ,391** | ,346** | 0,129 | -0,053 | -,327** | ,308** | -0,005 | 0,022 | 0,177 | -0,071 | 0,207 | 1 | ,605** | ,891** | ,392** |
| (13) | 16 | w | 0,09 | ,277* | ,248* | 0,144 | -0,026 | -0,02 | ,332** | 0,122 | 0,169 | 0,076 | -0,181 | 0,022 | 1 | ,648** | ,904** | ,496** |
| | 17 | w | 0,157 | ,320** | ,250* | ,323** | 0,091 | 0,039 | ,453** | 0,222 | ,233* | -0,079 | 0,199 | 0,11 | 1 | ,599** | ,892** | ,383** |
| | 18 | w | 0,101 | 0,214 | 0,183 | ,433** | 0,143 | 0,06 | ,478** | ,358** | 0,171 | 0,054 | 0,154 | -0,04 | 1 | ,614** | ,881** | ,463** |
| | 14 | m | ,359** | ,580** | ,587** | -0,107 | -0,033 | -0,217 | ,518** | 0,046 | 0,154 | ,264* | 0,089 | -0,015 | 1 | ,678** | ,762** | ,395** |
| | 15 | m | ,441** | ,607** | ,493** | -0,144 | -,224* | -0,183 | ,398** | -0,053 | 0,119 | ,320** | 0,044 | -0,214 | 1 | ,612** | ,753** | ,330** |
| (13) | 16 | m | ,360** | ,517** | ,370** | -0,178 | -0,162 | -0,061 | ,231* | -0,122 | -0,042 | ,255* | 0,032 | -0,118 | 1 | ,567** | ,779** | ,329** |
| | 17 | m | ,304** | ,380** | 0,209 | -0,102 | -0,12 | 0,189 | 0,085 | -0,192 | -0,18 | 0,034 | -0,146 | -0,143 | 1 | ,264* | ,813** | 0,057 |
| | 18 | m | 0,154 | ,268* | 0,207 | 0,009 | -0,076 | -0,041 | 0,043 | -0,154 | 0,092 | 0,067 | -0,119 | 0,011 | 1 | 0,209 | ,829** | 0,04 |
| | 14 | w | ,403** | ,424** | 0,172 | 0,194 | 0,064 | -0,245 | ,457** | 0,129 | 0,142 | 0,241 | 0,209 | ,389* | ,626** | 1 | ,364** | ,775** |
| | 15 | w | ,248* | ,388** | ,290* | ,259* | -0,015 | -,390** | ,259* | -0,041 | -0,013 | 0,196 | 0,298 | ,368* | ,605** | 1 | ,445** | ,848** |
| (14) | 16 | w | 0,216 | ,294** | 0,167 | 0,14 | -0,031 | -0,062 | ,372** | 0,144 | 0,116 | 0,141 | -0,063 | 0,183 | ,648** | 1 | ,503** | ,863** |
| | 17 | w | ,295** | ,309** | 0,126 | ,348** | -0,077 | -0,128 | ,369** | 0,146 | 0,112 | 0,018 | 0 | ,368* | ,599** | 1 | ,445** | ,839** |
| | 18 | w | ,356** | ,368** | 0,16 | ,381** | -0,007 | 0,089 | ,506** | ,282* | 0,068 | -0,021 | 0,305 | 0,208 | ,614** | 1 | ,367** | ,869** |
| | 14 | m | ,447** | ,685** | ,658** | -0,122 | -0,096 | -,230* | ,628** | 0,095 | ,227* | ,308** | 0,187 | 0,036 | ,678** | 1 | ,307** | ,689** |
| | 15 | m | ,471** | ,712** | ,615** | -,230* | -0,184 | -0,208 | ,650** | 0,139 | ,241* | ,314** | 0,132 | -0,007 | ,612** | 1 | 0,178 | ,744** |
| (14) | 16 | m | ,354** | ,552** | ,435** | -0,098 | -0,076 | 0,033 | ,420** | 0,05 | 0,177 | ,404** | -0,004 | 0,042 | ,567** | 1 | ,235* | ,766** |
| | 17 | m | ,362** | ,430** | ,233* | 0,044 | -0,168 | 0,027 | ,545** | ,273* | 0,189 | ,263* | 0,129 | 0,177 | ,264* | 1 | 0,007 | ,784** |
| | 18 | m | ,237* | ,438** | ,347** | 0,163 | -0,163 | -0,012 | ,564** | ,264* | ,345** | ,295* | 0,126 | -0,02 | 0,209 | 1 | -0,047 | ,805** |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem BMI bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,346). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter wurde bei den 16- und 17-jährigen Mädchen festgestellt (16: r=0,248; 17: r=0,250). Es zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem BMI bei den 14-jährigen sowie ein hochsignifikanter, mittlerer bei den 15-jährigen Skirennläufern (14: r=0,587; 15: r=0,493). Hochsignifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem BMI bei den 16-jährigen Burschen zusammen (r=0,370).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Cooper-Lauf bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,323; 18: r=0,433).

Signifikant, schwach, invers hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Kraftausdauertest bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=-0,224).

Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest bei den 15-jährigen sowie ein signifikant, mittlerer, inverser bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (14: r=-0,319; 15: r=-0,327).

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur wies einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen auf (14: r=0,355; 15: r=0,308; 16: r=0,332; 17: r=0,453; 18: r=0,478). Hochsignifikant, stark korrelierten diese beiden Parameter bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,518). Des Weiteren hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 16-jährigen Burschen zusammen (15: r=0,398; 16: r=0,231).

Im Zuge der Korrelationsanalyse konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (r=0,358).

Signifikant, schwach korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 17-jährigen Athletinnen (r=0,233).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei den 15-jährigen sowie eine signifikant, schwache bei den 14- und 16-jährigen Athleten (14: r=0,264; 15: r=0,320; 16: r=0,255).

Durchwegs hochsignifikant, stark hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,626; 15: r=0,605; 16: r=0,648; 17: r=0,599; 18: r=0,614). Hochsignifikant, stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,612; 15: r=0,612; 16: r=0,567). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 17-jährigen Burschen (r=0,264).

Hochsignifikant, sehr stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,904). Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der beiden Parameter konnte in allen weiteren Altersstufen der Athletinnen nachgewiesen werden (14: 0,704; 16: r=0,891; 17: r=0,892; 18: r=0,881). Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hing durchwegs hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Skirennläufern zusammen (14: r=0,762; 15: r=0,753; 16: r=0,779; 17: r=0,813; 18: r=0,829).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen (14: r=0,411; 15: r=0,392; 16: r=0,496; 17: r=0,383; 18: r=0,463). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,395; 15: r=0,330; 16: r=0,329).

Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der Körpergröße bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,403; 18: r=0,356). Ein hochsignifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der Körpergröße zeigte sich bei den 17-jährigen sowie ein signifikant schwacher bei den 15-jährigen Mädchen (15: r=0,248; 17: r=0,295). Hochsignifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der Körpergröße bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,447; 15: r=0,471; 16: r=0,354; 17: r=0,362). Des Weiteren wurde ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter bei den 18-jährigen Burschen nachgewiesen (r=0,237).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht bei den 14-, 15, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,424, 15: r=0,388; 17: r=0,309; 18: r=0,368). In der Altersstufe der 16-jährigen Mädchen ergab sich ein hochsignifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=0,294). Hochsignifikant, sehr stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht bei den 15-jährigen sowie hochsignifikant, stark bei den 14- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,658; 15: r=0,712; 16: r=0,552). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Körpergewicht wurde bei den 17- und 18-jährigen Burschen festgestellt (17: r=0,430; 18: r=0,438).

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing signifikant, schwach mit dem BMI der 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,290). Hochsignifikant, stark korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem BMI bei den 14- und 15-jährigen Skirennläufern (14: r=0,658; 15: r=0,615). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem BMI ergab sich bei den 16- und 18-jährigen sowie eine signifikant, schwache bei den 17-jährigen Burschen (16: r=0,435; 17: r=0,233; 18: r=0,347).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich mit dem Cooper-Lauf bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,348; 18: r=0,381). Signifikant, schwach hingen diese beiden Parameter bei den 15-jährigen Athletinnen zusammen (r=0,259). Es ergab sich

ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Cooper-Lauf bei den 15-jährigen Burschen (r=-0,230).

Hochsignifikant, mittel, invers hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=-0,390). In der Altersstufe der 14-jährigen Skirennläufer konnte ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest nachgewiesen werden (r=-0,230).

Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur konnte bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (r=0,506). Hochsignifikant, mittel korrelierten diese beiden Parameter bei den 14-, 16- und 17-jährigen Mädchen (14: r=0,457; 16: r=0,372, 17: r=0,369). Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,259). Es ergab sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern (14: r=0,628; 15. r=0,650; 17: r=0,545; 18: r=0,564). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierten diese beiden Parameter in der Altersstufe der 16-jährigen Burschen (r=0,420).

Es zeigte sich ein signifikant, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen sowie bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern (18w: r=0,2828; 17m: r=0,273; 18m: r=0,264).

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel mit dem CMJ bei den 18-jährigen Athleten (r=0,345). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter ergab sich bei den 14--und 15-jährigen Burschen (14: r=0,227; 15: r=0,241).

Hochsignifikant, mittel hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-, 15- und 16-jährigen Athleten zusammen (14: r=0,308; 15: r=0,314; 16: r=0,404). Es zeigte sich eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter bei den 17- und 18-jährigen Burschen (17: r=0,263; 18: r=0,295).

Signifikant, im mittleren Bereich korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,389; 15: r=0,368; 17: r=0,368).

Durchwegs hochsignifikant, stark hing die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,626; 15: r=0,605; 16: r=0,648; 17: r=0,599; 18: r=0,614). Eine hochsignifikante, starke Korrelation der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich bei den 14-, 15- und 16-jährigen Athleten (14: r=0,678; 15: r=0,612; 16: r=0,567). In der Altersstufe der 17-jährigen Burschen konnte ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der beiden Parameter festgestellt werden (r=0,264).

Die absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (16: r=0,503). Des Weiteren hingen diese Parameter hochsignifikant, mittel bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen zusammen (14: r=0,364; 15: r=0,445; 17: r=0,445; 18: r=0,367). Es ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen sowie ein signifikant, schwacher bei den 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,307; 16: r=0,235).

Durchwegs hochsignifikante, sehr starke Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigten sich mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur, in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen (14: r=0,775; 15: r=0,848; 16: r=0,863; 17: r=0,839; 18: r=0,869). Bei den Athleten im Alter von 15, 16, 17 und 18 Jahren korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur (15: r=0,744; 16: r=0,766; 17: r=0,784; 18: r=0,805). Hochsignifikant, stark hingen diese beiden Parameter bei den 14-jährigen Burschen zusammen (r=0,689).

**Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über fünf Jahre**

Im Folgenden werden die Korrelationen der relativen Maximalkraft der Bauch- sowie Rückenmuskulatur mit ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten über den Zeitraum von fünf Jahren dargestellt. Die Zusammenhänge werden sowohl für die Skirennläuferinnen als auch für die Skirennläufer des Schigymnasium Stams, dem Alter entsprechend, angeführt. Die vollständigen (hoch-) signifikanten sowie nicht signifikanten Korrelationen können aus Tabelle 17 (vgl. S. 178) entnommen werden.

Korrelationen der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Es zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Cooper-Lauf bei den 18-jährigen sowie ein hochsignifikanter, mittlerer bei den 17-jährigen Mädchen (17: r=0,355; 18: r=0,512). Signifikant, schwach hingen diese beiden Parameter bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=0,269).

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich mit dem Kraftausdauertest bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,368). Signifikant, schwach korrelierten diese beiden Parameter bei den Athletinnen im Alter von 17 Jahren (r=0,261).

Hochsignifikant, stark, invers hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (r=-0,525). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Kraftausdauertest zeigte sich bei den 15-jährigen Mädchen sowie bei den 14-jährigen Burschen (15w: r=-0,411; 14m: r=-0,300).

Tabelle 18: Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über 5 Jahre (m und w)

| | Alter | Geschlecht | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (15) | 14 | w | 0,05 | x | x | ,269* | 0,257 | -,525** | 0,041 | 0,167 | 0,119 | ,424** | -,399* | -,339* | ,704** | ,364** | 1 | ,558** |
| | 15 | w | -0,07 | x | x | 0,132 | 0,116 | -,411** | 0,128 | 0,121 | 0,054 | ,281* | -0,283 | 0,064 | ,891** | ,445** | 1 | ,438** |
| | 16 | w | -0,136 | x | x | 0,225 | 0,145 | -0,142 | 0,185 | 0,217 | 0,182 | 0,21 | -0,252 | -0,221 | ,904** | ,503** | 1 | ,545** |
| | 17 | w | -0,111 | x | x | ,355** | ,261* | -0,103 | ,292** | ,339** | ,270* | 0,082 | 0,133 | -0,135 | ,892** | ,445** | 1 | ,463** |
| | 18 | w | -0,237 | x | x | ,512** | ,368** | -0,118 | ,295* | ,437** | 0,138 | 0,219 | -0,009 | -,324* | ,881** | ,367** | 1 | ,432** |
| (15) | 14 | m | -0,171 | x | x | 0,011 | 0,213 | -,300** | 0,019 | 0,069 | 0,09 | ,284* | -0,119 | -0,115 | ,762** | ,307** | 1 | ,505** |
| | 15 | m | -0,027 | x | x | -0,035 | -0,026 | -,256* | -0,062 | -0,048 | 0,122 | ,302** | -0,19 | -,373** | ,753** | 0,178 | 1 | ,318** |
| | 16 | m | -0,058 | x | x | -0,097 | -0,106 | -0,186 | -0,173 | -0,127 | -0,123 | 0,177 | -0,123 | -0,24 | ,779** | ,235* | 1 | ,417** |
| | 17 | m | -0,04 | x | x | 0,004 | -0,02 | 0,055 | -,266* | -0,155 | -,268* | 0,04 | -0,188 | -0,237 | ,813** | 0,007 | 1 | 0,178 |
| | 18 | m | -0,14 | x | x | 0,103 | 0,077 | -0,129 | -,282* | -0,125 | -0,086 | -0,01 | -0,099 | 0,021 | ,829** | -0,047 | 1 | 0,119 |
| (16) | 14 | w | 0,095 | x | x | ,344** | ,317* | -,430** | 0,15 | 0,233 | 0,149 | ,470** | -0,016 | -0,007 | ,411** | ,775** | ,558** | 1 |
| | 15 | w | -0,021 | x | x | 0,22 | 0,142 | -,495** | 0,046 | 0,049 | -0,017 | ,361** | 0,067 | 0,179 | ,392** | ,848** | ,438** | 1 |
| | 16 | w | -0,016 | x | x | 0,215 | 0,146 | -,230* | 0,187 | ,230* | 0,124 | ,301** | -0,166 | -0,107 | ,496** | ,863** | ,545** | 1 |
| | 17 | w | 0,01 | x | x | ,375** | 0,121 | -,313** | 0,138 | ,241* | 0,105 | ,255* | -0,164 | 0,002 | ,383** | ,839** | ,463** | 1 |
| | 18 | w | 0,066 | x | x | ,477** | 0,208 | -0,078 | ,325* | ,377** | 0,041 | 0,145 | 0,156 | -0,165 | ,463** | ,869** | ,432** | 1 |
| (16) | 14 | m | -0,042 | x | x | 0,026 | 0,098 | -,312** | 0,101 | 0,085 | 0,175 | ,410** | -0,005 | -0,129 | ,395** | ,689** | ,505** | 1 |
| | 15 | m | 0,024 | x | x | -0,147 | 0,001 | -,263* | ,281* | 0,212 | ,286** | ,374** | -0,134 | -0,14 | ,330** | ,744** | ,318** | 1 |
| | 16 | m | -0,075 | x | x | 0,087 | 0,036 | -0,073 | 0,061 | 0,111 | 0,182 | ,367** | -0,181 | -0,113 | ,329** | ,766** | ,417** | 1 |
| | 17 | m | -0,015 | x | x | 0,215 | -0,056 | -0,115 | ,230* | ,393** | 0,131 | 0,207 | 0,064 | 0,043 | 0,057 | ,784** | 0,178 | 1 |
| | 18 | m | -0,131 | x | x | ,281* | -0,001 | -0,082 | ,283* | ,389** | 0,2 | 0,174 | 0,167 | 0,007 | 0,04 | ,805** | 0,119 | 1 |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 17-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,292; 18: r=0,295). Signifikant, schwach, invers hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern zusammen (17: r=-0,266; 18: r=-0,282).

Es ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Mädchen (17: r=0,339; 18: r=0,437).

Signifikant, schwach hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem CMJ bei den 17-jährigen Athletinnen zusammen (r=0,270). Bei den 17-jährigen Burschen wurde eine signifikante, schwache Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem CMJ festgestellt (r=-0,268).

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Mädchen, sowie bei den 15-jährigen Burschen (14w: r=0,424; 15m: r=0,302). Signifikant, schwach hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei den Athletinnen im Alter von 15 Jahren zusammen (r=0,281). Bei den 14-jährigen Skirennläufern zeigte sich ebenfalls ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=0,284).

Es konnte ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (r=-0,399).

Signifikant, im mittleren Bereich, invers korrelierte die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,339; 18: r=-0,324). Bei den Burschen im Alter von 14 Jahren ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=-0,373).

Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur wies einen hochsignifikanten, nahezu perfekten Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16-jährigen Athletinnen auf (r=0,904). In den Altersstufen der 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen korrelierte die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur

(14: r=0,704; 15: r=0,891; 17: r=0,892; 18: r=0,881). Durchwegs hochsignifikant, sehr stark hing die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Skirennläufern zusammen (14: r=0,762; 15: r=0,753; 16: r=0,779; 17: r=0,813; 18: r=0,829).

Eine hochsignifikante, starke Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 16-jährigen Athletinnen (r=0,503). In den Altersstufen der 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen korrelierten diese beiden Parameter hochsignifikant, im mittleren Bereich (14: r=0,364; 15: r=0,445; 17: r=0,445, 18: r=0,367). Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläufern festgestellt werden (r=0,307).

Es zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,558; 16: r=0,545). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter in den Altersstufen der 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen zusammen (15: r=0,438; 17: r=0,463; 18: r=0,432). Die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-jährigen Athleten auf (r=0,505). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter ergab sich bei den 15- und 16-jährigen Burschen (15: r=0,318; 16: r=0,417).

Korrelationen der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur über fünf Jahre bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, mittel mit dem Cooper-Lauf bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,344; 17: r=0,375; 18: r=0,477). Einen signifikanten, schwachen Zusammenhang wies die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Cooper-Lauf bei den 18-jährigen Skirennläufern auf (r=0,281).

Es ergab sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Kraftausdauertest bei den 14-jährigen Mädchen (r=0,317).

Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,430; 15: r=-0,495; 17: r=-0,313). Ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang der relativen Maximalkraft mit dem Sprungkoordinationstest zeigte sich bei den 16-jährigen Mädchen (r=-0,230). Hochsignifikant, mittel invers hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen sowie signifikant, schwach invers bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=-0,312; 15: r=-0,263).

Es zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Athletinnen (r=0,325). Signifikant, schwach korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern (15: r=0,281; 17: r=0,230; 18: r=0,283).

Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Mädchen sowie bei den 17- und 18-jährigen Burschen zusammen (18w: r=0,377; 17m: r=0,393; 18m: r=0,389). Es konnte ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (16: r=0,230; 17: r=0,241).

Es zeigte sich eine hochsignifikante, schwache Korrelation der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem CMJ bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,286).

Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei den Mädchen im Alter von 14, 15 und 16 Jahren (14: r=0,470; 15: r=0,361; 16: r=0,301). Eine signifikante, schwache Korrelation dieser beiden Parameter zeigte sich bei den 17-jährigen Athletinnen (17: r=0,255). Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur hing hochsignifikant, mittel mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-, 15- und 16-jährigen Burschen zusammen (14: r=0,410; 15: r=0,374; 16: r=0,367).

Durchwegs hochsignifikant, mittel hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,411; 15: r=0,392; 16: r=0,496; 17: r=0,383; 18: r=0,463). Es ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der

relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=0,395; 15: r=0,330; 16: r=0,329).

Es zeigten sich hochsignifikante, sehr starke Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur in allen Altersklassen der Athletinnen (14: r=0,775; 15: r=0,848; 16: r=0,863; 17: r=0,839; 18: r=0,869). Hochsignifikant, stark hing die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Athleten zusammen (15: r=0,744; 16: r=0,766; 17: r=0,784; 18: r=0,805). In der Altersstufe der 14-jährigen Burschen zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=0,689).

Hochsignifikant, stark korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,558; 16: r=0,545). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen (15: r=0,438; 17: r=0,463; 18: r=0,432). Die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur wies einen hochsignifikanten, starken Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläufern auf (r=0,505). Des Weiteren konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation dieser beiden Parameter bei den 15- und 16-jährigen Burschen festgestellt werden (15: r=0,318; 16: r=0,417).

# 4 Diskussion

Bisherige Untersuchungen zu den Zusammenhängen von sportmotorischen Fähigkeiten wurden vor allem in Spiel- und Mannschaftssportarten durchgeführt (vgl. Kapitel 1.4, S.62). Für den alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf gab es bisher keine Informationen hinsichtlich der Zusammenhänge sportmotorischer Fähigkeiten. Die Literatur beschäftigte sich bislang vor allem mit der Bedeutung der sportmotorischen Fähigkeiten hinsichtlich des Anforderungsprofils bzw. deren Beziehung mit dem sportlichen Erfolg im alpinen Skirennsport (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). Insbesondere der Nachwuchsbereich scheint jedoch in den letzten Jahren vermehrt an Interesse gewonnen zu haben. Hierbei rückte unter anderen die Talentselektion bzw. –förderung und die geschlechtsspezifischen und individuellen Unterschiede in der (sport-) motorischen Entwicklung von jungen Skirennläufern/innen, in den Vordergrund (Raschner et al., 2008; Mildner et al., 2012; Raschner et al., 2013; Müller et al., 2015a/b; Raschner et al., 2015; Müller et al., 2017; Steidl-Müller et al., 2019; Steidl-Müller et al., 2020). Die Frage nach dem Wirkungsgefüge der verschiedenen sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf, vor allem im Nachwuchssport, scheint jedoch nach wie vor ungeklärt zu sein und gibt Anstoß für immer neue Betrachtungsansätze. Die vorliegende Arbeit sowie die analysierte Längsschnittuntersuchung der Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei alpinen Nachwuchsskirennläufern/innen soll sich in diese Thematik einreihen.

Im Zuge der Korrelationsanalyse konnte festgestellt werden, dass die Körpergröße hochsignifikant stark bis sehr stark mit dem Körpergewicht, sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern, korrelierte (14w: r=0,569, 14m: r=0,805; 15w: r=0,638; 15m: r=0,739; 16w: r=0,557; 16m: r=0,661; 17w: r=0,570; 17m: r=0,612; 18w: 0,608; 18m: r=0,610). Während der Zusammenhang der beiden Parameter bei den Mädchen durchwegs im starken Bereich lag, zeigte sich bei den Burschen im Alter von 14 und 15- Jahren ein sehr starker. Diese sehr starke Korrelation der Körpergröße mit dem Körpergewicht bei den 14- und 15-jährigen Athleten könnte damit zusammenhängen, dass der puberale Wachstumsschub bei Jungen, sowie der damit verbundene Gewichtanstieg, später einsetzt (12-15 Jahre) als bei Mädchen (10-13 Jahre) (Crasselt, 1994). Hinsichtlich der Gewichtszunahme

sind weibliche Jugendliche bis zum 12./13. Lebensjahr schwerer als männliche und es kommt auch nach Vollendung des Größenwachstums zu einem Gewichtsanstieg. Mit der Vollendung des 14. Lebensjahres holen die Burschen die Mädchen ein. Laut Crasselt (1994) sinkt die jährliche Gewichtszunahme bei den Jungen ab dem 15. Lebensjahr und Größen- bzw. Gewichtsanstieg verlaufen parallel. Die durchwegs hochsignifikanten, starken Zusammenhänge der Körpergröße mit dem Körpergewicht in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen sowie in den weiteren Altersklassen der Skirennläufer sind möglicherweise ein Indikator dafür, dass sich die Körpergröße und das Körpergewicht im Verlauf der Zeit gleichzeitig weiterentwickelten oder diese annähernd gleichblieben. So argumentierte auch Crasselt (1994), dass das Größenwachstum bei beiden Geschlechtern in der Regel im Alter von 17/18 Jahren abgeschlossen ist und die entwicklungsbedingte Gewichtszunahme mit Eintritt in das frühe Erwachsenenalter stagniert. (Crasselt, 1994) Da der Zusammenhang der Körpergröße mit dem Körpergewicht über alle Altersstufen der Athleten/innen hinweg annähernd gleichblieb, könnte dieser, gemäß Nimphius et al. (2010) als ursächlich interpretiert werden. Hinsichtlich der Korrelation der Körpergröße mit dem Körpergewicht bei Athletinnen konnten Watanabe et al. (2019) ebenfalls feststellen, dass diese Parameter hochsignifikant sehr stark bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9) miteinander korrelierten (r=0,742).

Die Körpergröße und der BMI hingen nur bei den 14-jährigen Skirennläufern hochsignifikant, mittel zusammen (r=0,357). In den anderen Altersstufen der Burschen sowie in allen Altersklassen der Mädchen zeigte sich keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter. Bei genauerer Betrachtung der Korrelationen wurde ersichtlich, dass sich auch bei den 15-jährigen Jungen ein positiver Zusammenhang der Körpergröße und dem BMI ergab, auch wenn dieser nicht signifikant war. Dieses Ergebnis könnte rückschließend ebenfalls mit dem bereits erwähnten später einsetzenden Wachstumsschub der männlichen Jugendlichen in Verbindung gebracht werden. Brignac et al. (2011) berichteten von einer signifikanten, schwachen Korrelation der Körpergröße mit dem BMI bei männlichen und weiblichen Collegeathleten/innen (21,9±2,1). Im Gegensatz dazu konnten Watanabe et al. (2019) keinen signifikanten Zusammenhang der beiden Parameter bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9) feststellen. Das Ergebnis von Watanabe et al. (2019) ähnelt jenem der vorliegenden Studie, da ebenfalls keine signifikante Korrelation der

Körpergröße mit dem BMI bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren nachgewiesen wurde.

Ein Zusammenhang der Körpergröße mit dem Cooper-Lauf konnte nur bei den Athleten im Alter von 16 Jahren festgestellt werden. Hierbei korrelierte die Körpergröße signifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf (r=-0,221). In dieser Altersstufe scheint die Körpergröße daher die aerobe Ausdauerleistung der Burschen tendenziell, schwach, negativ beeinflusst zu haben. Wong et al. (2009) wiesen hingegen eine signifikante, schwache Korrelation der Körpergröße mit dem Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Laufs (YYIER2) bei männlichen U-14 männlichen Fußballspielern nach (r=0,26). In einer früheren Untersuchung von Silvestre et al. (2006) korrelierte die Körpergröße jedoch nicht signifikant mit der gelaufenen Distanz beim YYIER2 bei männlichen Fußballspierlern im Alter von 19,9±1,3 Jahren. In der vorliegenden Untersuchung ergab sich kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit dem Cooper-Lauf in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen sowie bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern. Diese beiden Parameter schienen folglich voneinander unabhängig zu sein. Diese gegenseitige Unabhängigkeit könnte bei den Athletinnen, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden. Zu einer ähnlichen Erkenntnis kamen auch Saavedra et al. (2018), welche keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit dem YYIER2 bei weiblichen Handballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre) feststellen konnten.

Im Allgemeinen weisen die Ergebnisse darauf hin, dass die Körpergröße einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Leistung beim Kraftausdauertest hatte. Es zeigte sich, dass die Körpergröße signifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen zusammenhing (14: r=0,-286; 15: r=-0,286; 16: r=-0,265; 17: r=-0,269). Kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter ergab sich bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen. Bei näherer Betrachtung wurde ersichtlich, dass die Ausprägung der Korrelation mit dem Alter bei den Skirennläuferinnen tendenziell abnahm. So zeigt sich bei den 18-jährigen Athletinnen ein zwar nicht signifikanter Zusammenhang der beiden Parameter, in seiner Ausprägung ist dieser jedoch geringer als in den Jahren zuvor. Schlussfolgernd könnte dies darauf hinweisen, dass der tendenzielle, wenn auch schwache, negative Einfluss der Körpergröße auf die Leistung beim Kraftausdauertest bei den Mädchen mit Erreichen des frühen Erwachsenenalters abnahm. Hinsichtlich der männlichen Skirennläufer korrelierte die Körpergröße mit

dem Kraftausdauertest in allen Altersstufen hochsignifikant, mittel, invers (14: r=-0,412; 15: r=-0,498; 16: r=-0,419; 17: r=-0,444; 18: r=-0,449). Die Ausprägung der inversen Korrelationen bei den Mädchen lagen im schwachen Bereich während sie sich bei den Jungen im mittleren Bereich befanden. Daher könnte rückgeschlossen werden, dass der tendenzielle, negative Einfluss der Körpergröße auf die Kraftausdauerleistung bei den Athleten ein größerer war, als bei den Athletinnen. Zu erkennen war auch, dass die Körpergröße mit dem Kraftausdauertest bei den 15-jährigen Skirennläufern am stärksten korrelierte. Dies könnte wiederum darauf hinweisen, dass sich Burschen in diesem Alter in einer verstärkten Wachstumsphase befanden. Erwähnenswert ist auch, dass die Ausprägungen der Korrelationen sowohl bei den Mädchen als auch Burschen über alle Altersstufen hinweg relativ konstant blieben. Somit könnten die ermittelten Zusammenhänge als ursprünglich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Die Körpergröße hing mit dem Sprungkoordinationstest bei den 16-jährigen Athleten hochsignifikant, mittel (r=0,322) sowie bei den 18-Jährigen signifikant, schwach (r=0,248) zusammen. In den Altersklassen der 14-, 15- und 17-jährigen Burschen sowie in allen Altersstufen der Mädchen hing die Körpergröße nicht signifikant mit dem Sprungkoordinationstest zusammen. Folglich scheint es, dass die Körpergröße nur bei den Burschen im Alter von 16 und 18 Jahren einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Zeit, in welcher der Sprungkoordinationstest absolviert wurde, hatte. Hinsichtlich der Korrelation der Körpergröße mit einem Agilitätstest (T-Drill) bei weiblichen Athletinnen berichteten Garcia-Gil et al. (2018) von ähnlichen Ergebnissen. Die Autoren konnten ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang bei weiblichen Basketballspielerinnen (18 bis 32 Jahre) nachweisen. Brahim et al. (2013) verwiesen auf einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang der Körpergröße mit dem Agility-15m-Run bei männlichen U-13 Fußballspielern (r=0,36). In einer aktuelleren Untersuchung von Leutzinger et al. (2018) konnte eine signifikante, sehr schwache Korrelation der Körpergröße mit dem L-Cone-Agilitätstest (r=0,059) und eine signifikant schwache mit dem Pro-Agility Test (r=0,119) bei männlichen Footballspielern im High-School Alter nachgewiesen werden. In diesem Kontext scheint auch die Untersuchung von Mathisen und Pettersen (2015) interessant zu sein, welche den Zusammenhang der Körpergröße mit einem selbstentwickelten Agilitätstest bei männlichen Fußballspielern in verschiedener Altersklassen (10 bis 12 Jahre, 13 bis 14 Jahre, 15 bis 16 Jahre) überprüften. Hier zeigte sich, dass die

beiden Parameter nur in der Altersstufe der 13- bis 14-jährigen Athleten signifikant, schwach korrelierten (r=0,28) (Mathisen & Pettersen, 2015). Hervorzuheben ist, dass sich die Agilitätstests der erwähnten Untersuchungen zu jenem der vorliegenden Studie unterschieden. So wurden die von anderen Autoren verwendeten Agilitätstest laufend von den Probanden/innen bewältigt, während der Sprungkoordinationstest durchsprungen wurde. In der zugrundeliegenden Studie wurden keine signifikanten Korrelationen der Körpergröße mit dem Sprungkoordinationstest bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren nachgewiesen. Da die Körpergröße und der Sprungkoordinationstest über alle Altersstufen der Mädchen hinweg keine signifikanten Zusammenhänge aufwiesen, könnte deren Beziehung zueinander als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010). Somit scheint die Körpergröße keinen tendenziellen Einfluss auf die Sprungkoordination der Athletinnen gehabt zu haben.

Bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt werden (r=0,505). Die Körpergröße hing bei den 15-jährigen Skirennläufern hochsignifikant, mittel und bei den 16-Jährigen signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur zusammen (15: r=0,398; 16: r=0,256). In den weiteren Altersstufen der Athleten sowie in allen Altersklassen der Athletinnen wurde keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur nachgewiesen. Es könnte daher davon ausgegangen werden, dass die Körpergröße die absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur nur bei den Jungen im Alter von 14-, 15- und 16 Jahren tendenziell, positiv beeinflusste. Bei näherer Betrachtung der Ergebnisse zeigte sich, dass die nicht signifikanten Korrelationen der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den älteren Athleten (17 und 18 Jahre) in ihrer Ausprägung abnahmen. Dies würde darauf hindeuten, dass sich der tendenzielle, positive Einfluss der Körpergröße auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Alter der Burschen reduzierte, was sich in nicht signifikanten Korrelationen widerspiegelte. Bei den Mädchen ergab sich durchwegs kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur. Folglich könnte davon ausgegangen werden, dass die Körpergröße der Athletinnen keinen tendenziellen Einfluss auf die absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur hatte. Die Körpergröße und die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur der Mädchen schienen, basierend auf diesem

Ergebnis, voneinander unabhängige Parameter zu sein. Diese Unabhängigkeit der Körpergröße und der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Skirennläuferinnen könnte als ursächlich interpretiert werden, da sie über alle Altersstufen hinweg konstant blieb (Nimphius et al., 2010).

Ein anderes Bild ergab sich bei der Korrelationsüberprüfung zwischen der Körpergröße und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur. Die Körpergröße korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,425; 15: r=-0,369). Außerdem konnte ein hochsignifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang der beiden Parameter bei den 16-jährigen sowie ein signifikant, schwacher, inverser bei den 17-jährigen Athletinnen festgestellt werden (16: r=-0,290; 17: r=-0,278). Kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur zeigte sich hingegen bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen. Basierend auf diesem Ergebnis könnte die Körpergröße die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur der Athletinnen im Alter von 14 bis 17 Jahren tendenziell, negativ beeinflusst haben. Hervorzuheben ist auch, dass die Ausprägungen der festgestellten inversen Zusammenhänge mit dem Alter abnahmen. Während diese im 14. Lebensjahr der Mädchen noch im mittleren Bereich lagen, zeigte sich im Alter von 17 Jahren nur mehr eine schwache Korrelationsausprägung. Dies könnte darauf hindeuten, dass der Einfluss der Körpergröße auf die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Mädchen mit dem Alter abnahm. Bei den Skirennläufern hing die Körpergröße signifikant, schwach, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 16- und 17-Jährigen zusammen (14: r=-0,252; 16: r=-0,239; 17: r=-0,277). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte die Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=-0,328). Kein signifikanter Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich bei den 15-jährigen Skirennläufern. Auch bei den Jungen könnte man folglich rückschließen, dass sich die Körpergröße tendenziell, negativ auf die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur auswirkte. Lagen die Korrelationsausprägungen der beiden Parameter bei den 14-jährigen Burschen noch im schwachen, inversen Bereich, so ließ sich im Alter von 18 Jahren ein mittlerer, inverser Zusammenhang der Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur feststellen. Im Vergleich zu den Ergebnissen der Athletinnen, zeigte sich demnach bei den Athleten,

dass die Ausprägung der Korrelationen mit dem Alter zunahm, diese jedoch immer noch im mittleren Bereich lag.

Die Körpergröße korrelierte nur bei den 18-jährigen Skirennläufern hochsignifikant, mittel mit dem Counter Movement Jump (CMJ) (r=0,315). In allen anderen Altersstufen der Athleten, konnte kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit der CMJ-Sprunghöhe nachgewiesen werden. Aufgrund dieses Ergebnisses könnte rückgeschlossen werden, dass die Körpergröße nur bei den 18-jährigen Burschen einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die Explosivkraft hatte. In einer vergleichbaren Untersuchung, hinsichtlich des Alters der Athleten, von Silvestre et al. (2006) wurde keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit der Sprunghöhe beim CMJ bei männlichen Fußballspielern im Alter von 19,9±1,3 Jahre nachgewiesen. Ein (hoch-) signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit der CMJ-Sprunghöhe, wenngleich bei jüngeren Athleten, konnten Wong et al. (2009) und Brahim et al. (2013) feststellen. In beiden Untersuchungen wurde ebenfalls eine Kraftmessplatte zur Ermittlung der Sprunghöhe beim CMJ verwendet. Wong et al. (2009) wiesen einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang der Körpergröße mit der Sprunghöhe beim CMJ bei männlichen U-14 Fußballspielern nach (r=0,36). In der Untersuchung von Brahim et al. (2013) zeigte sich eine vergleichsweise geringere Korrelation der beiden Parameter bei männlichen U-13 Fußballspielern (r=0,19). Im Gegensatz zu den angeführten Studien, konnte in der vorliegenden Untersuchung keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit der Sprunghöhe des CMJ bei den jüngsten Skirennläufern (14 Jahre) nachgewiesen werden. Bei den Skirennläuferinnen wurde in der zugrundeliegenden Studie in allen Altersstufen kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit der Sprunghöhe des CMJ nachgewiesen. Basierend auf diesem Ergebnis könnte rückgeschlossen werden, dass die Körpergröße keinen tendenziellen Einfluss auf die Explosivkraft der Mädchen im Alter von 14 bis 18 Jahren hatte. Da die beiden Parameter über alle Altersstufen der Mädchen hinweg eine tendenzielle, gegenseitige Unabhängigkeit aufwiesen, könnte diese, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden. Mehrere Autoren berichteten ebenfalls, dass sich im Zuge ihrer Analyse keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit dem CMJ-Sprunghöhe bei weiblichen Athletinnen ergab (Garcia-Gil et al., 2018; Saavedra et al., 2018; Watanabe et al., 2019).

Es zeigte sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der Körpergröße mit dem Reaktivkraftindex bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern (17: r=0,243;

18: r=0,228). Folglich könnte davon ausgegangen werden, dass die Körpergröße einen tendenziellen, wenn auch schwachen Einfluss auf den Reaktivkraftindex der Jungen in diesen Altersstufen hatte. Bei den 14-, 15- und 16-jährigen Athleten schienen die Körpergröße und die Reaktivkraft hingegen voneinander unabhängige Parameter zu sein. Bei den Athletinnen wies die Körpergröße in keiner der Altersklassen eine signifikante Korrelation mit dem Reaktivkraftindex auf. Schlussfolgernd würde dieses Ergebnis darauf hinweisen, dass die Körpergröße die Reaktivkraft bei den Mädchen im Alter von 14 bis 18 Jahren nicht beeinflusste. Gemäß Nimphius et al. (2010) könnte von einer ursächlichen Unabhängigkeit der beiden Parameter bei den Skirennläuferinnen ausgegangen werden.

Sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen wurde kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit dem seitlichen Sensomotorikindex nachgewiesen. Somit schienen die Körpergröße und die seitliche, sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei den Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 und 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter zu sein. Basierend auf diesem Ergebnis könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der Körpergröße und des seitlichen sensomotorischen Gleichgewichts als ursächlich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Die Körpergröße korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,437). In den Altersstufen der 17- und 18-jährigen Mädchen ergab sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang der Körpergröße mit dem Sensomotorikindex vor-rück (17: r=0,366; 18: r=0,344). Keine signifikante Korrelation der Parameter konnte bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden. Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass die Körpergröße einen tendenziellen, positiven Einfluss auf das sensomotorische Gleichgewicht in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den 16-, 17- und 18-jährigen Athletinnen hatte. Bei genauerer Betrachtung des Ergebnisses war zu erkennen, dass der Zusammenhang der Körpergröße mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den Mädchen im Alter von 16 Jahren seine höchste Ausprägung zeigte und anschließend wieder abnahm. Im alpinen Skirennlauf muss der Körperschwerpunkt möglichst über der kleinen und labilen Unterstützungsfläche, der Skikante, gehalten werden, um Muskelkräfte während eines Schwungs auf die Schneeoberfläche optimal übertragen zu können (Raschner & Müller, 2001). Im Vorfeld der vorliegenden Untersuchung war daher zu vermuten, dass kleinere

Skirennläufer/innen, aufgrund ihres tieferen Körperschwerpunkts, einen bestimmten Vorteil hinsichtlich der Gleichgewichtsfähigkeitsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück haben könnten. Es zeigte sich jedoch gegenteiliges, wobei die Körpergröße bei den 16-, 17- und 18-jährigen Athletinnen einen positiven Einfluss auf die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) gehabt zu haben schien. Dies könnte darauf hindeuten, dass im Training der Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams möglicherweise ein Schwerpunkt gesetzt wurde und größere Athletinnen vermehrt Gleichgewichtstraining absolviert haben. Bei den Burschen hingegen ergab sich keine signifikante Korrelation der Körpergröße mit dem Sensomotorikindex vor-rück. Daher könnte davon ausgegangen werden, dass diese Parameter bei den Athleten voneinander unabhängig waren und die Körpergröße keinen Einfluss auf das sensomotorische Gleichgewicht (vor-rück) hatte. Da diese gegenseitige Unabhängigkeit der Parameter bei den Burschen über alle Altersstufen hinweg festgestellt werden konnte, könnte diese als ursächlich ausgelegt werden (Nimphius et al., 2010).

Im Zuge der Korrelationsanalyse konnte bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur nachgewiesen werden (r=0,391). In den weiteren Altersstufen der Mädchen korrelierten diese beiden Parameter nicht signifikant. Unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Korrelationen, ließ sich erkennen, dass der tendenzielle, positive Einfluss der Körpergröße auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur altersbedingt bei den Athletinnen abnahm. Eine Ausnahme, mit einem leichten Anstieg, bildete hierbei die Altersklasse der 17-jährigen Mädchen, wenn auch der Zusammenhang nicht signifikant war. Bei den Skirennläufern korrelierte die Körpergröße hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft bei den 14-, 15-, 16- und 17-Jährigen (14: r=0,359; 15: r=0,441; 16: r=0,360; 17: r=0,304). Kein signifikanter Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte hingegen bei den 18-jährigen Athleten festgestellt werden. Bei einem Vergleich der Ergebnisse der Mädchen und Burschen, war zu erkennen, dass die Korrelationen dieser beiden Parameter bei den 14-Jährigen für beide Geschlechter noch annähernd gleich waren. Der tendenzielle, mittlere, positive Einfluss der Körpergröße auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur war jedoch bei den Jungen auch noch in den Altersstufen der 15-, 16- und 17-Jährigen gegeben, während sich bei den Mädchen keine signifikanten Korrelationen zeigten.

Somit könnte rückgeschlossen werden, dass der tendenzielle, positive Einfluss des Körpergewichts auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Burschen in allen Altersstufen stärker war und dieser bei den Mädchen wesentlich früher abnahm.

Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,403; 18: r=0,356). Hochsignifikant, schwach korrelierte die Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-jährigen (r=0,295) sowie signifikant, schwach bei den 15-jährigen Mädchen (r=0,248). Kein signifikanter Zusammenhang konnte bei den 16-jährigen Athletinnen nachgewiesen werden. Folglich könnte dieses Ergebnis darauf hindeuten, dass die Körpergröße und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur einen gegenseitigen, tendenziellen Einfluss bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Athletinnen aufwiesen. Dieser nahm bei den Mädchen bis zum 16. Lebensjahr ab und stieg anschließend wieder bis zum Alter von 18 Jahren an. Watanabe et al. (2019) berichteten ebenfalls von einem signifikanten Zusammenhang der Körpergröße mit der absoluten, isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Die Autoren wiesen nach, dass diese Paramater signifikant, schwach bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) miteinander korrelierten (r=0,270). In der vorliegenden Untersuchung hing die Körpergröße hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläufern zusammen (14: r=0,447; 15: r=0,471; 16: r=0,354; 17: r=0,362). Eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter konnte bei den 18-jährigen Burschen festgestellt werden (r=0,237). Im Alter von 14 Jahren war die Ausprägung des Zusammenhangs der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Skirennläuferinnen und Skirennläufern annähernd gleich. Im Gegensatz zu den Mädchen zeigte sich bei den Burschen jedoch, eine kontinuierliche Abnahme der Korrelationen, mit Ausnahme der 17-Jährigen. So konnte im 18. Lebensjahr der Athletinnen ein mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter festgestellt werden, während dieser bei den Burschen im selben Alter nur mehr im schwachen Bereich lag.

Sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern, zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge der Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der

Bauch- bzw. Rückenmuskulatur. Somit scheint die Körpergröße keinen tendenziellen Einfluss auf die relative Maximalkraft der Bauch- sowie Rückenmuskulatur gehabt zu haben. Folglich waren diese Parameter voneinander unabhängig. Da sich in keiner der Altersstufen eine signifikante Korrelation der Körpergröße mit der relativen Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur ergab, könnte diese gegenseitige Unabhängigkeit der Parameter als ursächlich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Es zeigte sich eine signifikante, schwache, inverse Korrelation des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,294). In den weiteren Altersstufen der Mädchen korrelierte das Körpergewicht nicht signifikant mit dem Cooper-Lauf. Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht nur bei den 16-jährigen Athletinnen einen tendenziellen, wenn auch schwachen, negativen Einfluss auf die aerobe Ausdauer hatte. Im Vergleich konnten Saavedra et al. (2018) keine signifikante Korrelation des Körpergewichts mit der gelaufenen Distanz beim Yo-Yo Intermittent Endurance 2 Lauf (YYIER 2) bei weiblichen Handballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre) feststellen. Diese Erkenntnis ähnelt jener der vorliegenden Untersuchung, da kein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit der gelaufenen Distanz beim Cooper-Lauf der 18-jährigen Athletinnen nachgewiesen werden konnte. Bei den Burschen im Alter von 14 und 15 Jahren hing das Körpergewicht signifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf zusammen (14: r=-0,270; 15: r=-0,265). Ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf wurde bei den 16-jährigen Skirennläufern festgestellt (r=-0,317). Des Weiteren korrelierten diese beiden Parameter hochsignifikant, schwach, invers bei den 17-Jährigen (r=-0,299). Zu einem vergleichbaren Ergebnis kamen Brahim et al. (2013), welche eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation des Körpergewichts mit der zurückgelegten Distanz beim YYIER1 bei männlichen U-13 Fußballspielern nachweisen konnten (r=-0,40). In der vorliegenden Untersuchung wurde kein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf bei den 18-jährigen Athleten nachgewiesen. Vergleichbar ist dieses Ergebnis mit jenem von Silvestre et al. (2006), welche ebenfalls von keinem signifikanten Zusammenhang des Körpergewichts mit der gelaufenen Distanz beim YYIER2 bei männlichen Fußballspielern im Alter von 19,9±1,3 Jahre berichteten. Auffällig war, dass der höchste Ausprägungsgrad der Korrelation von

Körpergewicht und Cooper-Lauf bei den Skirennläufern im Alter von 16 Jahren nachgewiesen wurde. Bei genauerer Betrachtung der Ergebnisse war zu erkennen, dass der tendenzielle, negative Einfluss des Körpergewichts auf die aerobe Ausdauerleistung bei den Burschen nach dem 16. bis zum 18. Lebensjahr abnahm. Interessant ist auch, der Vergleich zwischen Mädchen und Jungen hinsichtlich der Korrelationsausprägungen des Körpergewichts mit dem Cooper-Lauf. So konnte bei den Mädchen nur bei den 16-Jährigen eine signifikante, inverse Korrelation der beiden Parameter nachgewiesen werden. Bei den Burschen hingegen korrelierte das Körpergewicht (hoch-) signifikant, invers mit dem Cooper-Lauf in allen Altersstufen, mit Ausnahme der 18-Jährigen. Daher könnte das Körpergewicht über mehrere Lebensjahre hinweg die Laufleistung der Burschen tendenziell, negativ beeinflusst haben, während dies bei den Mädchen nur bei den 16-Jährigen der Fall war.

Das Körpergewicht wies eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Kraftausdauertest, in allen Altersstufen der Athletinnen, auf (14: r=-0,422; 15: r=-0,373; 16: r=-0,433; 17: r=-0,354; 18: r=-0,401). In der vorliegenden Studie zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Kraftausdauertest bei den 15- und 18-jährigen Athleten (15: r=-0,360; 18: r=-0,355). Signifikant, schwach, invers korrelierte das Körpergewicht mit dem Kraftausdauertest bei den 14- und 16-jährigen Skirennläufern (14: r=-0,287; 16: r=-0,230). Keine signifikante Korrelation der beiden Parameter konnte bei den 17-jährigen Athleten festgestellt werden. Auch Varaa et al. (2012) berichteten über einen mittleren, inversen Zusammenhang des Körpergewichts mit der Kraftausdauer der Beinmuskulatur bei Männern im Alter von 25,5±5,0 Jahren des finnischen Militärs. Die Autoren schlussfolgerten, dass leichtere Personen bei dynamischen Kraftausdauertestungen besser abschneiden als schwerere. Dies sei darauf zurückzuführen, dass bei dieser Art von Testung das Körpergewicht gegen die Schwerkraft bewegt werden muss. (Varaa et al., 2012) Die Ergebnisse der vorliegenden Studie könnten darauf hindeuten, dass das Körpergewicht einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Kraftausdauerleistung bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 17-jährigen Burschen, hatte. Zu erkennen war auch, dass die (hoch-) signifikanten, inversen Korrelationen bei den Mädchen, im Vergleich zu den Burschen, geringfügig höhere Ausprägungen aufwiesen. Folglich könnte die Kraftausdauerleistung der Athletinnen stärker von dem Körpergewicht beeinflusst worden sein, als jene der Burschen. Erwähnenswert ist auch, dass die Ausprägungen

der Korrelationen vor allem bei den Athletinnen über alle Altersstufen hinweg relativ konstant blieben. Die ermittelten inversen Zusammenhänge könnten somit bei den Mädchen als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010). Im alpinen Skirennlauf werden während eines Schwungs keine Maximalkraftwerte erzielt. Die durchschnittliche Kraftentfaltung sowie deren Aufrechterhaltung über einen vollständigen Lauf gilt daher als entscheidend. (Patterson et al., 2009) In der vorliegenden Untersuchung schien das Körpergewicht einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Kraftausdauerleistungsfähigkeit der Skirennläufer/innen gehabt zu haben. Dem Körpergewicht wird jedoch vor allem in den Speeddisziplinen Super-G und Abfahrt eine positive Rolle, hinsichtlich der Leistung zugesprochen (Vermeulen et al., 2017). Mit Vollendung des 15. Lebensjahres treten Skirennläufer/innen bei FIS-Rennen an, was bedeutet, dass diese vermehrt auch Wettkämpfe in den Speeddisziplinen absolvieren. Damit gehen auch längere Lauf- bzw. Belastungszeiten einher (50s bis 120s), weshalb die Kraftausdauerleistungsfähigkeit als einer der bedeutsamsten Aspekte der Leistungsfähigkeit von Skirennläufer/innen angesehen wird (Bosco, 1997; Patterson et al., 2009). Bezüglich des Körpergewichts verwiesen Vermeulen et al. (2017) darauf, dass es gilt den Anteil der fettfreien Masse zu erhöhen, da sich diese positiv auf die Erfolgswahrscheinlichkeit auswirken würde. Eine reine Erhöhung des Körpergewichts sei nicht zielführend. (Vermeulen et al., 2017). Taeymans et al. (2012) berichteten hingegen, dass ein erhöhter Fettanteil bei weiblichen Athletinnen keinen leistungslimitierenden Faktor darstellt. Unter Anbetracht der Ergebnisse der vorliegenden Studie, sollte darauf hingewiesen werden, dass das Körpergewicht jedoch vor allem bei den Mädchen einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Kraftausdauerleistungsfähigkeit gehabt zu haben schien. Bei den Skirennläufern zeigte sich ähnliches, wobei der mögliche negative Einfluss des Körpergewichts ein geringerer als bei den Mädchen war. Diese tendenzielle negative Beeinflussung der Kraftausdauer durch das Körpergewicht sollte daher in der Entwicklung der Skirennläufer/innen berücksichtigt werden. Neben der Ausbildung einer optimal ausgeprägten Kraftausdauer gilt es daher auch auf ein entsprechendes Ernährungsverhalten zu achten.

Die Korrelationsanalyse des Körpergewichts und des Sprungkoordinationstests ergab für beide Geschlechter keine signifikanten Zusammenhänge. Somit könnte davon ausgegangen werden, dass das Körpergewicht keinen tendenziellen Einfluss auf die Agilität der Athleten/innen hatte. Das Körpergewicht und die Agilität der

Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren schienen voneinander unabhängige Parameter zu sein. Da sich in keiner der Altersstufen ein signifikanter Zusammenhang ergab, könnte diese Unabhängigkeit der Parameter als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al. 2010). In der Untersuchung von Garcia Gil et al. (2018) zeigte sich ebenfalls keine signifikante Korrelation des Körpergewichts mit einem Agilitätstest (T-Drill) bei weiblichen Basketballspielerinnen (18 bis 32 Jahre). In diesem Kontext scheint auch die Studie von Mathisen und Pettersen (2015) interessant zu sein. Die Autoren untersuchten männliche Fußballspieler, welche in verschiedene Altersklassen eingeteilt wurden (10 bis 12 Jahre, 13 bis 14 Jahre, 15 bis 16 Jahre). Hierbei konnte in keiner der Altersstufen ein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit einem selbstentwickelten Agilitätstest nachgewiesen werden. (Mathisen & Pettersen, 2015). Im Gegensatz dazu berichteten Brahim et al. (2013) davon, dass das Körpergewicht hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Agility-15m-Run bei männlichen U13-Fußballspielern korrelierte (r=0,36). Auch Leutzinger et al. (2018) verwiesen auf einen signifikanten, mittleren Zusammenhang der Körpergröße mit dem L-Cone-Agilitätstest (r=0,474) sowie einen signifikant, starken mit dem Pro-Agility Test (r=0,508) bei männlichen Footballspielern im High-School Alter. Auch an dieser Stelle sei erwähnt, dass sich der Sprungkoordinationstest, welcher in der vorliegenden Untersuchung verwendet wurde, wesentlich von jenen in anderen Studien unterschied. Der Sprungkoordinationstest wird im Gegensatz zu anderen Agilitätstests durchsprungen und kann mit der modernen Skitechnik in Verbindung gebracht werden (Steidl-Müller et al., 2020). Dies könnte eine mögliche Erklärung für die Unterschiede der Ergebnisse der vorliegenden, zu jenen von den angeführten Studien sein.

Im Zuge der Korrelationsanalyse zeigte sich, dass das Körpergewicht hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Skirennläuferinnen im Alter von 14 und 15 Jahren korrelierte (14: r=0,390; 15: r=0,322). Signifikant, schwach hingen diese beiden Parameter bei den 17- und 18-jährigen Athletinnen zusammen (17: r=0,260; 18: r=0,293). Kein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich bei den 16-jährigen Mädchen. Folglich könnte das Körpergewicht bei den Athletinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 16-Jährigen, einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur gehabt haben. Im Allgemeinen war bei den Skirennläuferinnen zu erkennen, dass die Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der

Beinmuskulatur bis zum 16. Lebensjahr leicht abnahm und anschließend bist zum 18. Lebensjahr wieder anstieg. Bei den Skirennläufern korrelierte das Körpergewicht hochsignifikant, sehr stark mit der absoluten Maximalkraft der Beine bei den 14-Jährigen (r=0,722). Eine hochsignifikante, starke Korrelation der beiden Parameter zeigte sich bei den 15- und 16-jährigen Athleten (15: r=0,617; 16: r=0,549). Außerdem konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Skirennläufern festgestellt werden (17: r=0,481; 18: r=0,482). Somit könnte rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Athleten im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, positiv beeinflusste. Bei den Burschen zeigte sich, dass die Ausprägungen der Korrelationen des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur vom 14. bis zum 18. Lebensjahr abnahmen. Vergleicht man die Zusammenhangsausmaße der Burschen mit jenen der Mädchen, dann war zu erkennen, dass diese bei den Burschen durchwegs in allen Altersstufen stärker waren. Es könnte somit schlussgefolgert werden, dass das Körpergewicht bei den Burschen einen tendenziell stärkeren, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft hatte, als bei den Mädchen. Interessant ist auch, dass die Korrelationsausprägung des Körpergewichts sowie der Körpergröße mit der absoluten Maximalkraft im 14. und 15. Lebensjahr der Jungen am stärksten war. Dies könnte auf die hormonellen Veränderungen (vermehrte Testosteronausschüttung mit anaboler Wirkung, Erhöhung der Muskelmasse) und auf den bereits erwähnten, puberalen Wachstumsschub der Jungen, welcher mit einer Gewichtszunahme einhergeht, zurückzuführen sein (Crasselt, 1994; Meinel & Schnabel, 2007; Menzi et al. 2007). Bei Mädchen setzt dieser Wachstumsschub in der Regel früher ein (10-13 Jahre) (Crasselt, 1994). Was wiederum möglicherweise erklären würde, warum im 14. und 15. Lebensjahr der Athletinnen ein mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt werden konnte und dieser anschließend in seiner Ausprägung abnahm. Im Allgemeinen können die Kräfte im alpinen Skirennlauf das Ein-bis Dreifache des Körpergewichts erreichen (Turnbull et al., 2009). Gilgien et al. (2018) verwiesen darauf, dass Skifahrer/innen in 40% der Laufzeit im Riesentorlauf bzw. im Super-G, Bodenreaktionskräfte in der Höhe des 1,5-fachen ihres Körpergewichts ausgesetzt sind. Neben einer hohen individuellen Maximalkraft ist daher aufgrund der Vielzahl an Einzelschwüngen während eines Rennens auch eine optimale Kraftausdauerfähigkeit nötig. Spitzenpfeil et al. (2009)

gaben in diesem Zusammenhang an, dass im Durchschnitt während eines Schwungs mindestens 75% der persönlichen Maximalkraft benötigt wird. Wie bereits zuvor erwähnt, wird dem Körpergewicht vor allem in den Speeddisziplinen eine positive Rolle hinsichtlich der Leistung zugesprochen. Der Anteil der fettfreien Masse am Körpergewicht sollte maximiert werden, da dieser mit höheren Erfolgswahrscheinlichkeiten einhergeht, als eine reine Erhöhung des Körpergewichts. (Vermeulen et al., 2017) Ein erhöhter Fettanteil war bei weiblichen Skirennläuferinnen aber kein leistungslimitierender Faktor. Dieser kann sogar hilfreich sein, da das erhöhte Körpergewicht den Effekt der Gravitation verstärkt. Dabei hilft die erhöhte Komponente der Hangabtriebskraft bei der Überwindung der auftretenden Reibungskräfte, ohne dabei für die Bewegungsbereitschaft hinderlich zu sein. (Taeymans et al., 2012) In der vorliegenden Untersuchung wurde das Körpergewicht der Skirennläufer/innen bestimmt und auf eine Messung der fettfreien Masse verzichtet. Basierend auf dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung könnte jedoch rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht vor allem bei den jüngeren Skirennläufern/innen einen positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hatte. Da vor allem im 14. und 15. Lebensjahr der Athleten/innen ein Schwerpunkt des Trainings auf das Hypertrophie- und Maximalkrafttraining der Beinmuskulatur gelegt wurde, was mit einer Gewichtszunahme einhergeht, scheint dieses Ergebnis durchaus als nachvollziehbar. Bei den Burschen blieb der gegenseitige, tendenzielle, positive Einfluss auch bis zum 18. Lebensjahr in einem starken bis mittleren Bereich, während dieser bei den Mädchen nur mehr eine schwache Ausprägung aufwies. So könnte schlussgefolgert werden, dass es bei den Burschen noch zu beträchtlichen Verbesserungen der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur und einer Zunahme des Körpergewichts kam. Bei den Athletinnen könnte es hingegen nur mehr zu leichten Steigerungen der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur und des Körpergewichts gekommen sein. Generell sollte daher im Training der jüngeren Skirennläufer/innen (14 und 15 Jahre) beachtet werden, dass die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur positiv durch das Körpergewicht beeinflusst werden könnte. Ein entsprechendes Training der Beinmuskulatur in Kombination mit einem angepassten Essverhalten scheint unter anderem vor allem bei den Skirennläufern von 14 bis 18 Jahren als empfehlenswert.

Das Körpergewicht korrelierte nur in der Altersklasse der 18-jährigen Skirennläufer signifikant, schwach mit dem CMJ (r=0,235). Es ergaben sich keine weiteren

signifikanten Korrelationen dieser beiden Parameter bei den Athleten. Das Körpergewicht scheint daher nur bei den Athleten im Alter von 18 Jahren einen tendenziellen, positiven, wenn auch schwachen Einfluss auf die Explosivkraft gehabt zu haben. Zu einem gegensätzlichen Ergebnis kamen Silvestre et al. (2006), welche einen signifikanten, mittleren, inversen Zusammenhang des Körpergewichts mit der CMJ-Sprunghöhe bei männlichen Fußballspielern (19,9±1,3 Jahre) nachwiesen (r=-0,346). Auch Leutzinger et al. (2018) berichteten von einer signifikanten, mittleren, inversen Korrelation der beiden Parameter bei männlichen Footballspielern im High-School Alter (r=-0,346). Während das Körpergewicht bei Fußballspielern bzw. Footballspielern einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Sprungleistung beim CMJ hatte, schien sich dieses bei den Skirennläufern im Alter von 18 Jahren schwach, positiv auf die CMJ-Sprunghöhe ausgewirkt zu haben. Dies könnte wiederum damit in Verbindung gebracht werden, dass das Krafttraining bei Skirennläufern einen Schwerpunkt im Training bildet, während dieses bei Fußballern eine weniger zentrale Rolle einnimmt. Die Qualität der Muskelmasse scheint daher bei Fußballspielern im Vergleich zu Skirennläufern eine geringere zu sein. Bei den Skirennläuferinnen konnte kein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit der CMJ-Sprunghöhe nachgewiesen werden. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht bei den Mädchen keinen tendenziellen Einfluss auf die Explosivkraft hatte. Die gegenseitige Unabhängigkeit des Körpergewichts und der Explosivkraft der Beine bei den Mädchen könnte demnach, gemäß Nimphius et al. (2010) als ursächlich interpretiert werden. Mehrere Autoren berichteten ebenfalls von keinen signifikanten Zusammenhängen des Körpergewichts mit der Sprunghöhe bei weiblichen Athletinnen (Garcia-Gil et al., 2018; Saavedra et al., 2018; Watanabe et al., 2019).

Eine signifikante, schwache, inverse Korrelation des Körpergewichts mit dem Reaktivkraftindex konnte nur bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=-0,251). Für alle weiteren Altersstufen der Athletinnen zeigten sich keine signifikanten Korrelationen des Körpergewichts mit dem Reaktivkraftindex. Folglich könnte das Körpergewicht einen tendenziellen, schwachen, negativen Einfluss auf die Reaktivkraft bei den 17-jährigen Mädchen gehabt haben. Bei den Skirennläufern ergaben sich durchwegs keine signifikanten Zusammenhänge des Körpergewichts mit dem Reaktivkraftindex. Das Körpergewicht und die Reaktivkraft könnten daher bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren als ursächliche, voneinander unabhängige Parameter angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern im Alter von 15 Jahren ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des Körpergewichts mit dem seitlichen Sensomotorikindex (15w: r=0,352; 15m: r=0,307). Somit könnte davon ausgegangen werden, dass das Körpergewicht in dieser Altersstufe einen tendenziellen, schwachen, positiven Einfluss auf die seitliche sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit der 15-jährigen Mädchen bzw. Burschen hatte. In den weiteren Altersklassen der Athletinnen und Athleten wurde keine signifikante Korrelation des Körpergewichts mit dem seitlichen Sensomotorikindex nachgewiesen. Daher könne davon ausgegangen werden, dass diese beiden Parameter in den weiteren Altersstufen der Skirennläuferinnen und Skirennläufer voneinander unabhängig waren.

Das Körpergewicht korrelierte hochsignifikant, stark mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,523; 18: r=0,530). In der Altersstufe der 16- und 17-jährigen Mädchen, zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang (16: r=0,377; 17: r=0,467). Bei den 15-jährigen Athletinnen ergab sich keine signifikante Korrelation der beiden Parameter. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Mädchen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 15-Jährigen, hatte. Auffällig war, dass der Zusammenhang der beiden Parameter mit 14 Jahren noch eine starke Ausprägung hatte. Im Alter von 15 Jahren zeigte sich die niedrigste Ausprägung (nicht signifikant) und anschließend stieg das Ausmaß der Korrelationen bis zum 18. Lebensjahr der Mädchen wieder an. Bei den Burschen ergab sich in keiner der Altersstufen ein signifikanter Zusammenhang des Körpergewichts mit dem Sensomotorikindex vor-rück. Dies würde darauf hindeuten, dass das Körpergewicht keinen tendenziellen Einfluss auf die Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren hatte. Basierend auf dem Ergebnis schienen die beiden Parameter bei den Jungen voneinander unabhängig zu sein. Des Weiteren kann diese Unabhängigkeit des Körpergewichts und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei den Skirennläufern als ursächlich interpretiert werden, da in keiner der Altersstufen ein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen wurde (Nimphius et al., 2010).

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-,

15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen (14: r=0,372; 15: r=0,391; 17: r=0,320). In der Altersstufe der 16-jährigen Athletinnen korrelierte die Körpergröße signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (16: r=0,277). Bei den 18-jährigen Mädchen zeigte sich keine signifikante Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Folglich scheint das Körpergewicht einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 17 Jahren gehabt zu haben. Auffällig war, dass sich die höchste Ausprägung des Zusammenhangs der beiden Parameter bei den Athletinnen im Alter von 16 Jahren ergab. In der Altersstufe der 18-jährigen Mädchen zeigte sich keine signifikante Korrelation der beiden Parameter, was darauf rückschließen lässt, dass das Körpergewicht in dieser Altersstufe keinen tendenziellen Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hatte. Bei den Skirennläufern hing das Körpergewicht hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-jährigen Athleten zusammen (14: r=0,580; 15: r=0,607; 16: r=0,517). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierten die beiden Parameter bei den 17-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 18-jährigen Athleten (17: r=0,380; 18: r=0,268). Daher könnte angenommen werden, dass das Körpergewicht bei den Athleten einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren hatte. Während die Ausprägung der Korrelationen bei den Burschen im Alter von 14 bis 16 Jahren noch stark war, nahm diese bis zum 18. Lebensjahr ab. Im Allgemeinen war erkennbar, dass das Ausmaß der Zusammenhänge des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Jungen im Alter von 14 bis 16 Jahren stärker war, als bei den gleichaltrigen Mädchen. Im Vergleich ähnelten sich die Korrelationsausprägungen der beiden Parameter der Athletinnen und Athleten hingegen in den Altersstufen der 17- und 18-Jährigen.

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Körpergewichts und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich bei den 14-, 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,424; 15: r=0,388; 17: r=0,309; 18: r=0,368). Hochsignifikant, schwach hing das Körpergewicht der 16-jährigen Athletinnen mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zusammen (16: r=0,294). Somit könnte davon ausgegangen werden, dass das Körpergewicht bei den Skirennläuferinnen einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der

Rückenmuskulatur bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren hatte. Die stärkste Korrelationsausprägung zeigte sich hier bei den Mädchen im Alter von 14 Jahren und die Schwächste bei den 16-Jährigen. Anschließend nahm das Ausmaß des Zusammenhangs des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Mädchen bis zum 18. Lebensjahr wieder zu und lag im mittleren Bereich. Von einem ähnlichen Ergebnis berichteten Watanabe et al. (2019). Die Autoren konnten eine hochsignifikante Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten, isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) feststellen (Watanabe et al., 2019). In der vorliegenden Studie zeigte sich eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern. Hochsignifikant, stark korrelierten diese beiden Parameter bei den 14- und 16-jährigen Burschen (14: r=0,685; 15: r=0,712; 16: r=0,552). Des Weiteren hing das Körpergewicht hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Jungen im Alter von 17 und 18 Jahren zusammen (17: r=0,430; 18: r=0,438). Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass das Körpergewicht einen tendenziellen, starken bis mittleren, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Skirennläufer im Alter von 14 bis 18 Jahren hatte. Zu erkennen war, dass sich die stärkste Ausprägung der Korrelationen dieser beiden Parameter bei den 16-jährigen Burschen ergab. Anschließend nahm das Ausmaß der Zusammenhänge leicht ab und lag bei den Jungen im 17. und 18. Lebensjahr im mittleren Bereich. Generell zeigte sich, dass die Ausprägung des Zusammenhangs des Körpergewichts mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Burschen in allen Altersstufen stärker war, als bei den Mädchen.

Hinsichtlich der Korrelationsüberprüfung des BMI mit dem Cooper-Lauf zeigten sich bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen hochsignifikante, mittlere, inverse Zusammenhänge (14: r=-0,442; 16: r=-0,433). Der BMI korrelierte hochsignifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf in der Altersklasse der 15-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 18-jährigen Mädchen (15: r=-0,295; 18: r=-0,266). In der Altersstufe der 17-jährigen Athletinnen konnte kein signifikanter Zusammenhang des BMI mit dem Cooper-Lauf festgestellt werden. Im Allgemeinen schien das Ergebnis darauf hinzudeuten, dass der BMI einen tendenziellen, mittleren bis schwachen, negativen Einfluss auf die Leistung der Mädchen beim Cooper-Lauf hatte.

Eine Ausnahme bildete hier das 17. Lebensjahr, im welchen keine signifikante Korrelation der beiden Parameter festgestellt wurde. Auffällig war, dass die Korrelationsausprägungen ein unregelmäßiges Bild aufwiesen. Das höchste Ausmaß ergab sich bereits bei den 14-jährigen Mädchen. Im 15. Lebensjahr wurde eine schwache und im 16. eine mittlere und somit stärkere Korrelation des BMI mit dem Cooper-Lauf nachgewiesen. Anschließend nahm die Zusammenhangsausprägung bis zum 18. Lebensjahr der Mädchen wieder ab und lag im schwachen Bereich. In einer Untersuchung von Saavedra et al. (2018) konnte vergleichsweise keine signifikante Korrelation des BMI mit der gelaufenen Distanz beim YYIER2 bei Handballspielerinnen (18,2±4,0 Jahre) nachgewiesen werden. Hinsichtlich der Skirennläufer hing der BMI signifikant, schwach, invers mit dem Cooper-Lauf bei den 14-, 17- und 18-Jährigen zusammen (14: r=-0,239; 17: r=-0,254; 18: r=-0,249). Keine signifikante Korrelation des BMI mit dem Cooper-Lauf zeigte sich bei den 15- und 16-jährigen Burschen. Folglich könnte davon ausgegangen werden, dass der BMI durchwegs einen tendenziellen, schwachen, negativen Einfluss auf die Leistung beim Cooper-Lauf der Burschen im Alter von 14, 17 und 18 Jahren hatte. Wong et al. (2009) berichteten von einem signifikanten, schwachen, inversen Zusammenhang des BMI mit der gelaufenen Distanz beim YYIER2 bei männlichen U-14 Fußballspielern (r=-0,35). Die Autoren schlossen daraus, dass der BMI einen limitierenden Faktor für Ausdauerbelastungen bei jungen Fußballspielern darstellt (Wong et al., 2009). In einer früheren Untersuchung von Silvestre et al. (2006) konnte hingegen keine signifikante Korrelation des BMI mit der zurückgelegten Strecke beim YYIER2, bei männlichen Fußballspielern (19,9±1,3 Jahre), nachgewiesen werden. Bei einem Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Studie der Mädchen und Jungen hinsichtlich der Korrelationsausprägungen des BMI mit dem Cooper-Lauf war zu erkennen, dass diese bei den Mädchen in allen Altersstufen stärker waren als bei den Burschen. Bei den Athletinnen nahm das Ausmaß der inversen Zusammenhänge im 17. und 18. Lebensjahr jedoch ab, während sie bei den Jungen annähernd gleichblieb. Sowohl bei den Athletinnen als auch bei den Athleten lag die Korrelationsausprägung der beiden Parameter im Alter von 18 Jahren im schwachen, inversen Bereich.

Der BMI korrelierte hochsignifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,296). Ein signifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich bei den 14- und 18-jährigen Mädchen (14: r=-0,314; 18: r=-0,319). In der Altersklasse der 15-jährigen

Skirennläuferinnen hing der BMI signifikant, schwach, invers mit dem Kraftausdauertest zusammen (r=-0,235). Keine signifikante Korrelation des BMI mit dem Kraftausdauertest ergab sich bei den Mädchen im Alter von 17 Jahren. Unter Miteinbeziehung des nicht signifikanten Zusammenhangs könnte rückgeschlossen werden, dass der BMI einen tendenziellen, schwachen bis mittleren, negativen Einfluss auf die anaerobe Leistung der Mädchen hatte. Bei den Skirennläufern hingegen zeigte sich in keiner der Altersstufen ein signifikanter Zusammenhang des BMI mit dem Kraftausdauertest. Der BMI schien daher die anaerobe Leistung der Burschen im Alter von 14 bis 18 Jahren nicht beeinflusst zu haben. Die Korrelationsausprägung des BMI mit dem Kraftausdauertest spiegelt auch jene bereits beschriebenen der Körpergröße bzw. des Körpergewichts wider. Bei den Mädchen zeigte sich ein höheres Zusammenhangsausmaß des Körpergewichts im Vergleich zur Körpergröße mit dem Kraftausdauertest. Da der BMI das Körpergewicht einer Person in Relation zur Körpergröße darstellt (Elmadfa & Leitzmann, 2015), scheint es als plausibel, dass der BMI (hoch-) signifikante, inverse Korrelationen mit dem Kraftausdauertest bei den Athletinnen aufwies. Bei den Jungen ergaben sich stärkere inverse Korrelationen der Körpergröße mit dem Kraftausdauertest, als wie mit dem Körpergewicht. Dies könnte mitunter ein Grund dafür sein, dass für den BMI kein signifikanter Zusammenhang mit dem Kraftausdauertest, bei den Skirennläufern, nachgewiesen werden konnte. Im Gegensatz zu dem Ergebnis der vorliegenden Studie, berichteten Varaa et al. (2012) von einem hochsignifikanten, schwachen, inversen Zusammenhang des BMI mit der Kraftausdauer der Beinmuskulatur bei Männer des finnischen Militärs im Alter von 25,5±5,0 (r=-0,29). Im Vergleich zu den männlichen Probanden der vorliegenden Studie waren jene, die von Vaara et al. (2012) untersucht wurden, jedoch wesentlich älter.

Sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern konnte keine signifikante Korrelation des BMI mit dem Sprungkoordinationstest festgestellt werden. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass der BMI keinen tendenziellen Einfluss auf die Agilität der Athleten/innen hatte. Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen auch Chiarlitti et al. (2018), welche ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang des BMI mit einem Agilitätstest (Pro-Agility) bei männlichen Eishockeyspielern (22,9±1,6 Jahre) nachweisen konnten. Auch Garcia-Gil et al. (2018) berichteten von keinem signifikanten Zusammenhang des BMI mit dem T-Drill Agilitätstest bei weiblichen Basketballspielerinnen im Alter von 18 bis 32 Jahre.

Im Zuge der Korrelationsanalyse wurde eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt (14: r=0,450; 15: r=0,334). In den Altersstufen der 17- und 18-jährigen Mädchen korrelierte der BMI signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (17: r=0,222; 18: r=0,259). Keine signifikante Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den Athletinnen im Alter von 16 Jahren. Generell schien der BMI einen tendenziellen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur der Athletinnen gehabt zu haben. Die stärkste Korrelationsausprägung zeigte sich bei den Mädchen im Alter von 14 Jahren. Anschließend ergab sich eine Abnahme des Zusammenhangsausmaß bis zum 18. Lebensjahr. Lag die Korrelation des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-jährigen Mädchen noch im mittleren Bereich, so zeigte sich im Alter von 18 Jahren nur mehr ein schwacher Zusammenhang der beiden Parameter. Bei den Skirennläufern hing der BMI hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-Jährigen zusammen (14: r=0,658; 15: r=0,559; 16: r=0,526). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der beiden Parameter konnte in der Altersklasse der 17- und 18-jährigen Athleten nachgewiesen werden (17: r=0,440; 18: r=0,496). Generell könnte dieses Ergebnis darauf hindeuten, dass der BMI einen tendenziellen, starken bis mittleren, positiven, Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur der Skirennläufer hatte. Die stärkste Ausprägung des Zusammenhangs zeigte sich bei den Burschen im Alter von 14 Jahren. Bis zum 18. Lebensjahr nahm dieser ab und erreichte ein mittleres Ausmaß. Beim Vergleich der Korrelationsausprägungen der Mädchen und Jungen, war zu erkennen, dass diese bei den Athleten in allen Altersstufen stärker waren, als bei den Athletinnen. Es könnte folglich schlussgefolgert werden, dass der positive Einfluss des BMI auf die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Burschen höher war, als bei den Mädchen. In diesem Kontext ist auch zu erwähnen, dass Brignac et al. (2011) einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang des BMI mit der dynamischen Maximalkraft der Beine (1 RM Kniebeuge) bei weiblichen und männlichen Collegeathleten/innen (21,9±2,1Jahre) nachweisen konnten (r=0,424). Der von Brignac et al. (2011) durchgeführte Test unterschied sich jedoch von jenem in der vorliegenden Studie, hinsichtlich der Kontraktionsform der Muskulatur (konzentrisch-exzentrisch versus isometrisch). McGuigan und Winchester (2008) erwähnten, dass dynamische

Testungen (1RM Kniebeuge) mit isometrischen Tests der Beinmuskulatur (Mid-Thigh Pull Test) signifikant (sehr) stark korrelierten (r=0,61-0,72). Somit scheint ein Vergleich der Ergebnisse der Untersuchung von Brignac et al. (2011) mit jenen der Vorliegenden als gerechtfertigt.

Die Korrelationsanalyse ergab sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern keine signifikanten Korrelationen des BMI mit dem CMJ. Dies könnte darauf hindeuten, dass die explosive Beinkraft bzw. die Nutzung der potenziellen Energie des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus unabhängig von dem BMI der Athleten/innen war. Mehrere Autoren berichteten ebenfalls von keinem signifikanten Zusammenhang des BMI mit der Sprunghöhe beim CMJ bei weiblichen und männlichen Athleten (Wong et al., 2009; Chiarlitti et al., 2018; Garcia-Gil et al., 2019; Saavedra et al., 2018). Im Gegensatz dazu, konnte in der Untersuchung von Silvestre et al. (2006) eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation des BMI mit der CMJ-Sprunghöhe bei männlichen Fußballspielern (19,9±1,3 Jahre) nachgewiesen werden (r=-0,405). Auch Watanabe et al. (2019) sprachen von einem signifikanten, schwachen, inversen Zusammenhang des BMI mit der Sprunghöhe beim CMJ bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) (r=-0,283).

Weder bei den Skirennläuferinnen, noch bei den Skirennläufern ergab sich eine signifikante Korrelation des BMI mit dem Reaktivkraftindex. Der Reaktivkraftindex wird zur Bewertung der Fähigkeit den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus schnell zu nutzen herangezogen (McMahon et al., 2018). Somit würde dieses Ergebnis die Annahme unterstützen, dass die Nutzung der potenziellen Energie des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus unabhängig von dem BMI der Athleten/innen war.

Der BMI korrelierte nur bei den 15-jährigen Skirennläufern signifikant, schwach mit dem seitlichen Sensomotorikindex (r=0,279). In den weiteren Altersstufen der Athleten sowie in allen Altersklassen der Athletinnen konnte kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter festgestellt werden. Schlussfolgernd könnte dies darauf hindeuten, dass der BMI einen tendenziellen, positiven, wenn auch schwachen Einfluss auf das seitliche sensomotorische Gleichgewicht der Jungen im Alter von 15 Jahren hatte. Auch wenn die Korrelation des BMI mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 15-jährigen Mädchen nicht signifikant war, ergab sich im diesem Alter dennoch die stärkste Zusammenhangsausprägung. Bei einem Vergleich der Korrelationen des Körpergewichts und des BMI mit dem seitlichen

Sensomotorikindex zeigte sich, dass für das Körpergewicht im Alter von 15 Jahren ein signifikanter Zusammenhang für beide Geschlechter nachgewiesen werden konnte. Da der BMI das Körpergewicht einer Person in Relation zur Körpergröße darstellt (Elmadfa & Leitzmann, 2015), könnte dies eine mögliche Erklärung für die festgestellte signifikante Korrelation des BMI mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 15-jährigen Athleten sein.

Der BMI korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,443). In der Altersstufe der 18-jährigen Mädchen zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des BMI mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,380). Keine signifikante Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den 15-, 16- und 17-jährigen Athletinnen. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass der BMI einen tendenziellen, mittleren bis schwachen, positiven Einfluss auf die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Mädchen im Alter von 14 und 18 Jahren hatte. Unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Zusammenhänge war die Korrelationsausprägung bei den Mädchen war im 14. Lebensjahr am stärksten, fiel anschließend bis zum 16. Lebensjahr und stieg anschließend bis zum 18. Lebensjahr wieder an. Bei den Burschen im Alter von 15 Jahren hing der BMI signifikant, schwach mit dem Sensomotorikindex vor-rück zusammen (r=0,269). In den weiteren Altersstufen der Athleten ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge der beiden Parameter. Folglich könnte aufgrund dieses Ergebnisses rückgeschlossen werden, dass der BMI einen tendenziellen, schwachen Einfluss auf die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den 15-jährigen Skirennläufern hatte. In den weiteren Altersstufen der Burschen schienen der BMI und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) voneinander unabhängige Parameter gewesen zu sein.

In der vorliegenden Untersuchung konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=0,346). Signifikant schwach korrelierte der BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16- und 17-jährigen Mädchen (16: r=248; 17: r=0,250). In der Altersstufe der 14- und 18-jährigen Athletinnen ergab sich kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter. Somit könnte schlussgefolgert werden, dass der BMI einen tendenziellen, mittleren bis schwachen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der

Bauchmuskulatur bei den 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen hatte. Es zeigte sich, dass die Korrelationsausprägung bei den Athletinnen im Alter von 15 Jahren am stärksten war und anschließend bis zum 18. Lebensjahr abnahm. Bei den Skirennläufern ergab sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-Jährigen (r=0,587). Hochsignifikant, mittel korrelierten diese beiden Parameter bei den 15-jährigen Burschen (r=0,493). Es zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur, in den weiteren Altersstufen der Athleten. Folglich könnte dieses Ergebnis darauf hindeuten, dass der BMI einen tendenziellen, mittleren Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Skirennläufer im Alter von 14, 15 und 16 Jahren hatte. Die höchste Korrelationsausprägung der beiden Parameter zeigte sich bei den 14-jährigen Jungen, anschließend nahm diese bis zum 18. Lebensjahr ab. Bei einem Vergleich der Zusammenhänge der Mädchen und Burschen war zu erkennen, dass die Korrelationsausprägungen bei den Athleten durchwegs stärker waren als bei den Athletinnen. Somit könnte dies ein Indikator dafür sein, dass der BMI bei den Burschen einen stärkeren Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hatte, als bei den Mädchen.

Der BMI korrelierte hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur in der Altersstufe der 14- und 15-jährigen Skirennläufer (14: r=0,658; 15: r=0,615). Eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich bei den 16- und 18-jährigen Burschen (16: r=0,435; 18: r=0,347). Signifikant, schwach hingen die beiden Parameter in der Altersstufe der 17-jährigen Athleten zusammen (r=0,233). Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren von dem BMI tendenziell, positiv, beeinflusst wurde. Die stärkste Ausprägung der Korrelation zeigte sich bei den Jungen im Alter von 14 Jahren, daraufhin nahm diese bis zum 17. Lebensjahr leicht ab und lag im schwachen Bereich. Bei den 18-jährigen Burschen wurde eine mittlere und somit wieder stärkere Korrelation der beiden Parameter nachgewiesen. Im Vergleich zeigte sich bei den Athletinnen nur ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-Jährigen (r=0,290). In den weiteren Altersstufen der Mädchen ergab sich keine signifikanten Korrelationen des BMI mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Der BMI scheint daher nur bei den

Skirennläuferinnen im Alter von 15 Jahren einen tendenziellen, schwachen, positiven Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur gehabt zu haben. Basierend auf diesen Ergebnissen und unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Zusammenhänge, könnte rückgeschlossen werden, dass der BMI bei den Burschen einen stärkeren, tendenziellen Einfluss auf die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hatte, als bei den Mädchen. Erwähnenswert ist auch, dass Watanabe et al. (2019) von einem hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang des BMI mit der isometrischen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei weiblichen Baseballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) berichteten (r=0,454). Die Erkenntnis von Watanabe et al. (2019) stellt einen Unterschied zur vorliegenden Studie dar. Allerdings könnte dieser durch das Alter und die ausgeübte Sportart der Athletinnen begründet werden.

Im Zuge der Korrelationsanalyse der vorliegenden Untersuchung wurde ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem Kraftausdauertest bei den 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt (15: r=0,331; 16: r=0,371; 17: r=0,314). In der Altersstufe der 14- und 18-jährigen Mädchen zeigte sich eine signifikante, mittlere Korrelation der beiden Parameter (14: r=0,315; 18: r=0,319). Daher könnte rückgeschlossen werden, dass sich die aerobe und die anaerobe Ausdauer bei den Mädchen in allen Altersstufen tendenziell, gegenseitig, beeinflussten. Da die Korrelationsausprägungen des Cooper-Laufs mit dem Kraftausdauertest über alle Altersstufen der Athletinnen relativ konstant waren, könnte deren Beziehung zueinander, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden. Bei den Skirennläufern korrelierte der Cooper-Lauf hochsignifikant, mittel mit dem Kraftausdauertest bei den 15- und 16-Jährigen (15: r=0,418; 16: r=0,322). In der Altersstufe der 18-Jährigen hing der Cooper-Lauf signifikant, mittel mit dem Kraftausdauertest zusammen und bei den 17-jährigen Burschen ergab sich eine signifikante, schwache Korrelation (17: r=0,225; 18: r=0,341). Kein Zusammenhang konnte bei den 14-jährigen Skirennläufern festgestellt werden. Basierend auf diesem Ergebnis, könnte schlussgefolgert werden, dass sich die aerobe und anaerobe Ausdauer auch bei den Jungen, mit der Ausnahme der 14-Jährigen, gegenseitig beeinflussten. Im Gegensatz zu den Athletinnen, zeigten sich bei den Athleten Unregelmäßigkeiten hinsichtlich der Korrelationsausprägung. So wurde das stärkste Ausmaß des Zusammenhangs bei den 15-jährigen Burschen

festgestellt. Im Alter von 16 und 17 Jahren nahm die Ausprägung leicht ab und im 18. Lebensjahr der Jungen nahm sie wieder zu, wobei sie im mittleren Bereich lag. Aufgrund dieses Ergebnisses kann bei den Athleten nicht von einer ursächlichen Beziehung der beiden Parameter ausgegangen werden, da die Korrelationsausprägungen pro Altersstufe stark variierten (Nimphius et al., 2010). Zu einer ähnlichen Erkenntnis kamen Vaara et al. (2012). Die Autoren berichteten von einem hochsignifikanten, starken Zusammenhang der erreichten Anzahl an Kniebeugen mit der maximalen Sauerstoffaufnahme ($VO_2max$) bei Männern des finnischen Militärs im Alter von 25,5±5,0 Jahren (r=0,55) (Vaara et al., 2012). Sowohl die aerobe als auch die anaerobe Ausdauerfähigkeit ist im alpinen Skirennsport von Bedeutung (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). Hydren et al. (2013) verwiesen darauf, dass Skirennläufer/innen vermehrt Intervalltraining an und über der anaeroben Schwelle absolvieren sollten, da diese Belastungsform als hauptverantwortlich für die Ermüdung im alpinen Skirennsport gelte. Diese Trainingsform würde gleichzeitig zur Aufrechterhaltung der aeroben Kapazität beitragen (Hydren et al., 2013). Da in der vorliegenden Untersuchung schwache bis mittlere Korrelationen der aeroben und anaeroben Ausdauer bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern festgestellt wurden, unterstreichen diese Ergebnisse die Trainingsempfehlungen von Hydren et al. (2013).

Für den Cooper-Lauf zeigte sich eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,305). Sowohl in den anderen Altersklassen der Mädchen als auch in allen der Burschen, wurde kein weiterer signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter nachgewiesen. Folglich scheint dieses Ergebnis darauf hinzudeuten, dass sich die aerobe Ausdauer und die Sprungkoordination nur bei dem Skirennläuferinnen im Alter von 14 Jahren tendenziell, positiv beeinflussten. Da sich in den anderen Altersklassen Athletinnen bzw. in allen Altersstufen der Athleten keine signifikante Korrelation des Cooper-Laufs mit dem Sprungkoordinationstest ergaben, könnte dies darauf hindeuten, dass die aerobe Ausdauer und die Sprungkoordination ansonsten voneinander unabhängige Parameter darstellten. Bei den Skirennläufern könnte diese gegenseitige Unabhängigkeit als ursächlich angesehen werden, da sie über alle Altersstufen hinweg festgestellt wurde (Nimphius et al., 2010).

Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs, mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (15: r=0,320; 17: r=0,353; 18: r=0,344). Keine

signifikante Korrelation dieser beiden Parameter ergab sich bei den Mädchen im Alter von 14 und 16 Jahren. Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass sich die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur nur bei den Athletinnen im Alter von 15, 17 und 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Der Cooper-Lauf korrelierte in keiner der Altersklasse der Skirennläufer signifikant mit der absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur. Somit schienen die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter darzustellen. Diese gegenseitige Unabhängigkeit könnte, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden.

Der Cooper-Lauf wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen auf (15: r=0,366; 16: r=0,320; 17: r=0,379; 18: r=0,461). In der Altersstufe der 14-jährigen Mädchen ergab sich keine signifikante Korrelation des Cooper-Laufs und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur. Basierend auf diesem Ergebnis könnte geschlussfolgert werden, dass sich die aerobe Ausdauer und die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Athletinnen im Alter von 15, 16, 17 und 18 Jahren gegenseitig tendenziell, positiv beeinflussten. Erwähnenswert ist auch, dass die Korrelationsausprägung im 18. Lebensjahr der Mädchen am stärksten war. Bei den Skirennläufern korrelierte der Cooper-Lauf hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-Jährigen (15: r=0,497; 16: r=0,467: 17: r=0,433; 18: r=0,335). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang konnte in der Altersstufe der 14-jährigen Burschen nachgewiesen werden (r=0,272). Somit scheint es, dass sich die aerobe Ausdauer und die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufern im Alter von 15 bis 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Im Vergleich zu den Mädchen zeigte sich bei den Jungen die höchste Korrelationsausprägung der beiden Parameter bereits im Alter von 15 Jahren. Anschließend nahm das Ausmaß der Zusammenhänge des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft bei den Athleten bis zum 18. Lebensjahr ab. Bei den Athletinnen zeigte sich hingegen die höchste Zusammenhangsausprägung im Alter von 18 Jahren. Zu einem ähnlichen Ergebnis hinsichtlich der bestehenden Korrelation der aeroben Ausdauer und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur kamen auch Loturco et al. (2019). Die Autoren berichteten von einer hochsignifikanten Korrelation der relativen Maximalkraft der

Beinmuskulatur mit der aeroben Ausdauer bei männlichen, jugendlichen Rugbyspielern (15,4±0,3 Jahre) (r=0,60) (Loturco et al., 2019).

Der Cooper-Lauf hing signifikant, schwach mit dem CMJ bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,224). Loturco et al. (2019) konnten bei männlichen Rugbyspielern im ungefähr selben Alter (15,5±0,3 Jahre) ebenfalls einen hochsignifikanten, mittleren Zusammenhang der aeroben Ausdauer mit der Sprunghöhe beim CMJ feststellen (r=0,44). Basierend auf diesem Ergebnis schlossen die Autoren, dass die Verbesserung der aeroben Fitness die Entwicklung von neuromuskulären Fähigkeiten nicht beeinflusst (Loturco et al., 2019). In der vorliegenden Untersuchung ergaben sich in keiner weiteren Altersstufe der Athleten signifikante Zusammenhänge des Cooper-Laufs mit der Sprunghöhe beim CMJ. Auch bei den Skirennläuferinnen konnte keine signifikante Korrelation der beiden Paramater nachgewiesen werden. Es könnte folglich davon ausgegangen werden, dass die aerobe Ausdauer und die Sprung- bzw. Explosivkraft der Beinmuskulatur voneinander unabhängige Parameter bei jungen, alpinen Skirennläufer/innen, im Alter von 14 bis 18 Jahren, darstellen. Eine Ausnahme bildet hier die Altersstufe der 16-jährigen männlichen Skirennläufer. Da die Parameter in keiner Altersklasse der Athletinnen signifikant korrelierten, könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der aeroben Ausdauer und der Explosivkraft der Beine bei den Mädchen als ursächlich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Im Zuge der Korrelationsanalyse konnten weder bei den Skirennläuferinnen noch bei den Skirennläufern signifikante Zusammenhänge des Cooper-Laufs mit dem Reaktivkraftindex nachgewiesen werden. Anhand des Reaktivkraftindex wird die Fähigkeit der Athleten/innen den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus schnell zu nutzen bewertet (McMahon et al., 2018). Somit scheint es, dass die aerobe Ausdauer und die Reaktivkraft voneinander unabhängige Parameter bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren waren. Da in keiner der Altersstufen eine signifikante Korrelation festgestellt wurde, könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der Parameter als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010). Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie, könnte die Annahme von Loturco et al. (2019), dass die Verbesserung der aeroben Fitness die Entwicklung der neuromuskulären Fähigkeiten nicht behindert, als bestätigt angesehen werden.

In keiner der Altersstufen der Mädchen und Burschen wurde ein signifikanter Zusammenhang des Cooper-Laufs mit dem seitlichen Sensomotorikindex bzw. dem Sensomotorikindex vor-rück nachgewiesen. Folglich schienen sich die aerobe Ausdauer und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit, in der Bewegungsausführung links-rechts (seitlich) sowie vor-rück, bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren nicht gegenseitig beeinflusst zu haben. Auch hier könnte, gemäß Nimphius et al. (2010) von einer ursächlichen Unabhängigkeit der aeroben Ausdauer und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit ausgegangen werden

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,323; 18: r=0,433). In den anderen Altersstufen der Athletinnen ergaben sich keine signifikante Korrelation des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Korrelationen des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Mädchen war zu erkennen, dass diese vom 14. bis zum 16. Lebensjahr in ihrer Ausprägung abnahmen. Anschließend stieg das Zusammenhangsausmaß im Alter von 17 und 18 Jahren wieder, was sich in den signifikanten Beziehungen widerspiegelte. Es könnte somit schlussgefolgert werden, dass sich die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Athletinnen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Bei den Athleten konnte hingegen keine signifikante Korrelation des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis scheint darauf hinzudeuten, dass die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren möglicherweise voneinander unabhängige Parameter waren. Diese gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Parameter könnte bei den Jungen wiederum als ursächlich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

In der vorliegenden Untersuchung ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,348; 18: r=0,381). Des Weiteren hing der Cooper-Lauf signifikant, schwach mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Athletinnen im Alter von 15 Jahren zusammen (r=0,259). Keine signifikanten Korrelationen konnten bei den

Mädchen im Alter von 14 und 16 Jahren nachgewiesen werden. Basierend auf diesem Ergebnis schienen sich die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Athletinnen gegenseitig positiv beeinflusst zu haben. Während die Korrelationsausprägung der beiden Parameter bei den Mädchen im Alter von 16 Jahren am niedrigsten war, zeigte sich die stärkste bei den 18-Jährigen. Bei den Skirennläufern korrelierte der Cooper-Lauf signifikant, schwach, invers mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16-Jährigen (r=-0,230). In den anderen Altersklassen der Burschen zeigte sich keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter. Somit könnte dies darauf hindeuten, dass sich die aerobe Ausdauer und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Jungen im Alter von 16 Jahre tendenziell gegenseitig, negativ, wenn auch schwach, beeinflussten. Unter Miteinbeziehen der nicht signifikanten Zusammenhänge war zu erkenne, dass sich die Beziehungen der beiden Parameter bei den Burschen im 14., 15. und 16. Lebensjahr im negativen Bereich befanden und anschließend, bis zum Alter von 18 Jahren, schwach positiv wurden. Dies könnte darauf hinweisen, dass sich einer der beiden Parameter (aerobe Ausdauer oder absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur) bei den Jungen weiterentwickelte während der andere auf dem annähernd gleichen Niveau blieb.

Der Cooper-Lauf korrelierte hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,512). Hochsignifikant, mittel hingen die beiden Parameter bei den 17-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 14-jährigen Mädchen zusammen (14: r=0,269; 17: r=0,355). In der Altersklasse der 15- und 16-jährigen Athletinnen zeigte sich keine signifikante Korrelation des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Folglich könnte angenommen werden, dass die sich die aerobe Ausdauer und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Mädchen im Alter von 14, 17 und 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Bei einer Berücksichtigung der nicht signifikanten Zusammenhänge der Athletinnen war erkennbar, dass die Korrelationsausprägung der beiden Parameter vom 14. auf das 15. Lebensjahr abnahm. Anschließend stiegen diese bis zum Alter von 18 Jahren konstant an und erreichten ihr stärkstes Ausmaß, wobei dieses im starken Bereich lag. Die gegenseitige positive Beeinflussung der beiden Parameter war folglich im 18. Lebensjahr der Athletinnen am stärksten. Bei den Skirennläufern konnte hingegen kein signifikanter Zusammenhang des Cooper-Laufs mit der relativen Maximalkraft der

Bauchmuskulatur festgestellt werden. Somit könnte davon ausgegangen werden, dass diese beiden Parameter bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 möglicherweise voneinander unabhängig waren. Da bei den Burschen die Korrelationen des Cooper-Laufs und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur über alle Altersstufen hinweg konstant nicht signifikant blieben, könnten diese gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden.

In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass der Cooper-Lauf hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen zusammenhing (14: r=0,344; 17: r=0,375; 18: r=0,477). In der Altersklasse der 15- und 16-jährigen Mädchen ergab sich hingegen keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter. Unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Zusammenhänge wurde ersichtlich, dass die Korrelationsausprägung vom 14. Lebensjahr bis zum 16. Lebensjahr der Athletinnen sank. Im Alter von 17 Jahren nahm sie wieder zu bevor sie im 18. Lebensjahr der Mädchen das stärkste Ausmaß erreichte, welches sich im mittleren Bereich befand. Basierend auf den Ergebnissen scheint es, als hätten sich die aerobe Ausdauer und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Skirennläuferinnen im Alter von 14, 17 und 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst. Signifikant, schwach korrelierte der Cooper-Lauf mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=0,281). In den weiteren Altersklasse Burschen ergab sich kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter. Unter Miteinbeziehung der nicht signifikanten Korrelationen zeigte sich, dass ähnlich wie bei den Skirennläuferinnen, die Zusammenhangsausprägung bei den Jungen vom 14. bis 16. Lebensjahr abnahm. Anschließend nahm diese zu und erreichte im Alter von 18 Jahren ihren Höhepunkt, was sich in einer signifikanten Korrelation widerspiegelte. Im Gegensatz zu den Athletinnen war das Zusammenhangsausmaß der beiden Parameter bei den Burschen im 18. Lebensjahr jedoch schwächer.

Der Kraftausdauertest korrelierte hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,438; 17: r=-0,304; 18: r=-0,381). In den Altersstufen der 15- und 16-jährigen Mädchen ergab sich ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang dieser beiden Parameter (15: r=-0,251; 16: r=-0,276). In diesem Kontext ist hervorzuheben,

dass eine inverse Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest auf eine positive, gegenseitige Beeinflussung hindeutete. Dies sei dadurch begründet, dass eine schnellere Zeit um den Sprungkoordinationstest zu bewältigen, eine bessere Leistung der Probanden/innen bedeutete. Hinsichtlich der Korrelationsausprägung zwischen den beiden Parametern zeigte sich, dass diese bei den 14-jährigen Mädchen am stärksten und bei den 15-Jährigen am niedrigsten war. Anschließend stieg das Zusammenhangsausmaß bis zum 18. Lebensjahr wieder an. Bei den Skirennläufern ergaben sich durchwegs hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelationen des Kraftausdauertests mit dem Sprungkoordinationstest in allen Altersstufen (14: r=-0,494; 15: r=-0,338; 16: r=-0,389; 17: r=-0,356; 18: r=-0,431). Die stärkste Korrelationsausprägung der beiden Parameter zeigte sich bei den 14-jährigen Burschen, anschließend nahm sie, wie bei den Mädchen, ab. Allerdings konnten bei den Jungen durchwegs mittlere Zusammenhänge festgestellt werden, während sich bei den Mädchen im Alter von 15 und 16 Jahren schwache abzeichneten. Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung könnte folglich rückgeschlossen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die Sprungkoordination der Skirennläuferinnen und Skirennläufer, im Alter von 14 bis 18 Jahren, gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Eine mögliche Begründung für die durchwegs (hoch-) signifikanten Zusammenhänge des Kraftausdauertests mit dem Sprungkoordinationstest stellt das Anforderungsprofil des alpinen Skirennlaufs dar. So verwiesen Patterson et al. (2009) auf die Bedeutung der Kraftausdauer der Beinmuskulatur um eine durchschnittliche Kraftentfaltung bzw. deren Aufrechterhaltung über einen vollständigen Lauf hinweg. In Bezug auf den Sprungkoordinationstest hoben Steidl-Müller et al. (2020) hervor, dass dieser mit der modernen Skitechnik in Verbindung gebracht werden kann. Die Leistung beim Sprungkoordinationstest wird von einem guten Timing der Muskelaktionen und einem entsprechenden Niveau der koordinativen Fähigkeiten beeinflusst. Sowohl im Sprungkoordinationstest als auch im alpinen Skirennlauf kommt es zu kontinuierlichen, kurzzeitigen Dehnungs-Verkürzungszyklen, wobei eine gut entwickelte intra- und intermuskuläre Koordination erforderlich ist. (Steidl-Müller et al., 2020) Beim Kraftausdauertest und beim Sprungkoordinationstest kommt es zu einer Abfolge von Sprüngen. Aufgrund der in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen Korrelationen des Kraftausdauertests mit dem Sprungkoordinationstest könnte rückgeschlossen werden, dass es während des Kraftausdauertests ebenfalls teilweise

zu Dehnungs-Verkürzungszyklen kam. Des Weiteren verwiesen Steidl-Müller et al. (2020) auf die Bedeutsamkeit der koordinativen Fähigkeiten bzw. der intra- und intermuskulären Koordination von relevanten Muskelgruppen, im (Nachwuchs-) Skirennlauf, hinsichtlich der Verletzungsprävention. Aufgrund der festgestellten Zusammenhänge, ist die Bedeutung der (anaeroben) Kraftausdauer sowie der intra- und intermuskulären Koordination für Nachwuchsskirennläufer wiederum hervorzuheben. So ist ein Zusammenspiel dieser sportmotorischen Fähigkeiten nicht nur während des Skifahrens essentiell. Auch im Training der Skirennläufer/innen sollten diese adäquat entwickelt werden, wobei der Zusammenhang der beiden Parameter, gerade bei jungen Skirennläufern/innen, zu berücksichtigen ist.

Im Zuge der Korrelationsanalyse ergab sich kein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur in allen Altersstufen der Skirennläufer/innen. Folglich könnte man davon ausgehen, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 nicht tendenziell, gegenseitig beeinflussten. Im Gegensatz dazu konnten Vaara et al. (2012) eine hochsignifikante Korrelation der Kraftausdauer der Beinmuskulatur (Kniebeugen) mit der isometrischen Maximalkraft der Beine bei Männern des finnischen Militärs (25,5±5,0) nachweisen (r=0,23). Die von Vaara et al. (2012) getesteten Probanden waren jedoch wesentlich älter als jene der vorliegenden Untersuchung.

Der Kraftausdauertest hing jedoch hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,495; 15: r=0,427; 16: r=0,446; 17: r=0,358). In der Altersstufe der 18-jährigen Mädchen zeigte sich keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter. Hochsignifikant, sehr stark korrelierte der Kraftausdauertest mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,515). Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich bei den 16-, 17- und 18-jährigen Athleten (16: r=0,335; 17: r=0,342; 18: r=0,378). Signifikant, schwach hingen die beiden Parameter in der Altersstufe der 14-jährigen Burschen zusammen (r=0,241). Im Gegensatz zur absoluten, spiegelt der Parameter der relativen Maximalkraft, die Maximalkraft der Beinmuskulatur der Athleten/innen bezogen auf das Körpergewicht wider. Da es beim Kraftausdauertest zu Sprüngen auf ein Kastenteil kam, muss berücksichtigt werden, dass dabei das Körpergewicht gegen

die Schwerkraft bewegt werden musste. Unter Miteinbeziehen dieses Aspektes und der Tatsache, dass es sich hierbei um eine Testung der anaeroben Kraftausdauer handelte, erschienen die nachgewiesenen (hoch-) signifikanten Zusammenhänge als nachvollziehbar. In der vorliegenden Untersuchung wurde festgestellt, dass das Körpergewicht einen tendenziellen, negativen Einfluss auf die Leistung beim Kraftausdauertest hatte. Des Weiteren ergaben sich keine signifikanten Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Kraftausdauertest. Basierend auf diesen Erkenntnissen könnte der Aspekt des Körpergewichts beim Kraftausdauertest eine wesentliche Rolle gespielt haben. Deshalb sollten bei einem Ab- bzw. Vergleich der Kraftausdauer mit der Maximalkraft der Beinmuskulatur bei jungen Skirennläufern/innen, die relativen Parameter, im Gegensatz zu den absoluten, vermehrt beachtet werden. Bei einer genaueren Betrachtung der Korrelationsausprägungen des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur, war zu erkennen, dass diese bei den 14-jährigen Mädchen am stärksten war, während sich bei den 14-jährigen Burschen die schwächste zeigte. Im 14., 15. und 16. Lebensjahr zeigte sich bei den Athletinnen eine mittlere Korrelation. Anschließend nahm das Zusammenhangsausmaß ab, was sich auch in einer nicht signifikanten Korrelation des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen widerspiegelte. Bei den Jungen hingegen, zeigte sich die stärkste Korrelationsausprägung der beiden Parameter bei den 15-Jährigen. Anschließend nahm diese auf ein mittleres Niveau ab und blieb konstant in diesem Bereich bis zum 18. Lebensjahr der Athleten. Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie, könnte davon ausgegangen werden, dass sich die Kraftausdauer und die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit der Ausnahme der 18-jährigen Mädchen, gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Auf die Bedeutung der Maximalkraft bzw. der anaeroben Kraftausdauer der Beinmuskulatur im alpinen Skirennlauf wurde von mehreren Autoren hingewiesen (Patterson et al., 2009; Spitzenpfeil et al., 2009; Gorski et al., 2014; Gilgien et al., 2018; Patterson et al., 2019) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). Die gegenseitige, tendenzielle, positive Beeinflussung der anaeroben Kraftausdauer und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur sollte im Training der Nachwuchsskirennläufer/innen berücksichtigt werden. Gestützt durch die Ergebnisse der zugrundeliegenden Studie, sei wiederum auf die Notwendigkeit einer entsprechenden Entwicklung dieser sportmotorischen Fähigkeiten hingewiesen.

In der vorliegenden Untersuchung konnte eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des Kraftausdauertests mit dem CMJ bei den 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (15: r=0,320; 17: r=0,357). Signifikant, mittel bzw. signifikant schwach hing der Kraftausdauertest mit dem CMJ bei den Mädchen im Alter von 14 und 17 Jahren zusammen (14: r=0,320; 17: r=0,274). Kein signifikanter Zusammenhang der beiden Parameter zeigte sich bei den 18-jährigen Athletinnen. Basierend auf diesem Ergebnis könnte rückgeschlossen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die explosive Beinkraft der 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Mädchen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. In der Altersstufe der Athletinnen im Alter von 15 Jahren ergab sich die stärkste, wenn auch nur eine mittlere, und im 16. Lebensjahr die schwächste Korrelationsausprägung. Bei den Skirennläufern korrelierte der Kraftausdauertest hochsignifikant, im mittleren Bereich mit dem CMJ bei den 15- und 17-Jährigen (15: r=0,323; 17: r=0,322). Eine signifikante, schwache Korrelation der beiden Parameter ergab sich bei den 16-jährigen Burschen (r=0,229). Sowohl bei den 14-jährigen als auch bei den 18-jährigen Athleten wurde kein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem CMJ nachgewiesen. Aufgrund der festgestellten Korrelationen könnte davon ausgegangen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die Explosivkraft der Beine bei den Burschen im Alter von 15, 16 und 17 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Im Gegensatz zu den Mädchen wurde bei den Burschen im 14. Lebensjahr die schwächste Korrelationsausprägung nachgewiesen, wenn diese auch nicht signifikant war. Sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern ergab sich im 16. Lebensjahr ein signifikant, schwacher Zusammenhang der Kraftausdauer mit der Sprunghöhe beim CMJ. Generell zeigte sich, dass das Ausmaß des Zusammenhangs des Kraftausdauertests mit dem CMJ bei den Mädchen in jeder Altersstufe geringfügig stärker war, als bei den Burschen. Soslu et al. (2012) berichteten von einem Zusammenhang der mittels WAnT festgestellten Mean Power (MP), welche zur Beurteilung der Kraftausdauer der Beine herangezogen wird, mit der CMJ-Sprunghöhe bei männlichen Basketballspielern (23,2±3,7 Jahre). Hierbei korrelierten die beiden Parameter hochsignifikant, stark miteinander (r=0,540) (Soslu et al., 2012). Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich der WAnT und der in der vorliegenden Studie verwendete Kastentest voneinander unterschieden. So konnten Melmer und Posch (2014) keine signifikante Korrelation des WAnT mit dem Kastentest bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern

(16,9±0,9 Jahre) feststellen. Des Weiteren waren die von Soslu et al. (2012) untersuchten Probanden wesentlich älter als jene der vorliegenden Untersuchung.

Der Kraftausdauertest wies eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem Reaktivkraftindex in der Altersstufe der 17-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,312). Signifikant, mittel hing der Kraftausdauertest mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Mädchen zusammen (r=0,305). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter wurde bei den Athletinnen im Alter von 15 und 16 Jahren festgestellt (15: r=0,291; 16: r=0,290). Es zeigte sich keine signifikante Korrelation des Kraftausdauertests mit dem Reaktivkraftindex bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen. Daher schienen sich die anaerobe Kraftausdauer und die Reaktivkraft bei den Athletinnen im 14., 15., 16., und 17. Lebensjahr gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst zu haben. Zu erkennen war, dass sich die Korrelationsausprägung der anaeroben Kraftausdauer und der Reaktivkraft, in den angeführten Altersstufen, im annährend selben (mittleren bis schwachen) Bereich befanden. Interessant scheint auch, dass in den Altersstufen der 14-, 15-, 16- und 17-jährigen Mädchen ebenfalls signifikante Zusammenhänge des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und dem CMJ nachgewiesen werden konnten. Mittels des Reaktivkraftindex wird die Fähigkeit der Probanden/innen, den Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus schnell zu nutzen bewertet (McMahon et al., 2018). Unter Anbetracht der Ergebnisse der zugrundeliegenden Untersuchung könnte die bereits angesprochene Annahme, dass es beim Kraftausdauertest ebenfalls zur Nutzung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus kam, als teilweise bestätigt angesehen werden. Dies zeichnete sich vor allem bei den Athletinnen im Alter von 14 bis 17 Jahren ab. Allerdings muss beachtet werden, dass in der vorliegenden Studie mehrere Parameter mit dem Kraftausdauertest korrelierten. Somit sollte davon ausgegangen werden, dass die Kraftausdauerleistung der Skirennläuferinnen von mehreren Faktoren beeinflusst wurde. Des Weiteren hing der Kraftausdauertest signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Skirennläufern zusammen (r=0,248). In den weiteren Altersstufen der Burschen ergaben sich keine signifikanten Korrelationen dieser beiden Parameter. Im Gegensatz zu den Mädchen konnte bei den Jungen nur im Alter von 14 Jahren ein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem Reaktivkraftindex festgestellt werden. Aufgrund dessen könnte rückgeschlossen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die Reaktivkraft nur in der Altersstufe der 14-jährigen Skirennläufer gegenseitig

beeinflussten. Basierend auf den nachgewiesenen Korrelationen des Kraftausdauertests mit anderen Parametern bei den Burschen, sollte darauf hingewiesen werden, dass die Kraftausdauerleistung der Athleten ähnlich wie bei den Athletinnen von mehreren Parametern beeinflusst wurde. Die Nutzung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus dürfte jedoch bei den Athleten eine untergeordnete Rolle gespielt haben.

Weder bei den Athletinnen noch bei den Athleten konnte ein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem seitlichen Sensomotorikindex nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis könnte schlussfolgernd darauf hindeuten, dass die Kraftausdauer und die seitliche sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter waren. Diese gegenseitige Unabhängigkeit der Parameter könnte, gemäß Nimphius et al., (2010) als ursächlich angesehen werden, da sie über alle Altersstufen der Athleten/innen hinweg festgestellt wurde.

In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich eine hochsignifikante, starke, inverse Korrelation des Kraftausdauertests mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,542). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers korrelierte der Kraftausdauertest mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei Mädchen im Alter von 16 Jahren (r=-0,459) sowie signifikant, mittel, invers bei den 15- und 17-Jährigen (15: r=-0,345; 17: r=-0,352). Kein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit dem Sensomotorikindex vor-rück konnte bei den 14-jährigen Mädchen sowie in allen Altersklassen der Burschen nachgewiesen werden. Basierend auf diesem Ergebnis könnte angenommen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauer und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Mädchen im Alter von 15, 16 und 17 Jahren, tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Unter Berücksichtigung der nicht signifikanten Zusammenhänge zeigte sich eine Steigerung der Korrelationsausprägung der beiden Parameter bis zum 16. Lebensjahr der Athletinnen. Mit 17 Jahren nahm sie ab und im 18. Lebensjahr der Mädchen ergab sich das stärkste Ausmaß der Zusammenhänge. Bei den Skirennläufern schienen die anaerobe Kraftausdauer und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) voneinander unabhängige Parameter darzustellen. Im Fall der Burschen könnte auch, entsprechend Nimphius et al. (2010), von einer ursächlichen Unabhängigkeit der anaeroben Kraftausdauer und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit

(vor-rück) gesprochen werden. Sowohl die anaerobe Kraftausdauer als auch die Gleichgewichtsfähigkeit sind im alpinen Skirennsport von großer Bedeutung (Patterson et al., 2009; Lesnik et al., 2017; Raschner et al., 2017; Patterson et al., 2019) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). So gilt, wie bereits erwähnt, eine durchschnittliche Kraftentfaltung sowie deren Aufrechterhaltung über einen vollständigen Lauf hinweg als entscheidend (Patterson et al., 2009) Des Weiteren muss der Körperschwerpunkt während eines Schwungs möglichst über der kleinen und labilen Unterstützungsfläche, der Skikante, gehalten werden (Raschner & Müller, 2001). Die gegenseitige tendenzielle, positive Beeinflussung der anaeroben Kraftausdauer und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei den Skirennläuferinnen im Alter von 15 bis 17 Jahren erscheint daher als durchaus nachvollziehbar. Auffällig war, dass sich bei den Skirennläufern in keiner der Altersstufen ein Zusammenhang der Kraftausdauer und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück ergab, was auf einen geschlechtsspezifischen Unterschied hindeutete. Die gegenseitige, positive Beeinflussung der Kraftausdauer und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei den Skirennläuferinnen sollte jedoch im Training berücksichtigt werden. So könnte dieser gegenseitige, positive Einfluss durch eine entsprechende Anpassung des Trainings genützt werden und zu einer gleichzeitigen Weiterentwicklung der beiden Parameter führen.

Bei den 15-jährigen Skirennläufern korrelierte der Kraftausdauertest signifikant, invers mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=-0,224). In keiner der weiteren Altersstufen der Athleten sowie in allen Altersklassen der Athletinnen konnte keine Korrelation dieser beiden Parameter festgestellt werden. Folglich könnte dies darauf hindeuten, dass sich die aerobe Kraftausdauerfähigkeit und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur nur bei den Burschen im Alter von 15 Jahren tendenziell, gegenseitig, schwach, negativ beeinflussten. In den weiteren Altersstufen der Skirennläufer und Skirennläuferinnen zeigte sich jedoch kein signifikanter Zusammenhang der Kraftausdauerfähigkeit mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Da sich diese Unabhängigkeit der anaeroben Kraftausdauer und der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Athletinnen in allen Altersstufen abzeichnete, könnte diese als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010).

Sowohl bei den Athletinnen als auch bei den Athleten ergab sich keine signifikante Korrelation des Kraftausdauertests mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Daher könnte davon ausgegangen werden, dass sich die anaerobe Kraftausdauerfähigkeit und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren nicht gegenseitig beeinflussten. Des Weiteren könnte die gegenseitige, tendenzielle Unabhängigkeit der beiden Parameter, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich angesehen werden.

In der vorliegenden Studie korrelierte der Kraftausdauertest hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 18-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (17: r=0,261; 18: r=0,368). In den weiteren Altersstufen der Mädchen konnte kein signifikanter Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden. Auch bei den Skirennläufern korrelierte der Kraftausdauertest nicht signifikant mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Somit könnten sich die anaerobe Kraftausdauerfähigkeit und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur nur bei den Skirennläuferinnen im Alter von 17 und 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst haben. Bei den Jungen hingegen, zeigte sich keine signifikante Korrelation der beiden Parameter. Die anaerobe Kraftausdauert und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur stellten daher bei den Burschen möglicherweise voneinander unabhängige Parameter dar. Diese gegenseitige Unabhängigkeit der anaeroben Kraftausdauer und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Burschen als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010).

Ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des Kraftausdauertests mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich nur bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,317). Daher könnte es sein, dass die anaerobe Kraftausdauerfähigkeit und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur nur bei den 14-jährigen Mädchen einen tendenziellen, gegenseitigen, positiven Einfluss aufeinander aufwiesen. Sowohl in den anderen Altersstufen der Athletinnen als auch in allen Altersklassen der Athleten konnten keine signifikanten Korrelationen der beiden Parameter nachgewiesen werden. Folglich waren die anaerobe Kraftausdauer und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur in den anderen Altersklassen der Athleten/innen möglicherweise voneinander unabhängig. Auch hier könnte diese

gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Parameter bei den Burschen als ursächlich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

In der vorliegenden Studie wurde, sowohl bei den Mädchen als auch bei den Burschen, keine signifikante Korrelation des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt. Somit schienen die Agilität und die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter darzustellen. Da die Korrelationen über alle Altersstufen der Athleten/innen konstant blieben könnten diese gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden. Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung konnten Thomas et al. (2015) einen signifikanten, inversen Zusammenhang eines Agilitätstests (modified 505) mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur (Mid-Thigh Pull Test) bei männlichen Collegeathleten (21,0±2,4 Jahre) feststellen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich der von Thomas et al. (2015) verwendete Agilitätstest, von dem in der vorliegenden Studie verwendeten Sprungkoordinationstest unterschied. So wird der modified 505 durchlaufen, während der Sprungkoordinationstest springend zu absolvieren war. Des Weiteren waren die Probanden in der von Thomas et al. (2015) durchgeführten Untersuchung mit einem Alter von 21,0±2,4 Jahren wesentlich älter als jene der vorliegenden Studie.

Der Sprungkoordinationstest korrelierte nur bei den 18-jährigen Skirennläufern hochsignifikant, im mittleren Bereich, invers mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur (r=-0,371). Unter Miteinbeziehung der nicht signifikanten Korrelationen zeigte sich bei den Burschen, dass die inverse Korrelationsausprägung der beiden Parameter vom 15. bis zum 18. Lebensjahr zunahm. Im Alter von 18 Jahren wurde das höchste Ausmaß des Zusammenhangs des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur festgestellt, was sich in einer hochsignifikanten, mittleren, inversen Korrelation widerspiegelte. Es könnte somit rückgeschlossen werden, dass sich die Agilität und die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur nur bei den 18-jährigen Athleten tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Dabei könnte sich einer der beiden Parameter verstärkt weiterentwickelt haben, während es bei dem anderen zu einer Stagnation kam, was in einer positiven gegenseitigen Beeinflussung resultierte. In den anderen Altersstufen der Athletinnen

und Athleten ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur. Folglich könnte davon ausgegangen werden, dass die Agilität und die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 18-jährigen Burschen, möglicherweise voneinander unabhängige Parameter waren. Hinsichtlich der Agilität und der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Mädchen, könnte hierbei von einer ursächlichen Unabhängigkeit gesprochen werden (Nimphius et al., 2010). Aufgrund der hormonellen Veränderungen kommt es bei Burschen im Verlauf der Pubertät zu einem Kraftzuwachs (Martin et al., 1999; Meinel & Schnabel, 2007). Mädchen erreichen die volle Ausprägung der kraftabhängigen Leistungsfähigkeit in der Regel einige Jahre früher als Jungen (Martin et al., 1999). Im Bereich der Schnelligkeitsfähigkeit zeigen sich Geschlechterunterschied von 10%-20% am Ende des Jugendalters (Weineck, 1994). In der Adoleszenz kommt es zur völligen Ausprägung der koordinativen Fähigkeit und das Leistungsmaximum wird für beide Geschlechter erreicht (Ahnert, 2006; Roth & Roth 2009). Diese Erkenntnisse könnten eine mögliche Erklärung für die geschlechtsspezifischen Unterschiede der Korrelationen des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur sein. Bei den Jungen könnte es vom 14. bis zum 18. Lebensjahr zu einer Weiterentwicklung der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und zu einer Stagnation der Sprungkoordination, oder vice versa, gekommen sein. Erwähnenswert ist auch, dass Spiteri et al. (2014) von einem Zusammenhang der Agilität mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur berichteten. Die Autoren konnten eine hochsignifikante, sehr starke Korrelation des T-Tests (r=-0,845) und dem 505-Agilitätstest (r=-0,792) bei weiblichen Basketballspielerinnen (24,3±2,6 Jahre) nachweisen (Spiteri et al., 2014). An dieser Stelle muss jedoch wieder darauf verweisen werden, dass sich der in der vorliegenden Studie verwendete Sprungkoordinationstest von dem Agilitätstest, welche von Spiteri et al. (2014) verwendet wurden unterschied. Der Sprungkoordinationstest wurde durchsprungen, während der 505-Agilitätstest und der T-Test laufend zu absolvieren waren. Des Weiteren stellten das Alter der Athleten/innen sowie die ausgeübten Sportarten (alpiner Skirennlauf und Basketball) einen Unterschied dar.

Sowohl bei den Skirennläuferinnen als auch bei den Skirennläufern korrelierte der Sprungkoordinationstests nicht signifikant mit der Sprunghöhe beim CMJ. Somit

scheint dieses Ergebnis darauf hinzudeuten, dass die Agilität und die explosive Beinkraft bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter darstellten. Gemäß Nimphius et al. (2010) wäre diese gegenseitige Unabhängigkeit der Agilität und der explosiven Beinkraft bei den Athleten/innen als ursächlich zu interpretieren. Im Gegensatz zu dem vorliegenden Ergebnis, berichteten mehrere Autoren von signifikanten Zusammenhängen von Agilitätstests mit der CMJ-Sprunghöhe bei männlichen und weiblichen Athleten/innen (Alemdaroglu, 2012; Vescovi & McGuigan, 2008; Erikoglu & Arslan, 2016; Pereira et al., 2018). Auch hier ist wiederum auf den bereits erwähnten Unterschied des Sprungkoordinationstests zu anderen Agilitätstests hinzuweisen. Des Weiteren wurden in den angeführten Untersuchungen Athleten/innen unterschiedlicher Sommersportarten, verschiedener Altersstufen getestet (vgl. Kapitel 1.4, S. 62). Die unterschiedlichen sportmotorischen Anforderungen der einzelnen Sportarten sowie das Alter der Sportler/innen könnten eine mögliche Erklärung für den Unterschied des Ergebnisses der vorliegenden Studie, zu anderen sein.

Der Sprungkoordinationstest hing hochsignifikant, stark, invers mit dem Reaktivkraftindex bei den 14- und 17-jährigen Skirennläuferinnen zusammen (14: r=-0,552; 18: r=-0,540). Hochsignifikant, mittel, invers korrelierte der Sprungkoordinationstest in den Altersstufen der 15-, 16- und 18-jährigen Mädchen (15: r=-0,492; 16: r=-0,411; 18: r=-0,432). An dieser Stelle sei noch einmal erwähnt, dass eine schnellere Zeit beim Sprungkoordinationstest von einer besseren Leistung zeugte. Folglich wies eine inverse Korrelation des Sprungkoordinationstests mit einem anderen Parameter auf eine positive Beziehung hin. Es könnte somit, basierend auf diesem Ergebnis rückgeschlossen werden, dass sich die Agilität und die Reaktivkraft der Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, mittel bis stark, positiv beeinflussten. Im Gegensatz dazu, konnten Barnes et al. (2007) keinen signifikanten Zusammenhang eines selbst entwickelten Agilitätstest mit dem Reaktivkraftindex bei weiblichen Volleyballspielerinnen, im Alter von 19 bis 21 Jahren, feststellen. Bei den Skirennläufern ergab sich ein hochsignifikanter, starker, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-Jährigen (r=-0,507). In den Altersklassen der 15- und 17-jährigen Athleten zeigte sich eine hochsignifikante, mittlere, inverse Korrelation der beiden Parameter (15: r=-0,343; 17: r=-0,326). Der Sprungkoordinationstest wies einen signifikanten, schwachen, inversen Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex bei den 16-jährigen

Skirennläufern auf (r=-0,245). Keine signifikante Korrelation des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex konnte bei den 18-jährigen männlichen Skirennläufern festgestellt werden. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass sich die Agilität und die Reaktivkraft bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 17 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. In einer von Erikoglu und Arslan (2016) durchgeführten Studie konnte ein hochsignifikanter, starker, inverser Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit dem Zig-Zag Agilitätstest bei männlichen Fußballspielern (13,5±0,5 Jahre) nachgewiesen werden (r=-0,597). Diese Erkenntnis ähnelt jener der vorliegenden Untersuchung, in welcher sich eine hochsignifikante, starke, inverse Korrelation des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-jährigen Skirennläufern ergab (r=0,507). In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich die stärkste Korrelationsausprägung des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex, bei beiden Geschlechtern, im 14. Lebensjahr. Generell waren die Ausmaße der Zusammenhänge der beiden Parameter bei den Athletinnen in allen Altersstufen stärker, als bei den Athleten. In Anbetracht der Ergebnisse der Korrelationsanalyse des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex sei auf die Erkenntnisse von Müller et al. (2017) sowie Steidl-Müller et al. (2020) hingewiesen. So konnten Müller et al. (2017) feststellen, dass längere Kontaktzeiten beim Drop-Jump, und somit eine unzureichende neuromuskuläre Koordination, einen Prädiktor für Verletzungen im alpinen Skirennsport darstellte. Die Autoren hoben hervor, dass es im alpinen Skinachwuchs unumgänglich sei, neuromuskuläre Akzente in das Training zu integrieren, um Verletzungen zu vermeiden (Müller et al., 2017). In einer aktuellen Studie von Steidl-Müller et al. (2020) wurde nachgewiesen, dass eine Veränderung der Leistung im Sprungkoordinationstest, über eine Saison, ein signifikanter Prädiktor für Verletzungen war. Athleten/innen ohne Verletzung steigerten ihre Leistung beim Sprungkoordinationstest deutlich stärker, als jene mit einer traumatischen Verletzung. Sowohl im Sprungkoordinationstest als auch im alpinen Skirennlauf kommt es zu kurzzeitigen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklen, wobei eine gut entwickelte intra- und intermuskuläre Koordination erforderlich ist. Steidl-Müller et al. (2020) erklärten, dass die koordinativen Fähigkeiten im alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf hinsichtlich der Verletzungsprävention von hoher Bedeutung waren. (Steidl-Müller et al., 2020) In der vorliegenden Untersuchung ergaben sich (hoch-) signifikante Korrelationen des Sprungkoordinationstests mit dem Reaktivkraftindex. Dieses Ergebnis könnte die Aussagen von Müller et al. (2017) und Steidl-Müller et al.

(2020) hinsichtlich der Bedeutung des neuromuskulären Aspekts und der koordinativen Fähigkeiten im alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf wiederum unterstreichen. So sollte auch in Zukunft die Verbesserung/der Erhalt der koordinativen Fähigkeiten einen wichtigen Punkt im Training von Nachwuchsskirennläufern/innen einnehmen und neuromuskuläre Akzente gesetzt werden.

In der vorliegenden Untersuchung korrelierte der Sprungkoordinationstest hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem seitlichen Sensomotorikindex nur bei den 14-jährigen Skirennläufern (r=0,383). Es könnte somit rückgeschlossen werden, dass die Agilität und die seitliche sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei den Burschen im Alter von 14 Jahren einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss aufwiesen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass dieser jedoch mit dem Alter der Athleten abnahm. In den weiteren Altersstufen der Athleten als auch in allen Altersklassen der Athletinnen wurde keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter nachgewiesen. Folglich stellten die Agilität und die seitliche sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit, in den anderen Altersstufen der Mädchen und Burschen, möglicherweise voneinander unabhängige Parameter dar. Des Weiteren könnte bei den Skirennläuferinnen argumentiert werden, dass die gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Parameter, gemäß Nimphius et al. (2010), eine ursächliche war.

Der Sprungkoordinationstest korrelierte nur bei den Skirennläufern im Alter von 15 Jahren hochsignifikant, mittel mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=0,348). Auch hier könnte ähnlich wie bei dem seitlichen Sensomotorikindex von einer gegenseitigen, tendenziellen, positiven Beeinflussung der Agilität und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) gesprochen werden. Sekulic et al. (2013) überprüften das dynamische Gleichgewicht von weiblichen (20,6±2,1 Jahre) und männlichen (21,0±2,1 Jahre) Collegeathleten anhand des Biodex Balance Systems. Zur Korrelationsanalyse mit zwei Agilitätstests (T-Test und Zig-Zag Agilitätstest) wurde der Overall Stability Index (OSI) herangezogen. Es zeigten sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang des OSI mit dem Zig-Zag Agilitätstest (r=0,40) sowie ein signifikant starker mit dem T-Test (r=0,58) bei männlichen Collegeathleten (21,0±2,1 Jahre). Keine Korrelation des OSI mit diesem Agilitätstest konnte hingegen bei weiblichen Collegeathletinnen (20,6±2,1 Jahre) festgestellt werden und es ergab sich kein Zusammenhang mit dem anderen Agilitätstest. Die Autoren begründeten die

von ihnen nachgewiesenen Korrelationen damit, dass es bei den Agilitätstestungen zu Richtungswechseln und angemessenen Haltungswechseln kam. Diese würden mit der Gleichgewichtsfähigkeit zusammenhängen. (Sekulic et al., 2013) In der vorliegenden Untersuchung konnten nur zwei (hoch-) signifikante Zusammenhänge des Sprungkoordinationstests mit der Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) bei den 14-jährigen und 15-jährigen Burschen festgestellt werden. Diese deuteten auf eine gegenseitige, positive Beeinflussung der Agilität und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) in den angeführten Altersstufen der Burschen hin. Bei den Mädchen ergaben sich hingegen keine signifikanten Korrelationen des Sprungkoordinationstests mit dem Senomotorikindex (seitlich und vor-rück), welche, gemäß Nimphius et al. (2010), als eine ursächliche Unabhängigkeit der beiden Parameter rückschließen ließe. Beim Sprungkoordinationstest wurden die Athleten/innen angewiesen, die Hüfte und Schultern die gesamte Zeit über, in frontaler Richtung des Sprungparcours zu halten. Aufgrund dessen könnte es sein, dass es nur zu wenigen angemessenen Haltungswechseln kam und die Gleichgewichtsfähigkeit dementsprechend nur eine untergeordnete Rolle spielte. Raschner et al. (2017) verwendeten zur Bestimmung der Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) ebenfalls den MFT S3 Check. Die Autoren konnten einen signifikanten Unterschied hinsichtlich des seitlichen Sensomotorikindex zu Gunsten der Mädchen im Alter von 15 Jahren feststellen. Auch bei der Testung vor-rück wurden bei den 14-. 15- und 16-Jährigen signifikante Geschlechterunterschiede hinsichtlich des Sensomotorikindex beobachtet. Demnach verfügten die Skirennläuferinnen im Alter von 15 Jahren über eine signifikante bessere seitliche Gleichgewichtsfähigkeit als die Jungen. Im 14., 15., und 16. Lebensjahr zeigte sich in Hinblick auf den Sensomotorikindex vor-rück ebenfalls, dass die Mädchen signifikant besser waren. (Raschner et al., 2017). Die Erkenntnisse von Raschner et al. (2017) könnten mitunter eine Erklärung dafür sein, dass sich die gegenseitige Unabhängigkeit der Agilität und der Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) bei den Skirennläuferinnen bereits früher abzeichnete als bei den Skirennläufern. Möglicherweise wurde bei den Skirennläufern im Alter von 14 und 15 Jahren ein Schwerpunkt hinsichtlich des Gleichgewichtstrainings gesetzt, was sich positiv auf die Zeit im Sprungkoordinationstests auswirkte. In den weiteren Altersstufen (16 Jahre bis 18 Jahre) könnte es zu einer Stagnation bzw. zu nur mehr geringfügigen Verbesserungen der Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) und der Agilität bei

den Burschen gekommen sein, was die nicht signifikanten Korrelationen erklären würde. Generell kommt es im Verlauf der Adoleszenz zur völligen Ausprägung der koordinativen Leistungsfähigkeit und das Leistungsmaximum wird für beide Geschlechter erreicht (Ahnert, 2006; Roth & Roth, 2009). Es könnte basierend auf dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung angenommen werden, dass sich die Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) und die Agilität bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 14- und 15-jährigen Burschen, gegenseitig nicht beeinflussten. Da die Agilität sowie das Gleichgewicht im alpinen Skirennlauf jedoch von großer Bedeutung sind (vgl. Kapitel 1.2, S. 38) sollte auf eine entsprechende Entwicklung bzw. Förderung dieser sportmotorischen Fähigkeiten im Training, gerade aufgrund der möglichen, gegenseitigen Unabhängigkeit, besonders geachtet werden.

Es konnte ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen sowie ein signifikanter, mittlerer, inverser bei den 14-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (14: r=-0,319; 15: r=-0,327). Ähnliches zeigte sich in der Korrelationsanalyse des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Hier korrelierte der Sprungkoordinationstest, hochsignifikant, stark, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen sowie hochsignifikant, mittel, invers bei den 15-jährigen Athletinnen (14: r=-0,525; 15: r=-0,411). Keine signifikante Korrelation des Sprungkoordinationstests mit der absoluten sowie relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergab sich in den weiteren Altersstufen der Mädchen. Für die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergaben sich bei den Skirennläufern keine signifikanten Zusammenhänge. Allerdings hing der Sprungkoordinationstest hochsignifikant, mittel, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14-jährigen Skirennläufern zusammen(r=-0,300). Ein signifikant, schwacher, inverser Zusammenhang der beiden Parameter konnte bei den 15-jährigen Athleten festgestellt werden (r=-0,256). Basierend auf den Ergebnissen könnte rückgeschlossen werden, dass sich die Agilität und die absolute bzw. relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Athletinnen tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Bei den Burschen ergab sich kein signifikanter Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Dies könnte darauf hindeuten, dass diese beiden

Parameter bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren möglicherweise unabhängig voneinander waren. Jedoch wurde im Zuge der Korrelationsüberprüfung mit der relativen Maximalkraft eine (hoch-) signifikante, inverse Korrelation der beiden Parameter nachgewiesen. Es könnte somit davon ausgegangen werden, dass sich die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur und die Agilität der 14- und 15-jährigen Burschen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Zu erkennen war, dass die Korrelationsausprägungen des Sprungkoordinationstests mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Mädchen, im Vergleich zur absoluten Maximalkraft, stärker waren. Während sich bei den Burschen keine signifikanten Zusammenhänge des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur ergaben, konnten mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (hoch-) signifikante Korrelationen festgestellt werden. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass die relativen Parameter den Aspekt des Körpergewichtes berücksichtigen. Es könnte folglich sein, dass vor allem relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur der Skirennläufer/innen im Alter von 14 und 15 Jahren zur Stabilisation des Oberkörpers der Athleten/innen, während des Durchspringens des Sprungkoordinationstests, beitrug.

In der vorliegenden Untersuchung korrelierte der Sprungkoordinationstest hochsignifikant, mittel, invers mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,390). In den weiteren Altersstufen der Mädchen ergab sich kein signifikanter Zusammenhang des Sprungkoordinationstests mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur und die Agilität nur in der Altersklasse der 15-jährigen Mädchen einen tendenziellen, gegenseitigen, positiven Einfluss aufwiesen. Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlere, inverser Zusammenhang mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=-0,430; 15: r=-0,495; 17: r=-0,313). Signifikant, schwach, invers hing der Sprungkoordinationstest mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16-jährigen Mädchen zusammen (r=-0,230). In der Altersstufe der 18-jährigen Athletinnen ergab sich keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter. Im Gegensatz zur absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur, zeigten sich mit der relativen (hoch-) signifikante Korrelationen mit dem Sprungkoordinationstest bei den Athletinnen im Alter von 14, 15, 16 und 17 Jahren. Die relative Maximalkraft der

Rückenmuskulatur und die Agilität könnten sich daher, in den angeführten Altersstufen der Athletinnen, gegenseitig, tendenziell positiv beeinflusst haben. Bei den Skirennläufern korrelierte der Sprungkoordinationstest signifikant, schwach, invers mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-Jährigen (r=-0,230). Für die weiteren Altersstufen der Athleten wurde kein signifikanter Zusammenhang der beiden Parameter festgestellt. Es könnte schlussfolgernd davon ausgegangen werden, dass die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur und die Agilität nur bei den Burschen im Alter von 14 Jahren einen gegenseitigen, tendenziell positiven Einfluss aufwiesen. Hinsichtlich der relativen Maximalkraft hing diese hochsignifikant, mittel, invers mit dem Sprungkoordinationstest bei den 14-jährigen sowie signifikant, schwach, invers bei den 15-jährigen Burschen zusammen (14: r=-0,312; 15: r=-0,263). In den weiteren Altersklassen der Jungen korrelierten der Sprungkoordinationstest und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur nicht signifikant miteinander. Im Gegensatz zur absoluten Maximalkraft wurde mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur und dem Sprungkoordinationstest eine (hoch-) signifikante Korrelation festgestellt. Auch bei den Skirennläufern zeigte sich, dass die Korrelationsausprägungen mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit dem Sprungkoordinationstest, im Vergleich zur absoluten, stärker waren. Des Weiteren ergaben sich mit der relativen Maximalkraft auch (hoch-) signifikante Zusammenhänge mit dem Sprungkoordinationstest bei den 16- und 17-jährigen Mädchen, während mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur keine festgestellt werden konnten. Auch bei den Burschen wurde mit der relativen Maximalkraft eine signifikante Korrelation mit dem Sprungkoordinationstest bei den 16-Jährigen festgestellt. Mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich hingegen kein signifikanter Zusammenhang. Möglicherweise ist dies darauf zurückzuführen, dass die relativen Parameter den Aspekt des Körpergewichtes berücksichtigen. Es könnte folglich sein, dass die absolute, vor allem aber die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur in den angegebenen Altersstufen zur Stabilisation des Oberkörpers der Athleten/innen, während des Durchspringens des Sprungkoordinationstests, beitrugen. Laut Steidl-Müller et al. (2020) kann die moderne Skitechnik mit dem Sprungkoordinationstest in Verbindung gebracht werden. Somit muss sowohl beim Sprungkoordinationstest als auch beim Skifahren der Körperschwerpunkt reguliert werden (Steidl-Müller et al., 2020). Die typischen Belastungsformen des Rückens im alpinen Skirennsport umfassen eine Kombination

aus Frontal- und Querbeugung sowie eine Torsion der Wirbelsäule (Wilke et al., 1999; Haid & Fischler, 2013). Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie war der Zusammenhang der Agilität und der absoluten bzw. relativen Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur vor allem bei jungen Skirennläufern/innen (14 und 15 Jahre), insbesondere bei den Mädchen, gegeben. Folglich sollte besonders in diesen Altersstufen der Skirennläufer/innen Wert auf eine entsprechende Entwicklung der Rumpfmuskulatur und der Agilität im Training gesetzt werden. Auch andere Autoren berichteten von einem Zusammenhang von Agilitätstest mit der Rumpfmuskulatur. So konnten Nesser et al. (2008) eine hochsignifikante, starke, inverse Korrelation des Gesamtscores der statischen Rumpfkraft (r=-0,551) nach McGill (2002) sowie eine signifikante, mittlere, inverse der Bauchkraftausdauer (r=-0,443) mit dem Pro-Agility Test bei männlichen NCAA Division-I Footballspielern nachweisen. Greene et al. (2019) berichteten von einem hochsignifikanten, starken, inversen Zusammenhang des Prone Planks mit dem Pro-Agility Test (r=-0,50) bei College Athleten im Alter von 18 bis 22 Jahren. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Rumpfkraft zu koordinativ anspruchsvollen Agilitätsleistungen beiträgt (Nesser et al., 2008; Greene et al., 2019). Basierend auf dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung, könnte diese Schlussfolgerung auch für jüngere Skirennläufer/innen als gültig erachtet werden.

In der vorliegenden Untersuchung korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 15-, 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen (15: r=0,710; 16: r=0,779; 17: r=0,779; 18: r=0,813). In der Altersklasse der 14-jährigen Mädchen zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der beiden Parameter (r=0,686). Bei den Burschen hing die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den 16-, 17- und 18-Jährigen zusammen (16: r=0,747; 17: r=0,734; 18: r=0,736). Des Weiteren ergab sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der beiden Parameter in der Altersstufe der 14- und 15-jährigen Skirennläufer (14: r=0,568; 15: r=0,673). Die durchwegs hochsignifikanten (sehr) starken Zusammenhänge der absoluten mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur könnten möglicherweise auf die Berechnung der relativen Maximalkraft zurückzuführen sein. Diese stellt die Maximalkraft bezogen auf das Körpergewicht der Athleten/innen dar. Die stärkste

Korrelationsausprägung konnte bei den Mädchen im Alter von 18 Jahren und bei den 16-jährigen Burschen festgestellt werden. Interessant ist hier auch, dass die beiden Parameter bei den Athletinnen und Athleten im 14. Lebensjahr am schwächsten miteinander korrelierten.

Es konnte ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 16-Jährigen Skirennläuferinnen festgestellt werden (r=0,539). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierten diese beiden Parameter bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen (15: r=0,348; 17: r=0,441; 18: r=0,401). In der Altersstufe der 14-jährigen Athletinnen zeigte sich keine signifikante Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Explosivkraft der Beine bei den Skirennläuferinnen im Alter von 15 bis 18 Jahren einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss aufwiesen. Erkennbar war, dass die Korrelationsausprägungen der beiden Parameter bis zum 16. Lebensjahr der Athletinnen anstiegen und anschließend bist zum 18. Lebensjahr wieder abnahmen. Barnes et al. (2007) berichteten ebenfalls von einer hochsignifikanten, mittleren Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Sprunghöhe beim CMJ, bei weiblichen Volleyballspielerinnen im Alter von 19 bis 21 Jahren (r=0,421). Bei den Skirennläufern konnte in jeder Altersstufe ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ festgestellt werden (14: r=0,373; 15: r=0,390; 16: r=0,385; 17: r=0,499; 18: r=0,357). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass sich die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Explosivkraft der Beine bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Die höchste Korrelationsausprägung der Burschen zeigte sich im 17. Lebensjahr, wobei diese immer noch im mittleren Bereich lag. Anschließend nahm das Zusammenhangsausmaß ab und erreichte das niedrigste Niveau im Alter von 18 Jahren. Auch hier lag dieses jedoch immer noch im unteren, mittleren Bereich. Bei den Mädchen ergab sich hingegen die schwächste Korrelationsausprägung bereits im 15. Lebensjahr. Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung konnten Nuzzo et al. (2008) sowie McGuigan und Winchester (2008) keinen signifikanten Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Sprunghöhe beim CMJ, bei männlichen Footballspielern (19,8±1,4 Jahre bzw. 18,4±0,7 Jahre) nachweisen. Dieser Unterschied ist möglichweise auf die Testarten zur Bestimmung

der Maximalkraft der Beinmuskulatur (Mid-Thigh Pull Test versus ILT 100°) sowie auf die ausgeübten Sportarten (Football und Ski Alpin) zurückzuführen.

Im Zuge der Korrelationsanalyse ergab sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der relativen Maximalkraft mit der CMJ-Sprunghöhe bei den Skirennläuferinnen im Alter von 16 Jahren (r=0,588). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 15-, 17- und 18-jährigen Athletinnen (15: r=0,472; 17: r=0,498; 18: r=0,431). In der Altersstufe der 14-jährigen Mädchen zeigte sich ein signifikanter, mittlerer Zusammenhang dieser beiden Parameter (r=0,320). Dies könnte darauf hindeuten, dass sich die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Explosivkraft der Beine in allen Altersstufen der Mädchen tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Im Vergleich zur absoluten Maximalkraft wies die relative Maximalkraft in allen Altersklassen der Athletinnen einen stärkeren Zusammenhang mit dem CMJ auf. Bis zum 16. Lebensjahr stieg die Stärke der Korrelationen der relativen Maximalkraft mit dem CMJ bei den Mädchen an. Anschließend nahm diese bis zum Alter von 18 Jahren ab, blieb jedoch im mittleren Bereich. Bei den Skirennläufern ergab sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem CMJ bei den 15- und 17-Jährigen (15: r=0,501; 17: r=0,509). In der Altersstufe der 14- und 16-jährigen Athleten hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, mittel mit der CMJ-Sprunghöhe zusammen (14: r=0,422; 16: r=0,480). Bei den 18-jährigen Burschen wurde ein signifikanter, schwacher Zusammenhang dieser beiden Parameter festgestellt (r=0,242). Auch bei den Jungen könnte schlussgefolgert werden, dass sich die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Explosivkraft der Beine tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Im Vergleich zur absoluten Maximalkraft war zu erkennen, dass die relative Maximalkraft in allen Altersklassen der Burschen, mit Ausnahme der 18-Jährigen, eine stärkere Korrelation aufwies. Interessant war auch, dass die Korrelationsausprägungen der relativen Maximalkraft mit dem CMJ in allen Altersstufen der Mädchen und Burschen, mit Ausnahme der 18-Jährigen, annähernd gleich stark waren. Als interessant scheinen in diesem Kontext die Untersuchungen von Nuzzo et al. (2008) und Comfort et al. (2013). Die Autoren verwendeten zur Bestimmung der Maximalkraft eine 1RM Kniebeuge, korrelierten jedoch sowohl die absolute als auch die relative dynamische Maximalkraft mit der CMJ-Sprunghöhe. Nuzzo et al. (2008) konnten dabei keinen signifikanten Zusammenhang der absoluten dynamischen Maximalkraft mit der Sprunghöhe beim

CMJ bei männlichen Footballspielern und Leichtathleten (19,8±1,4 Jahre) feststellen. Anders verhielt sich dies jedoch hinsichtlich der Korrelationsanalyse der Sprunghöhe mit der relativen dynamischen Beinstreckkraft (1RM). Hier korrelierten diese beiden Parameter signifikant stark miteinander (r=0,69) (Nuzzo et al., 2008). Comfort et al. (2013) konnten sowohl für die relative als auch für die absolute dynamische Maximalkraft der Beinmuskulatur eine hochsignifikante Korrelation mit dem CMJ nachweisen. Der Zusammenhang der Sprunghöhe war jedoch für die relative dynamische Maximalkraft stärker ausgeprägt (r=0,76), als für die absolute (r=0,62) (Comfort et al., 2013). Die Erkenntnisse von Nuzzo et al. (2008) und Comfort et al., (2013) ähneln jenen der vorliegenden Untersuchung. Nuzzo et al. (2008) schlussfolgerten, basierend auf ihrem Ergebnis, dass relative Kraftwerte, im Gegensatz zu absoluten, stärker mit der CMJ-Höhe korrelierten. Grund hierfür sei, dass die relativen Parameter die Körpermasse, welche bei einem Sprung beschleunigt wird, berücksichtigten (Nuzzo et al., 2008). Da die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur, im Vergleich zur absoluten, ebenfalls stärker mit der CMJ-Sprunghöhe korrelierte, könnte der Annahme von Nuzzo et al. (2008) zugestimmt werden. Nachwuchsskirennläufer/innen absolvieren ihre Wettkämpfe vor allem in den technischen Disziplinen. Für die Renntechnik im Slalom sowie im Riesentorlauf ist eine sehr gut ausgebildete Schnellkraft erforderlich. (Raschner et al., 2013). Laut Frick et al. (1997) ist die Leistungsfähigkeit im langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, welcher durch den CMJ bewertet wird, eine bedeutende Voraussetzung für Skirennläufer/innen. Während eines Torlaufs kann es zu Belastungen kommen, welche das Zwei- bis Vierfache des Körpergewichts darstellen (Müller, 1994; Raschner et al., 1999; Federolf, 2005; Reid et al., 2012). So verwiesen Spitzenpfeil et al. (2009) darauf, dass während eines Schwungs mindestens 75% der persönlichen Maximalkraft benötigt werden, um den wirkenden Kräften standhalten zu können. Kröll et al. (2010) berichteten über eine muskuläre Aktivierung von etwa 115% der maximalen, willentlichen Kontraktionsfähigkeit. In Bezug auf diese Anforderungen im alpinen Skirennsport (vgl. Kapitel 1.2, S. 38), erschienen die in der vorliegenden Studie nachgewiesenen Korrelationen der absoluten sowie relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der Explosivkraft (CMJ-Sprunghöhe) bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren als nachvollziehbar. Des Weiteren sollte die gegenseitige, positive Beeinflussung der Maximalkraft der Beinmuskulatur und der Explosivkraft im Training der Nachwuchsskirennläufer/innen berücksichtigt werden.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hing bei den 16-, 17- und 18-jährigen Skirennläufern signifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex zusammen (16: r=0,274; 17: r=0,275; 18: r=0,292). In den weiteren Altersklassen der Jungen wurde keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter nachgewiesen. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass sich die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Reaktivkraft bei den Jungen im Alter von 16 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Generell und unter Miteinbeziehung der nicht signifikanten Zusammenhänge, stieg die Korrelationsausprägung der beiden Parameter bei den Athleten vom 14. bis zum 18 Lebensjahr an. Bei den Skirennläuferinnen zeigte sich hingegen keine Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex. Daher könnte davon ausgegangen werden, dass die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Reaktivkraft bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren möglichweise voneinander unabhängig waren. Die gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Parameter bei den Mädchen könnte, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden. Zu ähnlichen Erkenntnissen kamen auch Barnes et al. (2007). In deren Untersuchung, wurde ebenfalls keine signifikante Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex bei weiblichen Volleyballspielerinnen im Alter von 19 bis 21 Jahren nachgewiesen (Barnes et al., 2007).

Im Vergleich korrelierte die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur signifikant mittel mit dem Reaktivkraftindex bei den 18-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 16-jährigen Skirennläuferinnen (16: r=0,276; 18: r=0,311). Keine signifikante Korrelation der relativen Maximalkraft mit dem Reaktivkraftindex ergab sich bei den Mädchen im Alter von 14, 15 und 17 Jahren. Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass sich die relative Maximalkraft und die Reaktivkraft nur bei den Skirennläuferinnen im Alter von 16 und 17 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Bei den Athleten konnte hingegen kein signifikanter Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Reaktivkraftindex nachgewiesen werden. Daher erschienen die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Reaktivkraft bei Skirennläuferin im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter zu sein. Entsprechend den Aussagen von Nimphius et al. (2010), könnte diese gegenseitige Unabhängigkeit der Parameter als ursächlich angesehen werden. Interessant scheint in diesem Kontext auch zu sein, dass Beattie et al. (2017) im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung von einem signifikanten, mittleren

Zusammenhang der relativen Maximalkraft mit dem Reaktivkraftindex bei männlichen Collegeathleten (23,7±4,0 Jahre) berichteten (r=0,286). Bei einem Vergleich der Korrelationen des Reaktivkraftindex mit der absoluten Maximalkraft zeigte sich ein anderes Bild, als mit der relativen Maximalkraft. Bei den Burschen konnten nur mit der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur signifikante Korrelation mit dem Reaktivkraftindex nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu, korrelierte der Reaktivkraftindex bei den Mädchen ausschließlich mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur.

Sowohl die absolute als auch die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur hingen in keiner Altersstufe Skirennläuferinnen und Skirennläufern signifikant mit dem seitlichen Sensomotorikindex zusammen. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass die absolute sowie die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die seitliche, sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter waren. Da sich die nicht signifikanten Korrelationen über alle Altersstufen hinweg bei beiden Geschlechtern zeigten, könnten diese, Nimphius et al. (2010) entsprechend, als ursprünglich interpretiert werden.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies nur bei den 18-jährigen Mädchen einen signifikanten, mittleren Zusammenhang mit dem Sensomotorikindex vor-rück auf (r=0,397). Daher scheinen sich die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück nur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen tendenziell, gegenseitig, negativ beeinflusst zu haben. In den weiteren Altersstufen der Mädchen sowie in allen der Burschen waren diese beiden Parameter möglichweise voneinander unabhängig. Die Korrelationsausprägungen der absoluten Maximalkraft mit der Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) blieb bei den Burschen über alle Altersstufen hinweg relativ konstant. Folglich könnte diese Unabhängigkeit der beiden Parameter bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren als ursprünglich angesehen werden (Nimphius et al., 2010).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur ergab sich nur in der Altersstufe der 16-jährigen Skirennläuferinnen ein hochsignifikanter, mittlerer, inverser Zusammenhang mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,452). Bei den Mädchen im Alter von 16 Jahren könnten sich daher die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflusst haben. In der vorliegenden Untersuchung konnten in

dieser Altersstufe ebenfalls die stärkste inverse/negative Korrelationsausprägung des Körpergewichts mit der relativen Maximalkraft der Beine sowie die schwächste des Körpergewichts mit dem Sensomotorikindex vor-rück nachgewiesen werden. Es könnte daher sein, dass das Körpergewicht zu dem positiven Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 16-jährigen Athletinnen beitrug. In den weiteren Altersstufen der Athletinnen sowie in allen der Athleten zeigte sich keine signifikante Korrelation der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit dem Sensomotorikindex vor-rück. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit der Ausnahme der 16-jährigen Mädchen, möglicherweise voneinander unabhängige Parameter waren. Im Falle der Skirennläufer könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und der Gleichgewichtsfähigkeit als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010) Sowohl die Maximalkraft als auch die Gleichgewichtsfähigkeit sind im alpinen Skirennlauf von hoher Bedeutung (Hydren et al., 2013; Gorski et al., 2014; Raschner et al., 2017) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). Hydren et al. (2013) empfahlen in diesem Kontext, dass das Krafttraining von Skirennläufer/innen unter koordinativen Aspekten, auf instabilen Unterlagen, erfolgen sollte. So würde es in weiterer Folge zu neuromuskulären Verbesserungen kommen (Hydren et al., 2013). Raschner und Müller (2001) verwiesen darauf, dass die feinmotorische Regulation der Bewegungen unter hohen Belastungen, wie sie im alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf vorkommen, mit Hilfe einer Kombination aus Propriozeptorentraining und stabilisationszentriertem Krafttraining verbessert werden kann. Basierend auf diesen Trainingsempfehlungen und insbesondere, aufgrund der nicht signifikanten Korrelationen sowie der (teilweisen) gegenseitigen Unabhängigkeit der Maximalkraft der Beinmuskulatur und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück), sollte erneut auf die Notwendigkeit der Entwicklung dieser beiden sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Nachwuchsskirennlauf hingewiesen werden.

In der vorliegenden Untersuchung korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur in allen Altersstufen der Skirennläuferinnen (14: r=0,355; 15: r=0,308; 16: r=0,332; 17: r=453; 18: r=0,478). Somit schienen sich die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur

bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflusst zu haben. Betrachtet man die Korrelationsausprägungen, so ist ersichtlich, dass diese im 15. Lebensjahr der Mädchen am niedrigsten war und anschließend bis zum Alter von 18 Jahren anstieg. Hervorzuheben ist jedoch, dass sich die Korrelationsausprägungen bei den Athletinnen durchwegs im mittleren Bereich befanden. Bei den 14-jährigen Skirennläufern konnte eine hochsignifikante, starke Korrelation der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden (r=0,518). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter bei den 15-jährigen sowie signifikant, schwach bei den 16-jährigen Athleten zusammen (15: r=0,398; 16: r=0,231). Kein signifikanter Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur zeigte sich bei den 17- und 18-jährigen Burschen. Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur wiesen folglich möglicherweise nur in den Altersklassen der 14-, 15- und 16-jährigen Burschen einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss auf. Unter Miteinbeziehung der nicht signifikanten Zusammenhänge zeigte sich, dass sich bei den Jungen im Alter von 14 Jahren die höchste Korrelationsausprägung ergab. Anschließend nahm diese bis zum 18. Lebensjahr der Athleten ab. Dies stellt im Vergleich zu den Mädchen einen Unterschied dar. Während das Ausmaß des Zusammenhangs der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur bei den Mädchen bis zum 18. Lebensjahr stärker wurde, nahm die Korrelationsausprägung der beiden Parameter bei den Burschen bis zum Alter von 18 Jahren ab.

Die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur wies eine hochsignifikante, starke Korrelation mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen auf (r=0,506). Hochsignifikant, im mittleren Bereich, korrelierten diese beiden Parameter bei den 14-, 16- und 17-jährigen Mädchen (14: r=0,457; 16: r=0,372; 17: r=0,369). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 15-jährigen Athletinnen (r=0,259). Somit ergab sich die schwächste Korrelationsausprägung 15. Lebensjahr der Athletinnen. Anschließend stieg diese bis zum Alter von 18 Jahren an. Dieses Ergebnis ist ähnlich jenem der Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Hier ergab sich das schwächste Ausmaß der Korrelation bei den Mädchen ebenfalls mit 15 Jahren sowie das stärkste

im 18. Lebensjahr. Bei den Skirennläufern korrelierte die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur in den Altersstufen der 14-, 15-, 17- und 18-Jährigen (14: r=0,628; 15: r=0,650; 17: r=0,545; 18: r=0,564). Hochsignifikant, mittel hingen diese beiden Parameter in der Altersstufe der 16-jährigen Burschen zusammen (r=0,420). Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass sich die absolute Maximalkraft der Beinmuskulatur und die absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Im Vergleich waren die Korrelationsausprägungen der beiden Parameter in allen Altersstufen bei den Burschen höher, als bei den Mädchen.

Die Bedeutung der Rumpfmuskulatur bzw. der Maximalkraft der Beinmuskulatur im alpinen Skirennsport wird von mehreren Autoren hervorgehoben (Kröll et al., 2010; Raschner et al., 2012; Gorski et al., 2014; Spörri et al., 2015; Hildebrandt et al., 2017; Müller et al., 2017) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). So steuern die Bein- sowie Rumpfmuskulatur die Haltung im Skirennsport, wodurch Valgus-Knie-Belastungen verringert und gefährliche Kniedrehmomente reduziert werden (Hintermeister et al. 1995). Gerade bei jungen Skirennläufer/innen zeigte sich eine Valgusstellung im Knie („Knieknick“), welcher in der Wachstumsphase zu Beschwerden im Kniegelenk führen kann (Raschner & Müller, 2001). Im Allgemeinen können die Kräfte im alpinen Skirennsport das Ein- bis Dreifache des Körpergewichts erreichen (Turnbull et al., 2009). Junge Skirennläufer/innen waren oft nicht in der Lage im Bereich des Rumpfes den im Schwung auftretenden äußeren Kräften muskulär entgegenzuwirken (Raschner & Müller, 2001). Typische Belastungsformen des Rückens im alpinen Skirennsport umfassen eine Kombination aus Frontal-und Querbeugung sowie eine Torsion der Wirbelsäule (Spörri et al., 2015). Raschner et al. (2012) verwiesen auf eine Korrelation von Defiziten der Rumpfkraft mit einem erhöhten Risiko, einen Kreuzbandriss zu erleiden, bei Nachwuchsskirennläufer/innen. In einer späteren Untersuchung von Müller et al. (2017) ergab sich, dass junge Skirennläufer/innen mit einer besseren relativen Rumpfflexionskraft weniger verletzungsanfällig waren. Raschner et al. (2012) hoben hervor, dass es von höchster Bedeutung ist, schon im Nachwuchsbereich auf eine ausreichende Entwicklung der Rumpfkraft zu achten. So sollten Trainer/innen die Wichtigkeit des Rumpftrainings sowie dessen neuromuskuläre Aspekte verstehen und diese in das tägliche Training integrieren (Raschner et al., 2012). In der vorliegenden Studie wurden Zusammenhängen der

absoluten Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur bei Nachwuchsskirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren festgestellt. Unter Anbetracht der Verletzungsprävention würde dieses Ergebnis die Bedeutung einer gut entwickelten Rumpf- bzw. Beinmuskulatur im alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf wiederum unterstreichen.

Ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur konnte mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (17: r=0,339; 18: r=0,437). In den weiteren Altersstufen der Skirennläuferinnen sowie in allen Altersklassen der Skirennläufer ergaben sich keine weiteren Korrelationen der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur sich nur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläuferinnen tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Da sich in den weiteren Altersstufen der Athleten/innen keine signifikante Korrelation der beiden Parameter ergab, waren diese in jenen Altersklassen womöglich voneinander unabhängig. Diese gegenseitige Unabhängigkeit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur könnte bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich interpretiert werden.

Die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur korrelierte hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 18-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,377). Signifikant, schwach hing die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 16- und 17-jährigen Athletinnen zusammen (16: r=0,230; 17: r=0,241). Daher könnte schlussgefolgert werden, dass sich die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Mädchen im Alter von 16, 17 und 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, beeinflussten. Des Weiteren zeigte sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Skirennläufern (17: r=0,393; 18: r=0,389). Keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter ergab sich in den anderen Altersstufen der Athleten. Somit wiesen die relative Maximalkraft der Beinmuskulatur und die relative Maximalkraft der

Rückenmuskulatur nur bei den 17- und 18-jährigen Skirennläufern einen möglichen tendenziellen, gegenseitigen, Einfluss auf.

Die Korrelationsausprägungen waren bei den Zusammenhängen der absoluten Maximalkraft mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur stärker, als jene der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur. Für künftige Korrelationsanalysen dieser Maximalkraftwerte empfiehlt es sich daher die absoluten Parameter zu verwenden.

Im Zuge der Korrelationsanalyse wurde eine hochsignifikante, mittlere Korrelation des CMJ mit dem Reaktivkraftindex bei den 16- und 18-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen (16: r=0,300; 18: r= 0,373). Des Weiteren hing der CMJ hochsignifikant, schwach mit dem Reaktivkraftindex bei den Mädchen im Alter von 15 und 17 Jahren zusammen (15: r=0,296; 17: r=0,296). In der Altersstufe der 14-jährigen Athletinnen ergab sich kein signifikanter Zusammenhang dieser beiden Parameter. Dementsprechend könnte davon ausgegangen werden, dass sich die Explosivkraft der Beine und die Reaktivkraft bei den Mädchen im Alter von 15 bis 18 Jahren, tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflussten. Zu einer ähnlichen Erkenntnis kamen Barnes et al. (2007). Die Autoren konnten einen hochsignifikanten, starken Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe und dem Reaktivkraftindex bei weiblichen Volleyballspielerinnen, im Alter von 19 bis 21 Jahren, feststellen (r=0,545) (Barnes et al., 2007). Bei den Skirennläufern wies der CMJ in allen Altersklassen eine hochsignifikante, mittlere Korrelation mit dem Reaktivkraftindex auf (14: r=0,403; 15: r=0,496; 16: r=0,381; 17: r=0,347; 18: r=0,474). Rückschließend könnten sich die Explosivkraft der Beine und die Reaktivkraft der Burschen im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflusst haben. Auch Erikoglu und Arslan (2016) sowie Barker et al. (2018) berichteten von (hoch-)signifikanten Zusammenhängen der CMJ-Sprunghöhe mit dem Reaktivkraftindex. Dabei wurde in der Untersuchung von Erikoglu und Arslan (2016) eine signifikante, sehr starke Korrelation der beiden Parameter bei männlichen Fußballspielern (13,5±0,5 Jahre) nachgewiesen (r=0,824). Ein wesentlicher geringerer Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit dem Reaktivkraftindex zeigte sich in der von Barker et al. (2018) durchgeführten Studie. Die beiden Parameter hingen hierbei signifikant, stark bei männlichen Fußballspielern, im Alter von 18 bis 23 Jahren, zusammen (r=0,573) (Barker et al., 2015). Nachwuchsskirennläufer/innen absolvieren ihre Wettkämpfe vor allem in den

technischen Disziplinen. Für die Renntechnik im Slalom sowie im Riesentorlauf ist eine sehr gut ausgebildete Schnellkraft erforderlich (Raschner, 2013). Daher ist die Leistungsfähigkeit im langsamen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus, welcher durch den CMJ bewertet wird, eine bedeutende Voraussetzung für Skirennläufer/innen (Frick et al., 1997). Der Drop-Jump stellt eine Belastung im kurzen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus dar. Der Reaktivkraftindex lässt somit Rückschlüsse auf die neuromuskuläre Leistungsfähigkeit der Skirennläufer/innen zu (McMahon et al., 2018). Müller et al. (2017) berichteten davon, dass längere Kontaktzeiten beim DJ, und folglich eine unzureichende neuromuskuläre Koordination, einen Prädiktor für Verletzungen im alpinen Skirennsport darstellte. Die Autoren hoben hervor, dass es im alpinen Skinachwuchsbereich unumgänglich ist, neuromuskuläre Akzente in das Training zu integrieren, um so Verletzungen möglichst zu vermeiden. (Müller et al., 2017) Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung könnte davon ausgegangen werden, dass sich die Explosivkraft und die Reaktivkraft der Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 14-jährigen Mädchen, gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Diese Erkenntnis sollte die Empfehlung von Müller et al. (2017), neuromuskuläre Akzente in das Training zu integrieren, abermals bekräftigen.

Im Zuge der Korrelationsanalyse ergab sich kein signifikanter Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit dem seitlichen Sensomotorikindex. Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass die Explosivkraft und die seitliche, sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter waren. Diese gegenseitige Unabhängigkeit der beiden Parameter wäre, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich zu interpretieren. Hinsichtlich des Sensomotorikindex vor-rück ergab sich eine signifikante, mittlere inverse Korrelation mit der Sprunghöhe des CMJ bei den 15-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,363). Somit wiesen die Explosivkraft der Beine und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Mädchen im Alter von 15 Jahren möglicherweise einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss auf. In den anderen Altersstufen der Skirennläuferinnen sowie in allen Altersklassen der Skirennläufer wurde kein signifikanter Zusammenhang der CMJ-Sprunghöhe mit dem Sensomotorikindex vor-rück nachgewiesen. Dies würde darauf hindeuten, dass die Explosivkraft und die Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren, mit Ausnahme der 15-jährigen

Mädchen, möglicherweise voneinander unabhängig waren. Da sich die nicht signifikanten Korrelationen der beiden Parameter in allen Altersstufen der Burschen ergaben, könnte von einer ursächlichen Unabhängigkeit der Explosivkraft und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) ausgegangen werden. Mühlbacher et al. (2013) konnten auch keine signifikante Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit dem dynamischen Gleichgewicht bei jungen Erwachsenen (23,0±4,0 Jahre) feststellen. Die Autoren schlussfolgerten ebenfalls, dass das dynamische Gleichgewicht und Parameter der Schnellkraft, möglicherweise voneinander unabhängige Kapazitäten waren. (Mühlbacher et al., 2013).

Es konnte ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des CMJ-Sprunghöhe mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen Mädchen festgestellt werden (r=0,233). Dies scheint darauf hinzudeuten, dass sich die Explosivkraft und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur nur bei den 17-jährigen Mädchen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. In den anderen Altersstufen der Skirennläuferinnen sowie in allen Altersstufen der Skirennläufer, waren diese beiden Parameter, aufgrund der nicht signifikanten Korrelationen, möglichweise unabhängig voneinander. Im Falle der Burschen könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der Explosivkraft und der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur, unter Berufung auf Nimphius et al. (2010), als ursächlich angesehen werden.

Mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur korrelierte die CMJ-Sprunghöhe hochsignifikant, mittel bei den 18-jährigen Skirennläufern (r=0,345). In den Altersstufen der 14- und 15-jährigen Burschen ergab sich ein signifikanter, schwacher Zusammenhang des CMJ und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur (14: r=0,227; 15: r=0,241). Die Explosivkraft der Beine und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hatten folglich bei Burschen im Alter von 14, 15 und 18 Jahren möglicherweise einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss aufeinander. Bei den 16- und 17-jährigen Athleten konnte hingegen keine signifikante Korrelation der beide Parameter nachgewiesen werden. Auch in allen Altersklassen der Athletinnen korrelierte der CMJ nicht signifikant mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Rückschließend stellten die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur und die Explosivkraft der Beine in diesen Altersstufen der Skirennläufer/innen möglicherweise voneinander, unabhängige Parameter dar. Im Fall der Mädchen, könnte von einer ursächlichen, gegenseitigen Unabhängigkeit der beiden Parameter gesprochen werden (Nimphius et al., 2010).

Ähnliches wurde von Watanabe et al. (2019) berichtet, welche ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der CMJ-Sprunghöhe bei weiblichen Basketballspielerinnen (21,9±2,9 Jahre) feststellen konnten.

Der CMJ korrelierte signifikant, schwach mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=0,270). Des Weiteren hing der CMJ signifikant, schwach invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 17-jährigen Burschen zusammen (r=-0,268). Bei den 17-jährigen Mädchen beeinflussten sich die Explosivkraft der Beine und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur möglicherweise gegenseitig, tendenziell, positiv. Bei den Burschen hatten diese beiden Parameter hingegen vermutlich einen tendenziellen, negativen Einfluss aufeinander. In den weiteren Altersstufen der Athletinnen und Athleten ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge der CMJ-Sprunghöhe mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Somit würde sich rückschließen lassen, dass die Explosivkraft und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur in den weiteren Altersstufen der Skirennläufer/innen voneinander unabhängige Parameter darstellten.

Es wurde eine hochsignifikante, schwache Korrelation des CMJ mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern festgestellt (r=0,286). In keiner weiteren Altersstufe der Burschen korrelierte der CMJ mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur. Auch bei den Mädchen wurde keine signifikante Korrelation der beiden Parameter festgestellt. Daher könnten sich die Explosivkraft der Beine und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur nur bei den Burschen im Alter von 15 Jahren gegenseitig beeinflusst haben. Aufgrund der nicht signifikanten Zusammenhänge in den anderen Altersklassen der Athleten/innen, war möglichweise kein gegenseitiger, tendenzieller Einfluss dieser beiden Parameter gegeben. Bei den Skirennläuferinnen könnte die gegenseitige Unabhängigkeit der Explosivkraft und der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur als ursächlich interpretiert werden (Nimphius et al., 2010)

Im Kontext der Korrelationsüberprüfung der CMJ-Sprunghöhe mit der absoluten sowie relativen Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur der vorliegenden Studie, sei auf die Untersuchung von Nesser et al. (2008) hingewiesen. Die Autoren verwendeten zur Bestimmung der Rumpfkraft das Protokoll nach McGill (2002).

Hierbei zeigte sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit der statischen Kraftausdauer der Rückenmuskulatur (r=0,536) bzw. mit dem Gesamtscore (r=0,591) und eine signifikante, mittlere mit der Bauchmuskulatur (r=0,436) bei männlichen NCAA Division-I Footballspielern (Nesser et al., 2008). Diese Erkenntnis stellt einen Unterschied zu jener der zugrundeliegenden Studie dar. In einer späteren Untersuchung von Nesser und Lee (2009) mit denselben Testungen, konnte bei weiblichen NCAA Division-I Fußballspielerinnen keine signifikante Korrelation der CMJ-Sprunghöhe mit der Rumpfkraft nachgewiesen werden. Hervorzuheben ist, dass sich die Tests zur Bestimmung der Rumpfkraft der vorliegenden Untersuchung zu jener von Nesser et al. (2008) bzw. Nesser und Lee (2009) wesentlich unterschieden. Nesser et al. (2008) sowie Nesser und Lee (2009) testeten die isometrische Rumpfkraftausdauer anhand des Protokolls nach McGill (2002). In der vorliegenden Studie wurde die absolute bzw. relative Maximalkraft der Bauch- sowie Rückenmuskulatur anhand des Back-Checks/ITT bestimmt. Die Unterschiede der Ergebnisse könnte durch die verschiedenen Kraftarten (isometrische Kraftausdauer versus isometrische Maximalkraft) und die dementsprechenden, zugrundeliegenden neuronalen Anforderungen sowie Energiebereitstellungen, welche während der Testungen erforderlich waren, begründet werden.

Im Zuge der Korrelationsanalyse ergab sich ein signifikanter, schwacher, inverser Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 17-jährigen Skirennläuferinnen (r=-0,294). Dementsprechend ließe sich schlussfolgern, dass sich die Reaktivkraft und die seitliche sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit nur bei den 17-jährigen Mädchen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. In den weiteren Altersstufen der Skirennläuferinnen ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge des Reaktivkraftindex und dem seitlichen Sensomotorikindex, was auf eine Unabhängigkeit der Parameter hindeutet. Hinsichtlich des Sensomotorikindex vor-rück konnte eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem Reaktivkraftindex bei den 14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen nachgewiesen werden (14: r=-0,387; 16: r=-0,365). In der Altersstufe der 17-jährigen Mädchen korrelierte der Reaktivkraftindex signifikant, schwach invers mit dem Sensomotorikindex vor-rück (r=-0,291). Daher könnten sich die Reaktivkraft und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei den 14-, 16- und 17-jährigen Mädchen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst haben. In den weiteren

Altersstufen der Athletinnen zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge des Sensomotorikindex vor-rück mit dem Reaktivkraftindex. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass die Reaktivkraft und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) bei Skirennläuferinnen im Alter von 15 und 18 Jahren voneinander unabhängige Parameter darstellten. Bei den Skirennläufern zeigte sich, dass der Reaktivkraftindex in keiner Altersstufe signifikant mit dem seitlichen Sensomotorikindex sowie den Sensomotorikindex vor-rück zusammenhing. Basierend auf diesem Ergebnis waren die Reaktivkraft und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren möglicherweise voneinander unabhängige Parameter waren. In Anbetracht dieses Ergebnisses könnte bei den Burschen, gemäß Nimphius et al. (2010), von einer ursächlichen Unabhängigkeit der Reaktivkraft und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit ausgegangen werden. Raschner et al. (2017) erklärten, dass es im alpinen Skirennlauf einer fein ausgeprägten sensomotorischen Ansteuerungsfähigkeit bedarf, um auf die Gegebenheiten adäquat reagieren zu können. Eine optimal ausgeprägte sensomotorische Ansteuerungsfähigkeit würde zusätzlich auch zur Prävention von Verletzungen beitragen (Raschner et al., 2017). Müller et al. (2017) verwiesen darauf, dass längere Kontaktzeiten beim DJ, und somit eine unzureichende neuromuskuläre Koordination, einen Prädiktor für Verletzungen im alpinen Skirennlauf darstellte. Die vereinzelten nachgewiesenen negativen Korrelationen der Reaktivkraft und der Gleichgewichtsfähigkeit bei den Mädchen könnte darauf hindeuten, dass sich diese Parameter gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Allerdings lagen die Korrelationsausprägungen im schwachen bzw. mittleren Bereich. Aufgrund der Bedeutung der sensomotorischen Ansteuerungsfähigkeit sowie der neuromuskulären Koordination ist auf eine Entwicklung dieser sportmotorischen Fähigkeiten, im Training von Nachwuchsskirennläufern/innen, Wert zu legen. Die tendenzielle, gegenseitige, positive Beeinflussung dieser Parameter in den einzelnen Altersstufen der Mädchen sollte von Trainern/innen berücksichtigt werden und könnte zu einer gleichzeitigen Verbesserung der beiden Parameter bei den Skirennläuferinnen führen.

Der Reaktivkraftindex korrelierte hochsignifikant, mittel mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-jährigen Skirennläufern (r=0,320). Signifikant, schwach hingen diese beiden Parameter bei den 14- und 16-jährigen Athleten

zusammen (14: r=0,264; 16: r=0,255). Folglich könnten sich die Reaktivkraft und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den Burschen im Alter von 14, 15 und 16 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst haben. Generell scheint die gegenseitige Beeinflussung ab dem 15. Lebensjahr der Jungen abzunehmen. Hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur wurde ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15-, und 16-jährigen Skirennläufern nachgewiesen (14: r=0,308; 15: r=0,314; 16: r=0,404). Signifikant, schwach hing der Reaktivkraftindex mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 17-und 18-jährigen Burschen zusammen (17: r=0,263; 18: r=0,295). Folglich wiesen die Reaktivkraft und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur möglicherweise bei Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss auf. Die höchste Korrelationsausprägung der beiden Parameter zeigte sich im 16. Lebensjahr der Burschen. Anschließend nahm diese ab und blieb im schwachen Bereich. Bei den Mädchen konnte keine Korrelation des Reaktivkraftindex mit der absoluten Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur nachgewiesen werden. Daher könnte davon ausgegangen werden, dass sich die Reaktivkraft und die absolute Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur möglicherweise bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren nicht gegenseitig beeinflussten und folglich voneinander unabhängige Parameter darstellten. Da die Zusammenhänge der Parameter bei den Athletinnen über alle Altersstufen nicht signifikant waren sowie annähernd gleichblieben, könnte die gegenseitige Unabhängigkeit, gemäß Nimphius et al. (2010) als ursächlich angesehen werden.

In der Altersstufe der 14-jährigen Skirennläuferinnen konnte ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang des Reaktivkraftindex mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt werden (r=0,424). Bei den 15-jährigen Mädchen korrelierte der Reaktivkraftindex signifikant, schwach mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur (r=0,281). Bei den Skirennläufern hing der Reaktivkraftindex hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 15-Jährigen sowie signifikant, schwach bei den 14-Jährigen zusammen (14: r=0,284; 15: r=0,302). Daher könnte rückgeschlossen werden, dass sich die Reaktivkraft und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14- und 15-jährigen Skirennläufern/innen gegenseitig, tendenziell positiv beeinflussten. In den weitern

Altersstufen der Athleten/innen wurde keine signifikante Korrelation der beiden Parameter festgestellt, was auf eine gegenseitige Unabhängigkeit hindeutet.

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur ergab sich ein hochsignifikanter, mittlerer Zusammenhang mit dem Reaktivkraftindex bei den 14-, 15- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,470; 15: r=0,361; 16: r=0,301). Signifikant, schwach korrelierten diese beiden Parameter bei den Mädchen im Alter von 17 Jahren (r=0,255). Folglich hätten die Reaktivkraft und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Mädchen im Alter von 14, 15, 16 und 17 Jahren einen gegenseitigen, tendenziell, positiven Einfluss aufgewiesen. Bei den Skirennläufern hing der Reaktivkraftindex hochsignifikant, mittel mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-Jährigen zusammen (14: r=0,410; 15: r=0,374; 16= r=0,367). Daher könnte auch bei den Burschen rückgeschlossen werden, dass sich die Reaktivkraft und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur im 14., 15. und 16. Lebensjahr gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Sowohl bei den Athletinnen als auch bei den Athleten nahm die Korrelationsausprägung der beiden Parameter ab dem Alter von 14 Jahre ab. Generell gilt eine gut ausgebildete Rumpfkraft bzw. neuromuskuläre Koordination als essentiell um Verletzungen im alpinen Skirennsport vorzubeugen (Spörri et al., 2015; Hildebrandt et al., 2017; Müller et al., 2017) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). In der vorliegenden Untersuchung konnten Zusammenhänge der absoluten sowie relativen Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur und der Reaktivkraft festgestellt werden. Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Bauch- sowie Rückenmuskulatur ergaben sich vor allem im jungen Alter der Athleten/innen positive Korrelationen (14 und 15 Jahre). Die gegenseitige, tendenzielle, positive Beeinflussung der Reaktivkraft und der Maximalkraft der Bauch- bzw. Rückenmuskulatur sollte im Training der jungen Skirennläufer/innen beachtet werden. Die Bedeutung der Rumpfmuskulatur sowie der neuromuskulären Koordination im alpinen (Nachwuchs-) Skirennlauf sollte aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nochmals hervorgehoben werden.

Der seitliche Sensomotorikindex korrelierte hochsignifikant, im mittleren Bereich, mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 17-jährigen Athletinnen (r=0,373). Dies scheint darauf hinzudeuten, dass sich die seitliche, sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit und die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit in der

Bewegungsrichtung vor-rück nur bei den Mädchen im Alter von 17 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Bei den Skirennläufern zeigte sich ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang des seitlichen Sensomotorikindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 15- und 17-Jährigen (15: r=0,527; 17: r=0,526). Hochsignifikant, im mittleren Bereich korrelierten der seitliche Sensomotorikindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück bei den 14-, 16- und 18-jährigen Burschen (14: r=0,400; 16: r=0,483; 18: r=0,458). Bei den Burschen ergab sich folglich ein ganz anderes Bild als bei den Mädchen. Hier konnten in allen Altersstufen hochsignifikante Korrelationen der beiden Parameter nachgewiesen werden. Die seitliche Gleichgewichtsfähigkeit und die Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück könnten sich schlussfolgernd bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst haben. Raschner et al. (2017) konnten hinsichtlich der seitlichen Testung mit dem MFT S3 Check einen signifikanten Unterschied zwischen Skirennläuferinnen und Skirennläufern feststellen. Die 15-jährigen Athletinnen erreichten signifikant bessere Sensomotorikindex-Werte als die gleichaltrigen Athleten. Ähnliches ergab sich in der vor-rück Testung mit dem MFT S3 Check. Hierbei wurden bei den 14-, 15- und 16-Jährigen signifikante Geschlechterunterschiede, zugunsten der Mädchen, in Bezug auf den Sensomotorikindex vor-rück beobachtet. (Raschner et al., 2017) In der vorliegenden Untersuchung wurden bei den Burschen durchwegs hochsignifikante Korrelationen des seitlichen Sensomotorikindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück festgestellt. Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass es bei den Burschen und den 17-jährigen Mädchen vermehrt zu zusätzlichen seitlichen Ausgleichsbewegungen während der vor-rück Gleichgewichtstestung, oder vice versa, kam. Da sich in den weiteren Altersstufen der Athletinnen keine signifikanten Zusammenhänge des seitlichen Sensomotorikindex mit dem Sensomotorikindex vor-rück ergaben, waren die beiden Parameter eventuell voneinander unabhängig. Von Skirennläufer/innen wird sowohl ein erhebliches Gefühl an seitlicher Balance, als auch eine gut ausgeprägte sensomotorische Steuerung, zwischen Vor- bzw. Rücklage erfordert (Raschner et al., 2017). Basierend auf dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung scheint es daher geschlechtsspezifische Unterschiede in der sensomotorischen Steuerung zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts zwischen Skirennläuferinnen und Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren gegeben zu haben.

Die Korrelationsanalyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang des seitlichen Sensomotorikindex sowie des Sensomotorikindex vor-rück mit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Folglich stellten die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich bzw. vor-rück) und die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren möglicherweise voneinander unabhängige Parameter dar. Gemäß Nimphius et al. (2010) könnte diese gegenseitige Unabhängigkeit der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur und des sensomotorischen Gleichgewichts (seitlich und vor-rück) als ursächlich interpretiert werden.

Die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte ebenfalls keine signifikante Korrelation mit dem seitlichen Sensomotorikindex in allen Altersstufen der Athletinnen und Athleten. Deshalb könnte auch hinsichtlich der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur und dem seitlichen Gleichgewicht argumentiert werden, dass diese bei 14- bis 18-jährigen Skirennläufern/innen voneinander, unabhängige Parameter darstellten. Auch hier wäre diese gegenseitige Unabhängigkeit der seitlichen Gleichgewichtsfähigkeit und der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur als ursächlich anzusehen (Nimphius et al., 2010).

Anders verhielt es sich mit dem Sensomotorikindex vor-rück. Hier wurden signifikante, mittlere Korrelationen mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen festgestellt (14: r=0,389; 15: r=0,368; 17: r=0,368). Folglich könnte rückgeschlossen werden, dass sich die Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück und die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur nur bei den 14-, 15- und 17-jährigen Skirennläuferinnen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 18 Jahren korrelierte der Sensomotorikindex vor-rück hingegen nicht mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur, was auf eine gegenseitige ursächliche Unabhängigkeit der beiden Parameter hindeutete (Nimphius et al., 2010).

Hinsichtlich der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur konnte eine signifikante, mittlere, inverse Korrelation mit dem seitlichen Sensomotorikindex bei den 14-jährigen Athletinnen nachgewiesen werden (r=-0,399). Die beiden Parameter könnten sich daher in dieser Altersstufe gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflusst haben. In den weiteren Altersklassen der Mädchen sowie in allen Altersklassen der Burschen wurde

kein signifikanter Zusammenhang des seitlichen Sensomotorikindex mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur festgestellt, was auf eine tendenzielle Unabhängigkeit der Parameter hindeutete. Bei den Burschen wäre diese gegenseitige Unabhängigkeit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur und der seitlichen Gleichgewichtsfähigkeit wiederum als ursächlich zu interpretieren (Nimphius et al., 2010).

Der Sensomotorikindex vor-rück korrelierte signifikant, mittel, invers mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 14- und 18-jährigen Athletinnen sowie bei den 15-jährigen Athleten (14w: r=-0,339; 18w: r=-0,324; 15m: r=-0,373). In diesen Altersstufen der Mädchen und Burschen könnten sich folglich die Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück und die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur, tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflusst haben. In den weiteren Altersstufen der Athleten/innen wären diese beiden Parameter als voneinander unabhängig anzusehen.

Bezüglich der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur konnte keine signifikante Korrelation mit dem seitlichen Sensomotorikindex sowie dem Sensomotorikindex vor-rück in allen Altersklassen der Athleten/innen nachgewiesen werden. Die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich bzw. vor-rück) und die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur könnten folglich bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren ursächlich, voneinander unabhängig gewesen sein (Nimphius et al., 2010). Zu ähnlichen Erkenntnissen hinsichtlich der Korrelation der Gleichgewichtsfähigkeit mit der Rumpfkraft kamen auch Ambegaonkar et al. (2014) und Greene et al. (2019). Ambegaonkar et al. (2014) berichteten von keinem signifikanten Zusammenhang des SEBT mit der statischen Rumpfkraftausdauer (nach McGill, 2002), bei weiblichen College Athletinnen (19,6±1,1 Jahre). Greene et al. (2018) konnten ebenfalls keine signifikante Korrelation des SEBT mit der statischen Rumpfkraftausdauer (verschiedene Planks) bei weiblichen und männlichen Lacrosseathleten/innen (20,3±1,0 Jahre) feststellen. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Rumpfmuskulatur nicht alleinig als Prädiktor für das dynamische Gleichgewicht angesehen werden kann (Greene et al., 2019). Des Weiteren wurde darauf verwiesen, dass die dynamische Stabilität von mehreren Systemen, einschließlich dem zentralen und peripheren Nervensystem sowie dem visuellen System, bestimmt wird. Diese Systeme würden die Korrelationen des dynamischen Gleichgewichts mit anderen Parametern wesentlich beeinflussen. (Greene et al.,

2019) Basierend auf den Ergebnissen der vorliegenden Studie könnte der Annahme von Greene et al. (2019) zugestimmt werden.

Durchwegs hochsignifikant, stark hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den Skirennläuferinnen zusammen (14: r=0,626; 15: r=0,605; 16: r=0,648; 17: r=0,599; 18: r=0,614). Folglich könnten sich die absolute Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur der Mädchen im Alter von 14 bis 18 Jahren tendenziell, gegenseitig, positiv beeinflusst haben. Da die Korrelationsausprägungen konstant im starken Bereich lagen, wäre der gegenseitige Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur bei den Skirennläuferinnen als ursächlich zu interpretieren. (Nimphius et al., 2010). Bei den Skirennläufern korrelierte die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur hochsignifikant, stark mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-, 15- und 16-Jährigen (14: r=0,612; 15: r=0,612; 16: r=0,567). Ein signifikanter, schwacher Zusammenhang der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur zeigte sich bei den 17-jährigen Burschen (r=0,264). Keine signifikante Korrelation dieser beiden Parameter ergab sich bei den 18-jährigen Athleten. Es könnte somit rückgeschlossen werden, dass sich die absolute Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur bei den Skirennläufern im Alter von 14 bis 17 Jahren gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Dabei sollte beachtet werden, dass die Beziehung der beiden Parameter bei den 14-, 15- und 16-jährigen Jungen noch stark war. Im Gegensatz zu den Mädchen, nahmen die Korrelationsausprägungen bei den Burschen aber ab dem 14. bis zum 18. Lebensjahr ab. Ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Extensoren (autochthone Rückenmuskulatur) und den Flexoren (gesamte vordere Bauchmuskulatur) spielen eine bedeutende Rolle bei der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts, während des Skifahrens (Hildebrandt et al., 2017). Die (hoch-) signifikanten Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur scheinen daher das Zusammenspiel dieser Muskeln widerzuspiegeln.

Es ergab sich eine hochsignifikante, starke Korrelation der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den

14- und 16-jährigen Skirennläuferinnen (14: r=0,558; 16: r=0,545). Hochsignifikant im mittleren Bereich korrelierte die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 15-, 17- und 18-jährigen Mädchen (15: r=0,438; 17: r=0,463; 18: r=0,432). Basierend auf diesem Ergebnis scheinen die relative Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur bei Skirennläuferinnen im Alter von 14 bis 18 Jahren einen gegenseitigen, tendenziellen, positiven Einfluss aufeinander gehabt zu haben. Zu erkennen war, dass die Korrelationsausprägung bis zum 16. Lebensjahr im starken Bereich lag. Im Alter von 17 und 18 Jahren zeigten sich nur mehr mittlere Ausmaße der Zusammenhänge bei den Athletinnen. Es könnte somit rückgeschlossen werden, dass der gegenseitige, tendenziell, positive Einfluss der beiden relativen Parameter mit dem Alter der Mädchen leicht abnahm. Bei den Skirennläufern wies die relative Maximalkraft der Bauchmuskulatur einen hochsignifikanten, starken Zusammenhang mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-Jährigen auf (r=0,505). Des Weiteren hingen diese beiden Parameter hochsignifikant, mittel bei den Burschen im Alter von 15 und 16 Jahren zusammen (15: r=0,318; 16: r=0,417). In den Altersstufen der 17- und 18-jährigen Athleten korrelierte die relative Maximalkraft der Rückenmuskulatur nicht mehr signifikant mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur. Schlussfolgernd, könnte dies darauf hindeuten, dass sich die relative Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur nur in den Altersstufen der 14-, 15- und 16-jährigen Burschen gegenseitig, tendenziell, positiv beeinflussten. Die höchste Korrelationsausprägung zeigte sich bei den Burschen im Alter von 14 Jahren. Anschließend nahm diese ab und wies im 15. und 16. Lebensjahr der Jungen, ein mittleres Ausmaß auf. Interessant scheint auch, dass sich bei den 17- und 18-jährigen Athleten keine signifikante Korrelation der beiden Parameter feststellen ließ. Dies würde auf eine gegenseitige Unabhängigkeit der relativen Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur in diesen Altersstufen hindeuten.

Vergleicht man die Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur mit jenen der relativen, so ist zu erkennen, dass die absoluten in allen Altersstufen der Skirennläufer/innen stärkere Ausprägungen aufwiesen. Daher wären für zukünftige Korrelationsanalyse von Kraftwerten, absolute Parameter gegenüber relativen vorzuziehen.

Die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur korrelierte hochsignifikant, sehr stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei den 16-jährigen

Skirennläuferinnen (r=0,904). Ein hochsignifikanter, starker Zusammenhang der beiden Parameter konnte in allen weiteren Altersstufen der Athletinnen nachgewiesen werden (14: 0,704; 16: r=0,891; 17: r=0,892; 18: r=0,881). Bei den Skirennläufern hing die absolute Maximalkraft der Bauchmuskulatur durchwegs hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur zusammen (14: r=0,762; 15: r=0,753; 16: r=0,779; 17: r=0,813; 18: r=0,829). Die relative Maximalkraft beschreibt das Verhältnis der Maximalkraft zum Körpergewicht der Athleten/innen. Die festgestellten hochsignifikanten (sehr) starken Korrelationen der absoluten Maximalkraft der Bauchmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Bauchmuskulatur bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren ist möglicherweise auf die Berechnung der relativen Maximalkraftwerte zurückzuführen. Dementsprechend könnte auch hinsichtlich der nachgewiesenen durchwegs hochsignifikanten (sehr) starken Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Rückenmuskulatur mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren argumentiert werden. Bei den Athletinnen korrelierten diese Parameter durchwegs hochsignifikant stark (14: r=0,775; 15: r=0,848; 16: r=0,863; 17: r=0,839; 18: r=0,869). Ähnliches zeigte sich bei den Skirennläufern. Hier korrelierte die absolute Maximalkraft der Rückenmuskulatur hochsignifikant, stark mit der relativen Maximalkraft der Rückenmuskulatur bei den 14-Jährigen (r=0,689). In den weiteren Altersstufen der Burschen ergaben sich durchwegs hochsignifikante, sehr starke Zusammenhänge dieser beiden Parameter (15: r=0,744; 16: r=0,766; 17: r=0,784; 18: r=0,805).

Die Bedeutung einer gut entwickelten Rumpfkraft wurde bereits von mehreren Autoren hervorgehoben (Raschner et al., 2012; Spörri et al., 2015; Hildebrandt et al., 2017; Müller et al., 2017) (vgl. Kapitel 1.2, S. 38). So verwiesen, wie zuvor erwähnt, Hildebrandt et al. (2017) darauf, dass ein ausgeglichenes Verhältnis der Extensoren (autochthone Rückenmuskulatur) und der Flexoren (gesamte vordere Bauchmuskulatur) eine wichtige Rolle in der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts, während des Skifahrens, spielt. Des Weiteren sei ein unausgewogenes Verhältnis zwischen Rücken- und Bauchmuskulatur Grund für eine zunehmende Problematik, den Low Back Pain (LBP) (Hildebrandt et al., 2017). Laut Spörri et al. (2015) ist eine gut entwickelte Rumpfkraft von präventiver Bedeutung, da sie zur Vermeidung nachteiliger Bewegungsamplituden beiträgt. Raschner et al. (2012) konnten eine direkte Korrelation von Defiziten der Rumpfkraft mit einem erhöhten Risiko, einen

Kreuzbandriss zu erleiden bei Nachwuchsskirennläufer/innen nachweisen. Es sei daher von höchste Bedeutung auf eine ausreichende Entwicklung der Rumpfkraft zu achten. Dabei sollten die neuromuskulären Aspekte des Rumpftrainings berücksichtigt und dieses in das tägliche Training integriert werden. (Raschner et al., 2012) Die Ergebnisse der vorliegenden Studie, unterstreichen die Bedeutung der Rumpfkraft im alpinen Skirennsport. Da sich vor allem bei jüngeren Nachwuchsskirennläufern/innen (sehr) starke Zusammenhänge der Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur abzeichneten, sollte dies im alltäglichen Training berücksichtigt werden. Vor allem ist hervorzuheben, dass, im Sinne der Verletzungsprävention, auf ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Extensoren (Rückenmuskulatur) und Flexoren (Bauchmuskulatur) bei Nachwuchsskirennläufern/innen zu achten ist.

# 5 Conclusio

Anhand der gewonnenen Ergebnisse konnte gezeigt werden, dass es (hoch-) signifikante Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufer/innen des Schigymnasium Stams, im Alter von 14 bis 18 Jahren, gab. Eine Vielzahl der Korrelationen befand sich dabei im mittleren Bereich, wobei auch schwache und (sehr) starke festgestellt werden konnten.

In den meisten Fällen ergaben sich sowohl bei den Athletinnen als auch Athleten (hoch-) signifikante Zusammenhänge, bei der Korrelationsüberprüfung zweier Parameter. Diese unterschieden sich jedoch meist in ihrer Korrelationsausprägung je nach Geschlecht. Eine Ausnahme bildeten hier der seitliche Sensomotorikindex sowie der Sensomotorikindex vor-rück, welche in der Zusammenhangsanalyse als Parameter des sensomotorischen Gleichgewichts (seitlich und vor-rück) herangezogen wurden. Bei den Burschen konnten in jeder Altersstufe hochsignifikante Korrelationen der seitlichen sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit mit jener in der Bewegungsrichtung vor-rück nachgewiesen werden. Dies würde auf ein Wirkungsgefüge der seitlichen sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit und der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit in der Bewegungsrichtung vor-rück bei den Jungen hindeuten. Anders verhielt es sich bei den Mädchen, bei welchen sich nur bei den 17-Jährigen eine hochsignifikante Korrelation dieser beiden Gleichgewichtsparameter ergab. Basierend auf den Ergebnissen scheint die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit bei den Athletinnen vor allem in der Bewegungsrichtung vor-rück von anthropometrischen Parametern, insbesondere von der Körpergröße und dem Körpergewicht, abhängig zu sein. In diesem Kontext sollten auch die festgestellten, positiven Zusammenhänge der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit (vor-rück) mit der anaeroben Kraftausdauer und der Reaktivkraft bei den Mädchen erwähnt werden. Diese gelte es im alltäglichen Training der Skirennläuferinnen zu berücksichtigen. Durch eine Anpassung der Trainingsinhalte würde die gegenseitigen, positiven Beeinflussungen genützt werden, was zu einer gleichzeitigen Verbesserung der Parameter führen könnte.

Generell wurden hinsichtlich des seitlichen Sensomotorikindex und dem Sensomotorikindex vor-rück am wenigsten Korrelationen mit anderen sportmotorischen Testungen nachgewiesen. Somit könnte rückgeschlossen werden, dass die sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit (seitlich und vor-rück) einen recht

unabhängigen Parameter bei Skirennläufern/innen im Alter von 14 und 18 Jahren darstellte. Aufgrund der Bedeutung der Gleichgewichtsfähigkeit im alpinen Skirennsport, hebt dieses Ergebnis wiederum die Wichtigkeit der Testung der sensomotorischen Gleichgewichtsfähigkeit im Rahmen einer Testbatterie hervor.

Die meisten (hoch-) signifikanten Zusammenhänge konnten mit den Parametern der Maximalkraft der Bein-, Bauch- und Rückenmuskulatur sowie der Kraftausdauer mit anderen Parametern bzw. miteinander nachgewiesen werden. Dies verdeutlicht die Bedeutung der Kraftfähigkeiten der Bein- sowie Rumpfmuskulatur und der Kraftausdauerfähigkeit im alpinen Nachwuchsskirennlauf. Es sei jedoch auch auf die Vielzahl an Korrelationen der Agilität sowie der Explosiv- und Reaktivkraft mit anderen ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten hingewiesen. Auf eine entsprechende Entwicklung der Kraftfähigkeiten der Beine bzw. des Rumpfes, der Kraftausdauer, der Agilität, und der Explosiv- sowie Reaktivkraft sollte daher geachtet werden.

In der vorliegenden Studie wurden sowohl absolute als auch relative Parameter der Maximalkrafttestungen der Bein-, Bauch- und Rückenmuskulatur einbezogen. In der Analyse hinsichtlich deren Beziehung zueinander, zeigten sich durchwegs stärkere Korrelationsausprägungen mit den absoluten Parametern. Während die absoluten Maximalkraftwerte der Beinmuskulatur beispielsweise in fast allen Altersstufen der Skirennläufer/innen (hoch-) signifikant mit den absoluten Maximalkraftwerten der Bauch- und Rückenmuskulatur korrelierte, zeigten sich bei den relativen Maximalkraftwerten nur vereinzelt Zusammenhänge schwächeren Ausmaßes. Zu erwähnen ist jedoch, dass die relativen Maximalkraftparameter, im Vergleich mit den absoluten, stärker mit Testungen, die in Form von Sprüngen oder laufend zu absolvieren waren, korrelierten. In der vorliegenden Untersuchung betraf dies vor allem den Kraftausdauertest (Kastentest), den Cooper-Lauf und den CMJ. Begründet könnte dies dadurch sein, dass bei den angeführten Testungen das Körpergewicht, welches von relativen Parametern berücksichtigt wird, gegen die Schwerkraft bewegt werden musste. Dies sollte in künftigen Korrelationsanalysen von sportmotorischen Testungen beachtet werden. Die durchwegs (hoch-) signifikanten Korrelationen des CMJ mit der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur deuten auf eine positive, gegenseitige Beeinflussung der relativen Maximalkraft der Beine und der Explosivkraft bei Skirennläufer/innen im Alter von 14 bis 18 Jahren hin. Bereits in vorangegangenen Studien wurde auf die Bedeutung dieser beiden sportmotorischen Fähigkeiten im alpinen Skirennlauf hingewiesen. Entsprechend dem Ergebnis der vorliegenden

Untersuchung könnte der Zusammenhang der relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und der Explosivkraft durch die entsprechende Anpassung des Trainings der Athleten/innen genutzt werden.

Hinsichtlich der anthropometrischen Parameter konnten in Bezug auf das Körpergewicht in fast allen Altersstufen der Skirennläufer/innen (hoch-) signifikante Zusammenhänge mit den absoluten Maximalkraftwerten der Bein-, Bauch- und Rückenmuskulatur festgestellt werden. Hierbei waren die Korrelationsausprägungen bei den Burschen durchwegs stärker als bei den Mädchen. Das Körpergewicht scheint sich daher positiv auf die Maximalkraft der Bein-, Bauch- und Rückenmuskulatur der Skirennläufer/innen ausgewirkt zu haben, wobei dies bei den Athleten stärker der Fall war als bei den Athletinnen. Im Gegensatz dazu scheint das Körpergewicht die Kraftausdauerleistung der Mädchen und Burschen negativ beeinflusst zu haben. Jedoch zeigte sich hier, dass die inversen Korrelationsausprägungen bei den Mädchen stärker waren. Demzufolge könnte der tendenzielle negative Einfluss des Körpergewichts auf die Kraftausdauerleistung bei den Mädchen höher gewesen sein, als bei den Burschen. Dieser Aspekt sollte ebenfalls in der Ausbildung der Skirennläufer/innen berücksichtig werden. So sollte neben einer optimalen Entwicklung der Kraftausdauerfähigkeit der Athleten/innen auch auf ein entsprechendes Ernährungsverhalten sowie Gewichtsmanagement Wert gelegt werden.

Bezüglich der Entwicklung der Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten konnten durchaus einige, gemäß Nimphius et al. (2010), als ursächlich zu interpretierende Korrelationen bei den Skirennläufern/innen, im Alter von 14 bis 18 Jahren, nachgewiesen werden. Hierbei wurden neben der Beziehung zueinander, auch diverse ursächliche Unabhängigkeiten zweier Parameter festgestellt. Diese variierten geschlechtsspezifisch. Die nur in vereinzelten Altersstufen festgestellten (hoch-) signifikanten Zusammenhänge zweier Parameter könnten auf eine verstärkte Weiterentwicklung oder aber auf eine Abnahme/Stagnation eines Parameters hindeuten. Um dies genauer bestimmen zu können, müsste jedoch ein Abgleich mittels einer Regressionsanalyse erfolgen. Dabei könnte genau festgestellt werden, welcher der Parameter den Einfluss ausübte bzw. in welche Richtung diese Beeinflussung stattfand. Zusätzlich könnte ein Vergleich mit den erstellten Normwerten der

Testungen, den Altersstufen entsprechend, erfolgen. So könnte ermittelt werden, ob und welche Parameter sich weiterentwickelt haben oder bei welchen es zu einer Stagnation kam. Gerade diese einzelnen Korrelationen, aber auch die als ursächlich zu interpretierenden Zusammenhänge/Unabhängigkeiten, könnten aus den genannten Gründen, sowohl für das Training der Athleten/innen als auch für die Talentselektion von Bedeutung sein. Durch eine entsprechende Adaptierung der Trainingsinhalte könnten die Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten effizienter genutzt werden und es zu einer entsprechenden (zeitlichen) Optimierung des Trainings kommen. Hinsichtlich der Talentselektion sollten vor allem einzeln vorkommende Zusammenhänge richtig interpretiert werden, da sich diese auch auf die Leistung der Nachwuchsskirennläufer/innen auswirken könnten. Die Athleten/innen der vorliegenden Untersuchung waren Schüler/innen des Schigymnasium Stams, welche auch teilweise Mitglieder diverser Kader (Landeskader und ÖSV) waren. Dies bedeutet, dass hier bereits diverse Selektionen stattgefunden haben, da für eine Aufnahme am Schigymnasium Stams eine skispezifische sowie sportmotorische Aufnahmeprüfung nötig ist und entsprechende Leistungen (Aufnahmeprüfung, Rennergebnisse) seitens der Skiläufer/innen bereits erbracht wurden. Um weitere wichtige Informationen hinsichtlich der Zusammenhänge von sportmotorischen Fähigkeiten und deren Rolle in der Talentselektion bzw. –förderung im alpinen Nachwuchsskirennlauf zu erhalten, wären entsprechende Untersuchungen bei jüngeren Skirennläufern/innen notwendig.

Zusammenfassend kann behauptet werden, dass es Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei Skirennläufern/innen des Schigymnasium Stams, im Alter von 14 bis 18 Jahren, gab. Hierbei unterschieden sich diese geschlechtsspezifisch vor allem in ihren Ausprägungen. Die vorliegende Untersuchung sollte als Grundlage für weitere Einblicke in das Wirkungsgefüge der sportmotorischen Fähigkeiten bei Nachwuchsskirennläufer/innen dienen. Außerdem wurde die Bedeutung der Kraftfähigkeiten der Beine und des Rumpfes sowie jene der Kraftausdauerfähigkeit, der Agilität und der Explosiv- sowie Reaktivkraftfähigkeit im alpinen Nachwuchsskirennlauf, durch die Ergebnisse der zugrundeliegenden Studie, abermals bekräftigt.

# 6 Literaturverzeichnis


Ahnert, J. (2006). *Motorische Entwicklung vom Vorschul- bis ins frühe Erwachsenenalter –Einflussfaktoren und Prognostizierbarkeit* (Dissertation). Julius-Maximilians-Universität, Würzburg.

Ahnert, J., & Schneider, W. (2007). Entwicklung und Stabilität motorischer Fähigkeiten vom Vorschul- bis ins frühe Erwachsenenalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39(1), 12-24.

Albrecht, C. A. (2015). *Entwicklung und Einflussfaktoren der Entwicklung der motorischen Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter: Befunde der MoMo-Längsschnittstudie* (Dissertation). Pädagogische Hochschule, Karlsruhe.

Alemdaroglu, U. (2012). The Relationship Between Muscle Strength, Anaerobic Performance, Agility, Sprint Ability and Vertical Jump Performance in Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 31, 99-106.

Alfermann, D., & Stoll, O. (2005). *Sportpsychologie*. Aachen: Meyer & Meyer.

Ambegaonkar, J. P., Mettinger, L. M., Caswell, S. V., Burtt, A., & Cortes, N. (2014). Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(5), 604-616.

Andersen, R. E., & Montgomery, D. L. (1988). Physiology of Alpine Skiing. *Sports Medicine*, 6(4), 210-221.

Arbesser, M., Borrmann, J., Felderer, B., et al. (2008). *Die ökonomische Bedeutung des Wintersports in Österreich. Studie im Auftrag der Initiative „Netzwerk Winter“*. Wien: IHS Institut für höhere Studien.

Baker, J., Janning, C., Wong, H., Cobley, S., & Schorer, J. (2014). Variations in relative age effects in individual sports: Skiing, figure skating and gymnastics. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), 183-190.

Barker, A. R., & Armstrong, N. (2011). Exercise Testing in Elite Young Athletes. In N. Armstrong & A. M. McManus (Hrsg.). *The Elite Young Athlete* (S. 106-125). Basel: Karger.

Barker, L. A., Harry, J. R., & Mercer, J. A. (2018). Relationship between countermovement jump ground reaction forces and jump height, reactive strength index, and jump time. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 248-254.

Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1192-1196.

Barnett, L. M., Van Beurden, E., Morgan P. J., Brooks, L. O., & Beard J. R. (2010). Gender Differences in Motor Skills Proficiency From Childhood to Adolescence. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 81(2), 162-170.

Baumgartner, V. (2017). Über den Versuch, Schule und Sport in Einklang zu bringen – oder was seitens der Schule dafür in den Anfangsjahren 1967-1970 unternommen wurde. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 19). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Beattie, K., Carson, B. P., Lyons, M., & Kenny I. C. (2017). The Relationship Between Maximal Strength and Reactive Strength. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 548-553.

Beck, J. (2006). Datenbank zur motorischen Leistungsfähigkeit (SPODAT II). *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 22, 251-252.

Becker, S. (2014). *Aktiv und Gesund? Interdisziplinäre Perspektiven auf den Zusammenhang zwischen Sport und Gesundheit*. Wiesbaden: Springer VS.

Berg, H. E., & Eiken, O. (1999). Muscle Control in Elite Alpine Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7), 1065-1067.

Bouchard, C., Shephard, R. J., & Stephens, T. (1994). *Physical activity, fitness and health: International proceedings and consensus statement*. Champaign: Human Kinetics Publishers.

Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.

Bosco, C. (1997). Evaluation and Planning of Conditioning Training for Alpine Skiers. In E. Kornexl, E. Müller, C. Raschner & H. Schwameder (Hrsg.). *Science and Skiing I* (S. 229-250). London: E & Fn Spon.

Brahim, M. B., Bougatfa, R., & Mohamed, A. (2013). Anthropometric and physical characteristics of Tunisians young soccer players. *Advances in Physical Education*, 20(3), 125-130.

Brignac, A., Bellar, D., Judge, L. W., Smith, J., Mazerat, N., & Trosclair, D. (2011). The Relationship of BMI to Grade Point Average, Age and Multiple Fitness Tests. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(sup1), 121.

Brzycki, M. (1993). Predicting a one-rep max from reps to failure. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64(1), 88-90.

Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength and Conditioning Research,* 22(2), 265-374.

Böcker, N. (2011). *Bewegungsentwicklung & Sprache bei Kindern von 0 – 3 Jahren*. München: Deutsches Jugendinstitut.

Bös, K., & Mechling, H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen*. Schorndorf: Hoffmann.

Bös, K. (1987). *Handbuch motorische Tests*. Göttingen: Hogrefe.

Bös, K. (1994). Differentielle Aspekte der Entwicklung motorischer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös & R. Singer. *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 238-256). Schorndorf: Hoffmann.

Bös, K., & Ulmer, J. (2003) Motorische Entwicklung im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 151(1), 14-21.

Bös, K., Brochmann, C., Eschette, H., et al. (2004). Gesundheit, motorische Leistungsfähigkeit und körperliche-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Luxemburg: Untersuchung für die Altersgruppe 9, 14 und 18 Jahre. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt. Zugriff unter: http://www.men.public.lu/catalogue-publications/themespedagogiques/promotion-sante-bien-etre/motorik-abschlussbericht-06/absch-bericht-06.pdf (letzter Zugriff am 27.11.2019).

Bös, K., Worth, A., Opper E., et al. (2009a). *Das Motorik-Modul: Motorische Leistungsfähigkeit und körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland*. Baden-Baden: Nomos.

Bös, K., Oberger, J., Lämmle, L., et al. (2009b). Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern. In W. Schmidt (Hrsg.). *Zweiter Deutscher Kinder- und Jugendsportbericht* (S.137-157). Schorndorf: Hoffmann.

Brinkhoff, K. P., & Baur, J. (1994). Motorische Entwicklung im Jugendalter. In J. Baur, K. Bös & R. Singer. *Motorische Entwicklung: Ein Handbuch* (S. 276-308). Schorndorf: Hofmann.

Brown, S. L., & Wilkinson, J. G. (1983). Characteristics of National, Divisional, and Club Male Alpine Ski Racers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15(6), 491-495.

Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chamari, K., Carlomagno, D., & Rampinini, E. (2006). Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. *The Journal of Strength and Conditioning Researc*h, 20(2), 320-325.

Chiarlitti, N. A., Delisle-Houde, P., Reid, R. E., Kennedy, C., & Andersen, R. E. (2018). Importance of body composition in the national hockey league combine physiological assessments. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3135-3142.

Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J. (2009). Annual age-grouping and athlete development. A meta-analytical review of relative age effects in sports. *Sports Medicine*, 39(3), 235-256.

Coenen, W. (2010). *Manuelle Medizin bei Säuglingen und Kindern: Entwicklungsneurologie – Klinik- Therapeutische Konzepte.* Berlin: Springer.

Comfort, P., Stewart, A., Bloom, A., & Clarkson, B. (2013). Relationships Between Strength, Sprint and Jump Performance in Well-Trained Youth Soccer Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 173-177.

Conzelmann, A., & Blank, M. (2009). Entwicklung der Ausdauer. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 167-186). Schorndorf: Hofmann.

Cooper, K. H. (1968). A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake: Correlation between Field and Treadmill Testing. *Journal of the American Medical Association*, 203(3), 201-204.

Crasselt, W., Forchel, I., & Stemmler, R. (1985). *Zur körperlichen Entwicklung der Schuljugend in der Deutschen Demokratischen Republik*. Leipzig: Ambrosius Barth.

Crasselt, W. (1994). Somatische Entwicklung. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (S. 106-125). Schorndorf: Hofmann.

Dellagrana, R. A., Guglielmo, L. G., Santos, B. V., Hernandez, S. G., da Silva, S. G., & de Campos, W. (2015). Physiological, anthropometric, strength, and muscle power characteristics correlates with running performance in young runners. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1584-1591.

Deutscher Sportbund (2003). *Bewegungsstatus von Kindern und Jugendlichen in Deutschland: Kurzfassung einer Untersuchung von 20.000 Kindern und Jugendlichen*. Frankfurt am Main: WIAD-AOK-DSB.

Dordel, S. (2003). *Bewegungsförderung in der Schule: Handbuch des Sportunterrichts*. Dortmund: Modernes Lernen.

Dymond, C., Flanagan, E. P., & Turner, A. P. (2011). The relationship between maximal-strength and plyometric ability in rugby players. *Portuguese Journal of Sport Science*, 29(2), 77-80.

Elmadfa, I., & Leitzmann, C. (2015). Körperzusammensetzung. In I. Elmadfa & C. Leitzmann (Hrsg.). *Ernährung des Menschen* (S. 32-43). Stuttgart: UTB GmbH.

Erikoglu, O., & Arslan, E. (2016). The Relationships Among Acceleration, Agility, Sprinting Ability, Speed Dribbling Ability and Vertical Jump Ability in 14-Year-Old Soccer Players. *Journal of Sports and Physical Education*, 3(2), 29-34.

Federolf, P. A. (2005). *Finite Element Simulation of a Carving Snow Ski*. Zürich: ETH.

Ferguson, R. A. (2010). Limitations to Performance During Alpine Skiing. *Experimental Physiology*, 95(3), 404-410.

Fetz, F., & Kornexl, E. (1993). *Sportmotorische Tests*. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH.

Fiegl, S. (2017). Unser Ziel = Unser Weg. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 122-123). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32-38.

Flørenes, T. W., Bere, T., Nordsletten, L., Heir, S., & Bahr, R. (2009). Injuries among Male and Female World Cup Alpine Skiers. *British Journal of Sports Medicine*, 43(13), 973-978.

Förg-Rob, W., & Nachbauer, W. (1988). Use of Spline-Functions in the Smoothing of Film Data for Slalom Ski Racers. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4(2), 166-176.

Freiwald, J. (2009). *Optimales Dehnen: Sport-Prävention-Rehabilitation*. Augsburg: Spitta.

Frick, U., Schmidtbleicher, D., Raschner, C., & Müller, E. (1997). Types of muscle action of leg and hip extensor muscles in slalom. In E. Müller, H. Schwameder, E. Kornexl & C. Raschner (Hrsg.). *Science and Skiing I* (S. 262-271). London: E & Fn Spon.

Garcia-Gil, M., Torres-Unda, J., Esain, I., et al. (2018). Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6). 1723-1730.

Gaschler, P. (1994). Motorik von Kindern und Jugendlichen heute: Eine Generation von „Weicheiern, Schlaffis und Desinteresse“?. *Haltung und Bewegung*, 21(1), 5-17.

Geese, R., & Reimers, C. D. (2003). Grundlagen des Trainings. In C. D. Reimers & A. Broocks (Hrsg.). *Neurologie, Psychiatrie und Sport* (S. 8-45). Stuttgart: Thieme.

Gilgien, M., Kröll, J., Spörri, J., Crivelli, P., & Müller, E. (2018). Application of dGNSS in alpine ski racing: basis for evaluating physical demands and safety. *Frontiers in Physiology*, 9, 145.

Girardi, W. (2017). Gründungsintention. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 17). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Gordon, A. T., Ambegaonkar, J. P., & Caswells, S. V. (2013). Relationship between core strength, hip external rotator muscle strength, and star excursion balance test performance in female lacrosse players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 97-104.

Greene, F. S., Perryman, E., Cleary, C. J., & Cook, S. B. (2019). Core Stability and Athletic Performance in Male and Female Lacrosse Players. *International Journal of Exercise Science*, 12(4), 1138-1148.

Greier, K., Ruedl, G., Weber, C., Thöni, G., & Riechelmann, H. (2016). Ernährungsverhalten und motorische Leistungsfähigkeit von 10- bis 14-jährigen Jugendlichen. *Ernährung und Medizin*, 31(4), 166-171.

Greier, K., Ruedl, G., & Riechelmann, H. (2017). Zusammenhänge von motorischer Leistungsfähigkeit, Migrationshintergrund, BMI, Sportvereinstätigkeit und TV-Konsum bei 6- bis 14-jährigen Tiroler Kindern und Jugendlichen: Eine Querschnittsstudie mit 3293 Primar- und Sekundarstufenschülerinnen und –schülern. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 33(6), 256-262.

Gross, M. A., Brei, F. A., Lehmann, A. D., Hoppeler, H., & Vogt, M. (2009). Seasonal Variation of VO2max and the VO2-Work Rate Relationship in Elite Alpine Skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(11), 2084-2089.

Haff, G. G., Stone, M. H., O'Bryant, H., et al. (1997). Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle action. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4), 269-272.

Haid C., & Fischler S. (2013). Biomechanische Belastungsaspekte der Wirbelsäule beim Golfschwung. *ScienceDirect*, 29(2), 89-95.

Hangai, M., Kaneoka, K., Hinotsu, S., et al. (2009). Lumbar intervertebral disk degeneration in athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(1), 149-155.

Harre, D. (1970). *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.

Hildebrandt, C., Müller, L., Heisse, C., & Raschner, C. (2017). Trunk Strength Characteristics of Elite Alpine Skiers – A Comparison with Physically Active Controls. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 51-59.

Hintermeister, R. A., O'Connor, D. D., Dillman, C. J., Suplizio, C. L., Lange, G. W., & Steadman, J. R. (1995). Muscle Activity in Slalom and Giant Slalom Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(3), 315-322.

Hirtz, P. (1985). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport.* Berlin: Volk und Wissen Verlag.

Hirtz, P. (2002). Untersuchungen zur Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In G. Ludwig & B. Ludwig (Hrsg.). *Koordinative Fähigkeiten - koordinative Kompetenz* (S. 104-112). Universität Kassel: Psychomotorik in Forschung und Praxis.

Hohmann, A., Lames, M., & Letzelter M. (2003). *Einführung in die Trainingswissenschaft.* Wiebelsheim: Limpert.

Hollmann, W., & Strüder, H. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für die körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer.

Hopkins, W. G. (2016). A New View of Statistics. Zugriff unter: http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html (letzter Zugriff am 25.3.2020).

Hörterer, H. (2004). Trendsportarten: Carving-Skifahren. *Sportorthopädie – Sporttraumatologie*, 20(4), 221-226.

Hydren, J. R., Volek, J. S., Maresh, C. M., Comstock, B. A., & Kramer, W. J. (2013). Review of Strength and Conditioning for Alpine Ski Racing. *Strength and Conditioning Journal*, 35(1), 10-28.

Imai, A. & Kaneoka, K. (2016). The relationship between trunk endurance plank tests and athletic performance tests in adolescent soccer players. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 718-724.

Ishikawa, M., Finni, T., & Komi, P. V. (2003). Behaviour of vastus lateralis muscle-tendon during high intensity SSC exercises in vivo. *Acta Physiologica Scandinavia*, 178(3), 205-213.

Karakoc, B., Akalan, C., Alemdaroglu, U., & Arslan, E. (2012). The relationship between the yo-yo tests, anaerobic performance and aerobic performance in young soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 35(1), 81-88.

Kettner, S., Wirt, T., Fischbach, N., et al. (2012). Handlungsbedarf zur Förderung körperlicher Aktivität im Kindesalter in Deutschland. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin,* 63(4), 94-101.

Kirschner, P. (2017). Mentaltraining in Stams. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 124-125). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Klein, M., Emrich, E., Schwarz, M., et al. (2004). Sportmotorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen im Saarland: Ausgewählte Ergebnisse der IDEFIKS-Studie (Teil 2). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 55(9), 211-220.

Krombholz, H. (1999). Körperliche und motorische Entwicklung im Säuglings- und Kleinkindalter: Überarbeitete Version eines Beitrages. In Deutscher Familienverband (Hrsg.). *Handbuch Elternbildung* (S. 533-557). Opladen: Leske + Budrich Verlag.

Kröll, J., Wakeling, J. M., Seifert, J. G., & Müller, E. (2010). Quadriceps Muscle Function during Recreational Alpine Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(8), 1545-1556.

Krüger, H., & Zimmermann, K. (1983). Koordinative Fähigkeitsentwicklung und Technikschulung bei jungen Sportlern. *Theorie und Praxis der Körperkultur*, 32(11), 852-854.

Lames, M., Augste, C., Dreckmann, C., Görsdorf, K., & Schimanski, M. (2008). Der “Relative Age Effect“ (RAE): Neue Hausaufgaben für den Sport [Relative Age Effect (RAE): New homework for the sport]. *Leistungssport*, 38(6), 4-9.

Lampert, T., Mensink G. M. B., Rohmahn, N., & Woll, A. (2007). Körperlich-sportliche Aktivität von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50(5-6), 634-642.

Leutzinger, T. J., Gillen, Z. M., Miramonti, A. M., McKay, B. D., Mendez, A. I., & Cramer, J. T. (2018). Anthropometric and athletic performance combine test results among positions within grade levels of high school-aged American football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1288-1296.

Lesnik, B., Sekulic, D., Supej, M., Esco, M. R., & Zvan, M. (2017). Balance, Basic Anthropometrics and Performance in Young Alpine Skiers; Longitudinal Analysis of the Associations During Two Competitive Seasons. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 7-16.

Linthorne, N. P. (2001). Analysis of Standing Vertical Jumps Using a Force Platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.

Lohaus, A. (1993). *Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention im Kindes- und Jugendalter*. Göttingen: Hogrefe.

Loturco, I., Ahcroft, P., Evans, N., Tombs, C., Pereira, L. A., & Jeffreys, I. (2019). Relationship Between Distinct Physical Capacities in Young Welsh Rugby Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000003459.

Maffiuletti, N. A., Jordan, K., Spring, H., Impellizzeri, F. M., & Bizzini, M. (2009). Physiological Profile of Swiss Elite Alpine Skiers – a 10-year Longitudinal Comparison. In E. Müller, S. Lindiger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing IV* (S. 365-373). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Malina, R. (1996). Tracking of Physical Activity and Physical Fitness across the Lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(3), 48-57.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign: Human Kinetics.

Manz, K., Schlack, R., Poethko-Müller, C., Mensink, G., Finger, J., & Lampert, T. (2014). Körperlich-sportliche Aktivität und Nutzung elektronischer Medien im Kindes- und Jugendalter: Ergebnisse der KiGGS-Studie – Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 57(7), 840-848.

Martin, D., Nicolaus, J., & Rost, K. (1999). *Handbuch Kinder- und Jugendtraining*. Schorndorf: Hofmann.

Mathisen, G., & Pettersen, S. A. (2015). Anthropometric factors related to sprint and agility performance in young male soccer players. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 6, 337-342.

Mayhew, J. L., Ball, T. E., Arnold, M. D., & Bowen, J. C. (1992). Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 6(4), 200-206.

McGill, S. M. (2002). *Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Champaign: Human Kinetics.

McGuigan, M. R., & Winchester, J. B. (2008). The Relationship Between Isometric and Dynamic Strength in College Football Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(1), 101-105.

McMahon, J. J., Suchomel, T. J., Lake, J. P., & Comfort, P. (2018). Relationship between reactive strength index variants in rugby league players. The *Journal of Strength and Conditioning Research*, doi: 10.1519/JSC.0000000000002462.

Meinel, K., & Schnabel, G. (2007). *Bewegungslehre. Sportmotorik.* München: Südwestverlag.

Melmer, F., & Posch, M. (2014*). Zusammenhang und geschlechtsspezifische Aspekte von anaeroben Leistungstests bei Schülern der Internatsschule für Skisportler Stams im alpinen Skirennlauf* (nicht veröffentlichte Masterarbeit). Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft, Innsbruck.

Menzi, C., Zahner, L., & Kriemler, S. (2007). Krafttraining im Kindes- und Jugendalter. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 55(2), 38-44.

Mersch, F. (1987). *Maximalkraftveränderungen im präpuberalen Kindesalter: Eine Untersuchung zur Entwicklung und Trainierbarkeit unter besonderer Berücksichtigung von Testosteronkonzentration und Muskelhypotrophie* (Dissertation). Freie Universität, Berlin.

Mildner, E., Barth, M., Ehn, G., Kriebernegg, R., Staudacher, A., & Raschner, C. (2012). Relationship between physical fitness, ski technique and racing results of young alpine ski racers. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing V* (S. 282-290). Maidenhead: Meyer & Meyer Sport.

Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental Review*, 21(2), 147-167.

Mühlbacher, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2013). Association of Balance, Strength, and Power Measures in Young Adults. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 582-589.

Müller, E. (1994). Analysis of the Biomechanical Characteristics of Different Swinging Techniques in Alpine Skiing. *Journal of Sports Sciences*, 12(3), 261-278.

Müller, E., Benko, U., Raschner, C., & Schwameder, H. (2000). Specific Fitness Training and Testing in Competitive Sports. *Medicine and Science in Sports and Excercises*, 32, 216-220.

Müller, L., Müller, E., Kornexl, E., & Raschner, C. (2015a). The Relationship between Physical Motor Skills, Gender and Realtive Age Effects in Young Austrian Alpine Ski Racers. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 10(1), 69-85.

Müller, L., Müller, E., Hildebrandt, C., Kornexl, E., & Raschner, C. (2015b). Influental factors on the relative age effect in alpine ski racing. *PLoS One*, 10, e0160969.

Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., Fink, C., & Raschner, C. (2017). Long-Term Athletic Development in Youth Alpine Ski Racing: The Effect of Physical Fitness, Ski Racing Technique, Anthropometrics and Biological Maturity Status in Injuries. *Frontiers in Physiology*, 8, 1-11.

Neumayr, G., Hoertnagl, H., Pfister, R., Koller, A., Eibl, G., & Raas, E. (2003). Physical and Physiological Factors associated with Success in Professional Alpine Skiing. *International Journal of Sports Medicine*, 24(8), 571-575.

Nesser, T. W., Huxel, K. C., Tincher, J. L., & Okada, T. (2008). The Relationship Between Core Stability and Performance in Division 1 Football Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1750-1754.

Nesser, T. W., & Lee, W. L. (2009). The Relationship Between Core Strength and Performance in Division I Female Soccer Players. *Journal of Exercise Physiology*, 12(2), 21-28.

Nimphius, S., McGuigan, M., & Newton, R. (2010). Relationship between strength, power, speed and change of direction performance of female softball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 885-895.

Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Cormie, P., & McCaulley, G. O. (2008). Relationship Between Countermovement Jump Performance and Multijoint Isometric and Dynamic Tests of Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 699-707.

Oberger, J., Opper, E., Karger, C., Worth, A., Geuder, J., & Bös, K. (2010). Motorische Leistungsfähigkeit: Ein Indikator für die Gesundheit von Kindern und Jugendlichen. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 158(5), 441-448.

Oberger, J. (2015). *Sportmotorische Tests im Kindes- und Jugendalter. Normwertbildung-Auswertungsstrategien-Interpretationsmöglichkeiten. Überprüfung anhand der Daten des Motorik-Moduls (MoMo)* (Dissertation). Institut für Technologie, Karlsruhe.

Oerter, R., & Montada, L. (2008). *Entwicklungspsychologie: Ein Lehrbuch*. Weinheim Basel: Beltz Psychologie Verlags Union.

Olivier, N., Marschall, F., & Büsch, D. (2008). *Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre.* Schorndorf: Hofmann.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., & Castillo, M. J. (2013). Physical activity, physical fitness and overweight in children and adolescents: evidence from epidemiologic studies. *Endocrionología y Nutrición (English Edition)*, 60(8), 458-469.

Patterson, C., Raschner, C., & Platzer, H. P. (2009). Power Variables and Bilateral Force Differences During Unloaded and Loaded Squat Jumps in High Performance Alpine Ski Racers. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 779-787.

Patterson, C., Platzer, H. P., & Raschner, C. (2012). Power Endurance Changes in Alpine Ski Racing. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing V* (S. 51-58). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Patterson, C., Platzer, H. P., & Raschner, C. (2019). The 2 minute loaded repeated jump test: longitudinal anaerobic testing in elite alpine ski racers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(1), 128-136.

Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., et al. (2018). Relationship between change of direction, speed, and power in male and female national Olympic team handball athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2987-2994.

Pfeifer, K. (2003). Bewegungs- und Sporttherapie in der Rehabilitation. *Public Health Forum*, 11(4), 18-19.

Platzer, H. P., Raschner, C., & Patterson, C. (2009). Performance-determining Physiological Factors in the Luge Start. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 221-226.

Pointner, H. (2017). Physiotherapie im Stamser Trainingsalltag – eine Kooperation, die sich bewährt. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 120-121). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Polat, M. (2016). An examination of respiratory and metabolic demands of alpine skiing. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 14(2), 76-81.

Rachbauer, F., Sterzinger, W., & Eibl, G. (2001). Radiographic abnormalities in the thoracolumbar spine of young elite skiers. *American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 446-449.

Raschner, C., Köster, A., Mueller, E., Schwameder, H., Zallinger, G., & Niessen, G. (1999). Dynamische und kinematische Technikanalyse im Riesenslalom bei Weltklasserennläufern. *Spektrum der Sportwissenschaften*, 11, 57-64.

Raschner, C., & Müller, E. (2001). Stabilisationszentriertes Krafttraining von Nachwuchs- und Hochleistungsathleten im alpinen Skirennlauf. *Fachschriftenreihe des Österreichischen Skiverbandes*, *Trainerakademie*, 117-122.

Raschner, C., Huber, R., Staudacher, A., et al. (2005). Cornerstones of a Holistic Educational Concept in Youth Alpine Ski Racing – Exemplified by the Skigymnasium Stams. In E. Müller, D. Bacharach, R. Klika, S. Lindinger & H. Schwameder (Hrsg.). *Science and Skiing III* (S. 148-165). Aachen: Meyer & Meyer.

Raschner, C., Patterson, C., Platzer, H. P., & Lembert, S. (2008). Kraftleistungen Österreichischer Nachwuchskaderathleten im Alpinen Skirennsport – Normwerte einer Längsschnittstudie über 10 Jahre. In Bundesinstitut für Sportwissenschaft (Hrsg.). *Krafttraining im Nachwuchsleistungssport: Workshop-Reihe „Theorie Trifft Praxis“ 2007* (S. 67-86). Leipzig: Leipziger Verlagsanstalt GmbH.

Raschner, C. (2010). Der langfristige Leistungsaufbau in den Wintersportarten in Österreich mit dem Schwerpunkt Ski Alpin. In J. Freiwald, S. Pieper & J. Golle (Hrsg.) *Sport ist Spitze: Suchen, entwickeln, fördern. Fundamentale Aufgaben im Nachwuchsleistungssport* (S. 54-64). Aachen: Meyer & Meyer.

Raschner, C., Platzer, H. P., Patterson, C., Werner, I., & Hildebrandt, C. (2012). The Relationship between ACL Injuries and Physical Fitness in Junior Austrian Alpine Ski Racers – a 10 Year Longitudinal Study. *British Journal of Sports Medicine*, 46(15), 1065-1071.

Raschner, C. (2013). *Alpiner Skirennlauf und Wissenschaft: Talententwicklung und Talentselektion, Leistungsdiagnostik und Verletzungsprophylaxe, Trainings- und Testgeräteentwicklung* (Habilitationsschrift). Leopold-Franzens Universität Innsbruck, Fakultät für Psychologie und Sportwissenschaft, Innsbruck.

Raschner, C., Müller, L., & Hildebrandt, C. (2015). Talent detection and development in Alpine skiing. In E. Müller, J. Kröll, S. Lindinger, J. Pfusterschmied & T. Stöggl (Hrsg*.). Science and Skiing VI* (S. 65-75). Maidenhead: Meyer & Meyer Sport.

Raschner, C. (2015). Unveröffentlichte Fotos der Leistungsdiagnostik am Skigymnasium Stams/Tiroler Skiverband.

Raschner, C., Hildebrandt, C., Mohr, J., & Müller, L. (2017). Sex Differences in Balance Among Alpine Ski Racers: Cross-sectional Age Comparisons. *Perceptual and Motor Skills*, 124(6), 1134-1150.

Reid, R., Gilgien, M., Haugen, P., Kipp, R., & Smith, G. (2012). Force and energy characteristics in competitive slalom. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing V* (S. 374-384). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Robbins, D. W. (2012). Relationships Between National Football League Combine Performance Measures. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 226-231.

Romann, M., & Cobley, S. (2015). Relative age effects in athletic sprinting and corrective adjustments as a solution for their removal. *PLoS One*, 10(4), e0122988.

Ropret, R. (2016). Limiting Factors for Success in Alpine Skiing. *Physical Education and Sport*, 13(2), 167-176.

Roth, K. (1999). Die fähigkeitsorientierte Betrachtungsweise. In K. Roth & K. Willimczik. (Hrsg.). *Bewegungswissenschaft* (S. 227-288). Reinbek: Rowohlt.

Roth, K., & Roth, C. (2009). Entwicklung koordinativer Fähigkeiten. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorischer Entwicklung* (S. 197-222). Schorndorf: Hofmann.

Saavedra, J. M., Kristjánsdóttir, H., Einarsson, I. Þ., Guðmundsdóttir, M. L., Þorgeirsson, S., & Stefansson, A. (2018). Anthropometric characteristics, physical fitness, and throwing velocity in elite women's handball teams. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2294-2301.

Scheid, V. (2009). Motorische Entwicklung in der frühen Kindheit. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 281-300). Schorndorf: Hofmann.

Scherr, J., Geissler, U., Waibel, K. H., et al. (2011). Physiologische Einflussfaktoren im Alpinen Skirennlauf. *Sport Orthopädie Traumatologie*, 27(4), 239-246.

Silvestre, R., West, C., Maresh C. M., & Kraemer, W. J. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: A study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 177-183.

Schmidtbleicher, D. (1984). Strukturanalyse der motorischen Eigenschaft Kraft. Die Lehre der *Leichtathletik*, 30, 1785-1792.

Schmidtbleicher, D. (1994). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös & R. Singer (Hrsg.). *Motorische Entwicklung* (S. 129-150). Schorndorf: Hofmann.

Schmidtbleicher, D. (2009). Entwicklung der Kraft und der Schnelligkeit. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 149-166). Schorndorf: Hoffmann.

Schnabel, G., Harre, D., & Borde, A. (1997). *Trainingswissenschaft.* Berlin: Sportverlag.

Schubert, I., & Horch, K. (2004). *Schwerpunktbericht der Gesundheitsberichterstattung des Bundes: Gesundheit von Kindern und Jugendlichen*. Berlin: Robert Koch-Institut.

Schwaninger, W. (2017). Das Internat - die verbindende Säule. In W. Erlacher, A. Staudacher & C. Heimerl (Hrsg.). *50 Jahre Schigymnasium Stams. 50 Jahre Verantwortung für den Spitzensport von morgen* (S. 29). Ötztal-Bahnhof: Pircher.

Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 802-811.

Schwarz, R. (2014). *Frühe Bewegungserziehung*. München: Reinhardt.

Soslu, R., Özkan, A., & Göktepe, M. (2016). The relationship between anaerobic performances, muscle strength, hamstring/quadriceps ratio, agility, sprint ability and vertical jump in professional basketball players. *Journal of Physical Education and Sports Science*, 10(2), 164-173.

Specker, B., Thiex, N. W., & Sudhagoni, R. G. (2015). Does exercise influence pediatric bone? A systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473(11), 3658-3672.

Spirk, S., Steiner, G., Tschakert, G., Groeschl, W., Schippinger, G., & Hofmann, P. (2012). Oxygen uptake during race-like alpine giant slalom skiing in relation to variables of the human power spectrum. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing V* (S. 418-420). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014) Contribution of strength and characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415-2423.

Spitzenpfeil, P., Huber, A., & Waibel, K. (2009). Mechanical Load and Muscular Expenditure in Alpine Ski Racing and Implications for Safety and Material Considerations. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing IV* (S. 479-486). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Spörri, J., Kröll, J., Haid, C., Fasel, B., & Müller E. (2015). Potential Mechanisms Leading to Overuse Injuries of the Back in Alpine Ski Racing – A Descriptive Biomechanical Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(8), 2042-2048.

Starker, A., Lampert, T., Worth, A., Oberger, J., Kahl, H., & Bös, K. (2007). Motorische Leistungsfähigkeit: Ergebnisse des Kindes- und Jugendgesundheitssurveys (KiGGS). *Gesundheitsschutz*, 50(5-6), 775-783.

Steidl-Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., Fink, C., & Raschner, C. (2018). Limb symmetry index in competitive alpine ski racers: Reference values and injury risk identification according to age-related performance levels. *Journal of Sport and Health Science*, 7(4), 405-415.

Steidl-Müller, L., Hildebrandt, C., Raschner, C., & Müller, E. (2019). Challenges of talent development in alpine ski racing: a narrative review. *Journal of Sport Science*, 37(6), 601-612.

Steidl-Müller, L., Hildebrandt, C., Müller, E., & Raschner, C. (2020). Relationship of Changes in Physical Fitness and Anthropometric Characteristics over One Season, Biological Maturity Status and Injury Risk in Elite Youth Ski Racers: A Prospective Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 364-373.

Steiner, G. (2010). *Stoffwechsel und Herz-Kreislauf Parameter im Alpinen Skirennsport. Messungen unter rennlaufspezifischen Bedingungen* (unveröffentlichte Diplomarbeit). Karl-Franzens-Universität, Institut für Sportwissenschaft, Graz.

Stratton, G., Jones, M., Fox, K. R., et al. (2004). BASES Position statement on guidelines for resistance exercises in young people. *Journal of Sport Sciences*, 22(4), 383-390.

Suslov, F. (2002). For schools and beginners - about the sensitive age periods in the development of physical capacities. *Modern Athlete and Coach*, 40(4), 31-33.

Suzuki, E., Ohya, T., Ito, R., Matsumoto, T., & Kitawaga, K. (2014). Physiological Responses in Alpine Skiers during on-snow Training Simulation in the Cold. *International Journal of Sports Medicine*, 35(5), 392-398.

Szmedra, L., Im, J., Nioka, S., Chance, B., & Rundell, K. W. (2001). Hemoglobin/Myoglobin Oxygen Desaturation during Alpine Skiing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(2), 232-236.

Taeymans, J., Aerenhouts, D., Clijsen, R., Fassler, R., Clarys, P., & Baryens, J. P. (2012). Somatotype and Kinanthropometric Characteristics of Male and Female Junior and Elite Senior Alpine Skiers. In E. Müller, S, Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing V* (S. 452-460). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Telama, R. (2009). Tracking of Physical Activity from Childhood to Adulthood: A Review. *Obesity Facts*, 2(3), 187-195.

Tesch, P., Larsson, L., Eriksson, A., & Karlsson, J. (1978). Muscle Glycogen Depletion and Lactate Concentration during Downhill Skiing. *Medicine & Science in Sports*, 10(2), 85-90.

Thomas, C., Comfort, P., Chiang, C. Y., & Jones J. A. (2015). Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology*, 4(1), 6-10.

Tønessen E., Svendsen, I. S., Olsen I. C., Guttormsen, A., & Haugen, T. (2015). Performance Development in Adolescent Track and Field Athletes According to Age, Sex and Sport Discipline. *PLoS ONE*, 10(6), e0129014.

Turnbull, J. R., Kilding, A. E., & Keogh, J. W. L. (2009). Physiology of Alpine Skiing. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 19(2), 146-155.

Vaara, J. P., Kyröläinen, H., Niemi, J., Ohrankämmen, O., Häkkinen, A., Kocay, S., & Häkkinen, K. (2012). Associations of maximal strength and muscular endurance test scores with cardiorespiratory fitness and body composition. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2078-2086.

Veicsteinas, A., Ferretti, G., Margonato, V., Rosa, G., & Tagliabue, D. (1984). Energy Cost of and Energy Sources for Alpine Skiing in Top Athletes. *Journal of Applied Physiology*, 56(5), 1187-1190.

Vermeulen, B., Clijsen, R., Fässler, R., Taeymans, J., D'Hondth, E., & Aerenhouts, D. (2017). Event-Specific Body Characteristics of Elite Alpine Skiers in Relation to International Rankings. *Advances in Anthropology*, 7(2), 94-106.

Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Science*, 26(1), 97-107.

Vogt, M., Puntschart, A., Angermann, M. et al. (2005). Metabolische Konsequenzen eines wettkampfmäßigen Slalomtrainings bei Nachwuchs-Skiathleten. *Leistungssport*, 35(2), 48-54.

Von Dullivard, S. P. (2005). Oxygenatian and Deoxygenatin of Thigh Muscle Tissue during Isometric and dynamic Exercise in Junior Male and Female Competitive Alpine Ski Racers. In E. Müller, D. Bacharach, R. Klika, S. Lindinger & H. Schwameder (Hrsg.). *Science and Skiing III* (S. 257-271). Aachen: Meyer & Meyer.

Von Duvillard, S. P., Bacharach, D., & Stanek, F. (2009). Respiratory and Metabolic Demand of Field versus Laboratory Tests in Young Competitive Alpine Ski Racers. In E. Müller, S. Lindinger & T. Stöggl (Hrsg.). *Science and Skiing IV* (S. 543-555). Maidenhead: Meyer & Meyer.

Wahl, P., Bloch, W., & Mester, J. (2009). Moderne Betrachtungsweisen des Laktats: Laktat ein überschätztes und zugleich unterschätztes Molekül. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 57(3), 100-107.

Watanabe, Y., Yamada, Y., Yoshida, T., et al. (2019). Relationship between physical fitness at the end of preseason and the inseason game performance in Japanese female professional baseball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1580-1588.

Weineck, J. (1994). *Sportbiologie*. Erlangen: Perimed Fachbuchverlag.

Weineck, J. (2007). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. Balingen: Spitta.

Weineck, J. (2010). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta.

Wilke, H. J., Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T., & Claes L. E. (1999). New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine*, 24(8), 755-762.

Willimczik, K., & Roth, K. (1983). *Bewegungslehre*. Reinbeck: Rohwohlt Taschenbuch Verlag GmbH.

Willimczik, K., & Conzelmann, A. (1999). Motorische Entwicklung in der Lebensspanne: Kernannahme und Leitorientierung. *Psychologie und Sport,* 6(2), 60-70.

Willimczik, K., & Singer, R. (2009). Motorische Entwicklung: Gegenstandsbereich. In J. Bauer, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 15-24). Schorndorf: Hofmann.

Winter, R. (1998). Die motorische Entwicklung (Ontogenese) des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter. In K. Meinel & G. Schnabel (Hrsg.). *Bewegungslehre. Sportmotorik* (S. 237-349). Berlin: Sportverlag.

Winter, R., & Hartmann, C. (2009). Die motorische Entwicklung (Ontogenese) des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter (Überblick). In G. Schnabel & K. Meinel (Hrsg.). *Bewegungslehre-Sportmotorik* (S. 243-373). Aachen: Meyer & Meyer.

Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong Correlation of Maximal Squat Strength with Sprint Performance and Vertical Jump Height in Elite Soccer Players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(3), 285-288.

Witwit, W. A., Kovac, P., Sward, A., et al. (2018). Disc degeneration on MRI is more prevalent in young elite skiers compared to controls. *Knee Surgery, Sports Traumatoly, Arthroscopy*, 26(1), 325-332.

Woll, A., & Bös, K. (2004). Wirkungen von Gesundheitssport. *B&G Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 20(3), 97-106.

Wollny, R. (2007). *Bewegungswissenschaft: Ein Lehrbuch in 12 Lektionen*. Aachen: Meyer & Meyer.

Wong, P. L., Chamari, K., Dellel, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1204-1210.

Wong, P. L., Chaouachi, A., Castagna, C., Lau, P. W., Chamari, K., & Wisløff, U. (2011). Validity of the Yo-Yo intermittent endurance test in young soccer players. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 309-315.

Wydra, G. (2009). Entwicklung der Beweglichkeit. In J. Baur, K. Bös, A. Conzelmann & R. Singer (Hrsg.). *Handbuch motorische Entwicklung* (S. 25-46). Schorndorf: Hofmann.

Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10, 89-89.

Young, W., James, R., & Montgomery, I. (2002). Is muscle power related to running speed with changes of direction. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.

Zimmer, R. (2012). *Handbuch Psychomotorik*. Freiburg: Herder.

# 7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Differenzierung motorischer Fähigkeiten (Bös 1987, S.94)

Abbildung 2: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern beim Cooper Test (Laufstrecke in 12 Minuten) (Bös, 1994; zitiert nach Ahnert, 2006, S.46)

Abbildung 3: Leistungsentwicklung im Standhochsprung nach Geschlechtern von 7 bis 18 Jahren (Crasselt et al., 1985, S.93)

Abbildung 4: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern bei Situps (Crasselt et al., 1985, S.94)

Abbildung 5: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern beim 60- und 100- Meter Sprint (Crasselt et al., 1985, S.97)

Abbildung 6: Leitungsentwicklung im Gewandtheitslauf (Kastenbumeranglauf) im Alter von 7 bis 16 Jahren (Crasselt et al., 1985, S.95)

Abbildung 7: Leistungsentwicklung bei Frauen und Männern im Alter von 4 bis 17 Jahren im Balancieren rückwärts (Bös et al., 2009a, S.115)

Abbildung 8: Leistungsverlauf beim Slalomlauf über die Lebensspanne – Koordination unter Zeitdruck (Bös, 1994, S.243)

Abbildung 9: Leistungsentwicklung nach Geschlechtern bei der Rumpfbeuge (Bös et al., 2009a, S.127)

Abbildung 10: Zusammensetzung der weiblichen Stichprobe

Abbildung 11: Zusammensetzung der männlichen Stichprobe

Tabelle 1: Klassifizierung motorischer Entwicklungszeiträume (in Anlehnung an Wollny, 2007, S.217)

Tabelle 2: Ausprägungen der Korrelationen (Hopkins, 2016)

Tabelle 3: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 14 Jahren

Tabelle 4: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 15 Jahren

Tabelle 5: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 16 Jahren

Tabelle 6: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 17 Jahren

Tabelle 7: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei weiblichen Skirennläuferinnen im Alter von 18 Jahren

Tabelle 8: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei männlichen Skirennläufern im Alter von 14 Jahren

Tabelle 9: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei männlichen Skirennläufern im Alter von 15 Jahren

Tabelle 10: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei männlichen Skirennläufern im Alter von 16 Jahren

Tabelle 11: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei männlichen Skirennläufern im Alter von 17 Jahren

Tabelle 12: Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei männlichen Skirennläufern im Alter von 18 Jahren

Tabelle 13: Zusammenhänge des Körpergewichts, der Körpergröße und des BMI über 5 Jahre (m und w)

Tabelle 14: Zusammenhänge des Cooper-Laufs, Kraftausdauertests und Sprungkoordinationstests über 5 Jahre (m und w)

Tabelle 15: Zusammenhänge der absoluten und relativen Maximalkraft der Beinmuskulatur und des CMJ über 5 Jahre (m und w)

Tabelle 16: Zusammenhänge des Reaktivkraftindex, seitlichen Sensomotorikindex und Sensomotorikindex vor-rück über 5 Jahre (m und w)

Tabelle 17: Zusammenhänge der absoluten Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über 5 Jahre (m und w)

Tabelle 18: Zusammenhänge der relativen Maximalkraft der Bauch- und Rückenmuskulatur über 5 Jahre (m und w)

# 8 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| ° | Grad |
| °/s | Grad pro Sekund |
| bzw. | beziehungsweise |
| CMJ | Counter Movement Jump |
| DJ | Drop Jump |
| GS | Riesenslalom (Giantslalom) |
| Hz | Hertz |
| ICC | Intraclass Correlation Coefficient |
| ILT 100° | Isometric Leg Test 100° |
| m | Meter |
| m. | musculus (lat. Muskel) |
| min | Minuten |
| ml/kg/min | Millimeter pro Kilogramm pro Minute |
| mm | Millimeter |
| mm/ms | Millimeter pro Millisekunde |
| mmol/l | Millimol pro Liter |
| ms | Millisekunden |
| MVC | Maximum Voluntary Contraction |
| N | Newton |
| RAE | Relative Age Effect (Relativer Alterseffekt) |
| s | Sekunden |
| SG | Super-G |
| SL | Slalom |
| üdM | über dem Meeresspiegel |
| VO2max | Maximale Sauerstoffaufnahme |
| W/kg | Watt pro Kilogramm |

# 9 Anhang

Zusammenhänge der ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 14-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,569** | -0,114 | 0,257 | -,286* | 0,056 | 0,009 | -,425** | -0,065 | -0,129 | 0,319 | 0,219 | ,391** | ,403** | 0,05 | 0,095 |
| | p | | 0 | 0,392 | 0,052 | 0,046 | 0,676 | 0,945 | 0,001 | 0,629 | 0,336 | 0,061 | 0,207 | 0,002 | 0,002 | 0,711 | 0,482 |
| (2) | r | ,569** | 1 | ,750** | -0,193 | -,422** | 0,126 | ,390** | -,396** | -0,118 | -0,124 | 0,301 | ,523** | ,372** | ,424** | -0,166 | -0,105 |
| | p | 0 | | 0 | 0,147 | 0,003 | 0,346 | 0,002 | 0,002 | 0,376 | 0,352 | 0,078 | 0,001 | 0,004 | 0,001 | 0,212 | 0,436 |
| (3) | r | -0,114 | ,750** | 1 | -,442** | -,314* | 0,103 | ,450** | -0,152 | -0,094 | -0,056 | 0,101 | ,443** | 0,132 | 0,172 | -0,243 | -0,213 |
| | p | 0,392 | 0 | | 0,001 | 0,028 | 0,443 | 0 | 0,254 | 0,484 | 0,674 | 0,562 | 0,008 | 0,325 | 0,201 | 0,066 | 0,111 |
| (4) | r | 0,257 | -0,193 | -,442** | 1 | ,315* | -,305* | 0,097 | 0,246 | -0,033 | -0,007 | 0,025 | -0,021 | 0,238 | 0,194 | ,269* | ,344** |
| | p | 0,052 | 0,147 | 0,001 | | 0,028 | 0,02 | 0,47 | 0,062 | 0,804 | 0,96 | 0,887 | 0,906 | 0,073 | 0,148 | 0,042 | 0,009 |
| (5) | r | -,286* | -,422** | -,314* | ,315* | 1 | -,438** | 0,214 | ,495** | ,320* | ,305* | -0,269 | -0,295 | 0,035 | 0,064 | 0,257 | ,317* |
| | p | 0,046 | 0,003 | 0,028 | 0,028 | | 0,002 | 0,14 | 0 | 0,025 | 0,033 | 0,176 | 0,135 | 0,811 | 0,666 | 0,075 | 0,028 |
| (6) | r | 0,056 | 0,126 | 0,103 | -,305* | -,438** | 1 | -0,104 | -0,182 | -0,21 | -,552** | 0,119 | 0,084 | -,319* | -0,245 | -,525** | -,430** |
| | p | 0,676 | 0,346 | 0,443 | 0,02 | 0,002 | | 0,438 | 0,173 | 0,113 | 0 | 0,496 | 0,633 | 0,015 | 0,066 | 0 | 0,001 |
| (7) | r | 0,009 | ,390** | ,450** | 0,097 | 0,214 | -0,104 | 1 | ,686** | 0,221 | 0,1 | 0,223 | 0,318 | ,355** | ,457** | 0,041 | 0,15 |
| | p | 0,945 | 0,002 | 0 | 0,47 | 0,14 | 0,438 | | 0 | 0,096 | 0,456 | 0,198 | 0,063 | 0,006 | 0 | 0,758 | 0,264 |
| (8) | r | -,425** | -,396** | -0,152 | 0,246 | ,495** | -0,182 | ,686** | 1 | ,320* | 0,174 | -0,052 | -0,137 | 0,062 | 0,129 | 0,167 | 0,233 |
| | p | 0,001 | 0,002 | 0,254 | 0,062 | 0 | 0,173 | 0 | | 0,014 | 0,192 | 0,765 | 0,432 | 0,646 | 0,341 | 0,211 | 0,081 |
| (9) | r | -0,065 | -0,118 | -0,094 | -0,033 | ,320* | -0,21 | 0,221 | ,320* | 1 | 0,173 | -0,312 | 0,174 | 0,102 | 0,142 | 0,119 | 0,149 |
| | p | 0,629 | 0,376 | 0,484 | 0,804 | 0,025 | 0,113 | 0,096 | 0,014 | | 0,194 | 0,068 | 0,319 | 0,447 | 0,291 | 0,374 | 0,269 |
| (10) | r | -0,129 | -0,124 | -0,056 | -0,007 | ,305* | -,552** | 0,1 | 0,174 | 0,173 | 1 | 0,106 | -,387* | 0,143 | 0,241 | ,424** | ,470** |
| | p | 0,336 | 0,352 | 0,674 | 0,96 | 0,033 | 0 | 0,456 | 0,192 | 0,194 | | 0,543 | 0,022 | 0,284 | 0,071 | 0,001 | 0 |
| (11) | r | 0,319 | 0,301 | 0,101 | 0,025 | -0,269 | 0,119 | 0,223 | -0,052 | -0,312 | 0,106 | 1 | 0,204 | -0,093 | 0,209 | -,399* | -0,016 |
| | p | 0,061 | 0,078 | 0,562 | 0,887 | 0,176 | 0,496 | 0,198 | 0,765 | 0,068 | 0,543 | | 0,239 | 0,595 | 0,229 | 0,017 | 0,927 |
| (12) | r | 0,219 | ,523** | ,443** | -0,021 | -0,295 | 0,084 | 0,318 | -0,137 | 0,174 | -,387* | 0,204 | 1 | 0,136 | ,389* | -,339* | -0,007 |
| | p | 0,207 | 0,001 | 0,008 | 0,906 | 0,135 | 0,633 | 0,063 | 0,432 | 0,319 | 0,022 | 0,239 | | 0,435 | 0,021 | 0,046 | 0,968 |
| (13) | r | ,391** | ,372** | 0,132 | 0,238 | 0,035 | -,319* | ,355** | 0,062 | 0,102 | 0,143 | -0,093 | 0,136 | 1 | ,626** | ,704** | ,411** |
| | p | 0,002 | 0,004 | 0,325 | 0,073 | 0,811 | 0,015 | 0,006 | 0,646 | 0,447 | 0,284 | 0,595 | 0,435 | | 0 | 0 | 0,002 |
| (14) | r | ,403** | ,424** | 0,172 | 0,194 | 0,064 | -0,245 | ,457** | 0,129 | 0,142 | 0,241 | 0,209 | ,389* | ,626** | 1 | ,364** | ,775** |
| | p | 0,002 | 0,001 | 0,201 | 0,148 | 0,666 | 0,066 | 0 | 0,341 | 0,291 | 0,071 | 0,229 | 0,021 | 0 | | 0,005 | 0 |
| (15) | r | 0,05 | -0,166 | -0,243 | ,269* | 0,257 | -,525** | 0,041 | 0,167 | 0,119 | ,424** | -,399* | -,339* | ,704** | ,364** | 1 | ,558** |
| | p | 0,711 | 0,212 | 0,066 | 0,042 | 0,075 | 0 | 0,758 | 0,211 | 0,374 | 0,001 | 0,017 | 0,046 | 0 | 0,005 | | 0 |
| (16) | r | 0,095 | -0,105 | -0,213 | ,344** | ,317* | -,430** | 0,15 | 0,233 | 0,149 | ,470** | -0,016 | -0,007 | ,411** | ,775** | ,558** | 1 |
| | p | 0,482 | 0,436 | 0,111 | 0,009 | 0,028 | 0,001 | 0,264 | 0,081 | 0,269 | 0 | 0,927 | 0,968 | 0,002 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 15-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,638** | -0,023 | 0,188 | -,286* | 0,063 | 0,101 | -,369** | -0,07 | -0,081 | 0,151 | 0,267 | 0,2 | ,248* | -0,07 | -0,021 |
| | p | | 0 | 0,838 | 0,1 | 0,012 | 0,581 | 0,375 | 0,001 | 0,548 | 0,486 | 0,359 | 0,1 | 0,077 | 0,028 | 0,542 | 0,855 |
| (2) | r | ,638** | 1 | ,754** | -0,105 | -,373** | -0,021 | ,322** | -,430** | -0,18 | -0,17 | ,352* | 0,303 | ,391** | ,388** | -0,008 | -0,021 |
| | p | 0 | | 0 | 0,359 | 0,001 | 0,857 | 0,004 | 0 | 0,117 | 0,143 | 0,028 | 0,061 | 0 | 0 | 0,942 | 0,853 |
| (3) | r | -0,023 | ,754** | 1 | -,295** | -,235* | -0,092 | ,334** | -,245* | -0,17 | -0,146 | 0,297 | 0,148 | ,346** | ,290* | 0,059 | -0,006 |
| | p | 0,838 | 0 | | 0,009 | 0,04 | 0,419 | 0,003 | 0,03 | 0,139 | 0,209 | 0,066 | 0,367 | 0,002 | 0,01 | 0,604 | 0,956 |
| (4) | r | 0,188 | -0,105 | -,295** | 1 | ,331** | -0,081 | ,320** | ,366** | 0,111 | 0,14 | -0,05 | 0,041 | 0,129 | ,259* | 0,132 | 0,22 |
| | p | 0,1 | 0,359 | 0,009 | | 0,003 | 0,482 | 0,004 | 0,001 | 0,339 | 0,23 | 0,768 | 0,806 | 0,259 | 0,023 | 0,249 | 0,054 |
| (5) | r | -,286* | -,373** | -,235* | ,331** | 1 | -,251* | 0,173 | ,427** | ,400** | ,291* | 0,076 | -,345* | -0,053 | -0,015 | 0,116 | 0,142 |
| | p | 0,012 | 0,001 | 0,04 | 0,003 | | 0,028 | 0,132 | 0 | 0 | 0,012 | 0,653 | 0,037 | 0,649 | 0,9 | 0,313 | 0,222 |
| (6) | r | 0,063 | -0,021 | -0,092 | -0,081 | -,251* | 1 | 0,146 | 0,171 | -0,035 | -,492** | 0,23 | -0,049 | -,327** | -,390** | -,411** | -,495** |
| | p | 0,581 | 0,857 | 0,419 | 0,482 | 0,028 | | 0,2 | 0,133 | 0,76 | 0 | 0,158 | 0,767 | 0,003 | 0 | 0 | 0 |
| (7) | r | 0,101 | ,322** | ,334** | ,320** | 0,173 | 0,146 | 1 | ,710** | ,348** | 0,024 | 0,185 | 0,175 | ,308** | ,259* | 0,128 | 0,046 |
| | p | 0,375 | 0,004 | 0,003 | 0,004 | 0,132 | 0,2 | | 0 | 0,002 | 0,839 | 0,259 | 0,285 | 0,006 | 0,022 | 0,259 | 0,689 |
| (8) | r | -,369** | -,430** | -,245* | ,366** | ,427** | 0,171 | ,710** | 1 | ,472** | 0,158 | -0,166 | -0,125 | -0,005 | -0,041 | 0,121 | 0,049 |
| | p | 0,001 | 0 | 0,03 | 0,001 | 0 | 0,133 | 0 | | 0 | 0,174 | 0,311 | 0,447 | 0,963 | 0,719 | 0,289 | 0,669 |
| (9) | r | -0,07 | -0,18 | -0,17 | 0,111 | ,400** | -0,035 | ,348** | ,472** | 1 | ,296** | -0,006 | -,363* | 0,022 | -0,013 | 0,054 | -0,017 |
| | p | 0,548 | 0,117 | 0,139 | 0,339 | 0 | 0,76 | 0,002 | 0 | | 0,009 | 0,974 | 0,025 | 0,852 | 0,909 | 0,641 | 0,881 |
| (10) | r | -0,081 | -0,17 | -0,146 | 0,14 | ,291* | -,492** | 0,024 | 0,158 | ,296** | 1 | -0,088 | -0,125 | 0,177 | 0,196 | ,281* | ,361** |
| | p | 0,486 | 0,143 | 0,209 | 0,23 | 0,012 | 0 | 0,839 | 0,174 | 0,009 | | 0,599 | 0,456 | 0,126 | 0,092 | 0,014 | 0,001 |
| (11) | r | 0,151 | ,352* | 0,297 | -0,05 | 0,076 | 0,23 | 0,185 | -0,166 | -0,006 | -0,088 | 1 | 0,103 | -0,071 | 0,298 | -0,283 | 0,067 |
| | p | 0,359 | 0,028 | 0,066 | 0,768 | 0,653 | 0,158 | 0,259 | 0,311 | 0,974 | 0,599 | | 0,534 | 0,669 | 0,069 | 0,081 | 0,688 |
| (12) | r | 0,267 | 0,303 | 0,148 | 0,041 | -,345* | -0,049 | 0,175 | -0,125 | -,363* | -0,125 | 0,103 | 1 | 0,207 | ,368* | 0,064 | 0,179 |
| | p | 0,1 | 0,061 | 0,367 | 0,806 | 0,037 | 0,767 | 0,285 | 0,447 | 0,025 | 0,456 | 0,534 | | 0,207 | 0,023 | 0,697 | 0,283 |
| (13) | r | 0,2 | ,391** | ,346** | 0,129 | -0,053 | -,327** | ,308** | -0,005 | 0,022 | 0,177 | -0,071 | 0,207 | 1 | ,605** | ,891** | ,392** |
| | p | 0,077 | 0 | 0,002 | 0,259 | 0,649 | 0,003 | 0,006 | 0,963 | 0,852 | 0,126 | 0,669 | 0,207 | | 0 | 0 | 0 |
| (14) | r | ,248* | ,388** | ,290* | ,259* | -0,015 | -,390** | ,259* | -0,041 | -0,013 | 0,196 | 0,298 | ,368* | ,605** | 1 | ,445** | ,848** |
| | p | 0,028 | 0 | 0,01 | 0,023 | 0,9 | 0 | 0,022 | 0,719 | 0,909 | 0,092 | 0,069 | 0,023 | 0 | | 0 | 0 |
| (15) | r | -0,07 | -0,008 | 0,059 | 0,132 | 0,116 | -,411** | 0,128 | 0,121 | 0,054 | ,281* | -0,283 | 0,064 | ,891** | ,445** | 1 | ,438** |
| | p | 0,542 | 0,942 | 0,604 | 0,249 | 0,313 | 0 | 0,259 | 0,289 | 0,641 | 0,014 | 0,081 | 0,697 | 0 | 0 | | 0 |
| (16) | r | -0,021 | -0,021 | -0,006 | 0,22 | 0,142 | -,495** | 0,046 | 0,049 | -0,017 | ,361** | 0,067 | 0,179 | ,392** | ,848** | ,438** | 1 |
| | p | 0,855 | 0,853 | 0,956 | 0,054 | 0,222 | 0 | 0,689 | 0,669 | 0,881 | 0,001 | 0,688 | 0,283 | 0 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 16-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,557** | -0,152 | 0,091 | -,265* | 0,118 | 0,069 | -,290** | -0,037 | -0,071 | -0,009 | ,437** | 0,09 | 0,216 | -0,136 | -0,016 |
| | p | | 0 | 0,181 | 0,438 | 0,021 | 0,299 | 0,549 | 0,01 | 0,749 | 0,541 | 0,956 | 0,003 | 0,434 | 0,059 | 0,238 | 0,89 |
| (2) | r | ,557** | 1 | ,735** | -,294* | -,433** | 0,061 | 0,207 | -,447** | -0,16 | -0,146 | 0,094 | ,377* | ,277* | ,294** | -0,087 | -0,118 |
| | p | 0 | | 0 | 0,011 | 0 | 0,594 | 0,067 | 0 | 0,158 | 0,206 | 0,547 | 0,013 | 0,015 | 0,009 | 0,451 | 0,309 |
| (3) | r | -0,152 | ,735** | 1 | -,433** | -,296** | -0,032 | 0,187 | -,300** | -0,159 | -0,106 | 0,101 | 0,043 | ,248* | 0,167 | 0,006 | -0,123 |
| | p | 0,181 | 0 | | 0 | 0,009 | 0,777 | 0,098 | 0,007 | 0,161 | 0,36 | 0,52 | 0,787 | 0,03 | 0,146 | 0,956 | 0,287 |
| (4) | r | 0,091 | -,294* | -,433** | 1 | ,371** | 0,015 | 0,155 | ,320** | 0,173 | 0,197 | -0,059 | -0,004 | 0,144 | 0,14 | 0,225 | 0,215 |
| | p | 0,438 | 0,011 | 0 | | 0,001 | 0,901 | 0,184 | 0,005 | 0,137 | 0,095 | 0,722 | 0,981 | 0,225 | 0,238 | 0,056 | 0,068 |
| (5) | r | -,265* | -,433** | -,296** | ,371** | 1 | -,276* | 0,202 | ,446** | ,274* | ,290* | -0,079 | -,459** | -0,026 | -0,031 | 0,145 | 0,146 |
| | p | 0,021 | 0 | 0,009 | 0,001 | | 0,016 | 0,081 | 0 | 0,016 | 0,012 | 0,628 | 0,003 | 0,824 | 0,791 | 0,219 | 0,216 |
| (6) | r | 0,118 | 0,061 | -0,032 | 0,015 | -,276* | 1 | 0,142 | 0,098 | -0,083 | -,411** | 0,148 | 0,294 | -0,02 | -0,062 | -0,142 | -,230* |
| | p | 0,299 | 0,594 | 0,777 | 0,901 | 0,016 | | 0,212 | 0,388 | 0,469 | 0 | 0,345 | 0,056 | 0,864 | 0,592 | 0,218 | 0,045 |
| (7) | r | 0,069 | 0,207 | 0,187 | 0,155 | 0,202 | 0,142 | 1 | ,779** | ,539** | 0,207 | -0,05 | -0,091 | ,332** | ,372** | 0,185 | 0,187 |
| | p | 0,549 | 0,067 | 0,098 | 0,184 | 0,081 | 0,212 | | 0 | 0 | 0,071 | 0,752 | 0,562 | 0,003 | 0,001 | 0,108 | 0,104 |
| (8) | r | -,290** | -,447** | -,300** | ,320** | ,446** | 0,098 | ,779** | 1 | ,588** | ,276* | -0,148 | -,452** | 0,122 | 0,144 | 0,217 | ,230* |
| | p | 0,01 | 0 | 0,007 | 0,005 | 0 | 0,388 | 0 | | 0 | 0,015 | 0,342 | 0,002 | 0,29 | 0,212 | 0,059 | 0,044 |
| (9) | r | -0,037 | -0,16 | -0,159 | 0,173 | ,274* | -0,083 | ,539** | ,588** | 1 | ,300** | -0,103 | -0,253 | 0,169 | 0,116 | 0,182 | 0,124 |
| | p | 0,749 | 0,158 | 0,161 | 0,137 | 0,016 | 0,469 | 0 | 0 | | 0,008 | 0,512 | 0,102 | 0,143 | 0,315 | 0,113 | 0,281 |
| (10) | r | -0,071 | -0,146 | -0,106 | 0,197 | ,290* | -,411** | 0,207 | ,276* | ,300** | 1 | -0,209 | -,365* | 0,076 | 0,141 | 0,21 | ,301** |
| | p | 0,541 | 0,206 | 0,36 | 0,095 | 0,012 | 0 | 0,071 | 0,015 | 0,008 | | 0,189 | 0,019 | 0,515 | 0,229 | 0,07 | 0,009 |
| (11) | r | -0,009 | 0,094 | 0,101 | -0,059 | -0,079 | 0,148 | -0,05 | -0,148 | -0,103 | -0,209 | 1 | 0,258 | -0,181 | -0,063 | -0,252 | -0,166 |
| | p | 0,956 | 0,547 | 0,52 | 0,722 | 0,628 | 0,345 | 0,752 | 0,342 | 0,512 | 0,189 | | 0,094 | 0,257 | 0,697 | 0,111 | 0,299 |
| (12) | r | ,437** | ,377* | 0,043 | -0,004 | -,459** | 0,294 | -0,091 | -,452** | -0,253 | -,365* | 0,258 | 1 | 0,022 | 0,183 | -0,221 | -0,107 |
| | p | 0,003 | 0,013 | 0,787 | 0,981 | 0,003 | 0,056 | 0,562 | 0,002 | 0,102 | 0,019 | 0,094 | | 0,889 | 0,253 | 0,164 | 0,505 |
| (13) | r | 0,09 | ,277* | ,248* | 0,144 | -0,026 | -0,02 | ,332** | 0,122 | 0,169 | 0,076 | -0,181 | 0,022 | 1 | ,648** | ,904** | ,496** |
| | p | 0,434 | 0,015 | 0,03 | 0,225 | 0,824 | 0,864 | 0,003 | 0,29 | 0,143 | 0,515 | 0,257 | 0,889 | | 0 | 0 | 0 |
| (14) | r | 0,216 | ,294** | 0,167 | 0,14 | -0,031 | -0,062 | ,372** | 0,144 | 0,116 | 0,141 | -0,063 | 0,183 | ,648** | 1 | ,503** | ,863** |
| | p | 0,059 | 0,009 | 0,146 | 0,238 | 0,791 | 0,592 | 0,001 | 0,212 | 0,315 | 0,229 | 0,697 | 0,253 | 0 | | 0 | 0 |
| (15) | r | -0,136 | -0,087 | 0,006 | 0,225 | 0,145 | -0,142 | 0,185 | 0,217 | 0,182 | 0,21 | -0,252 | -0,221 | ,904** | ,503** | 1 | ,545** |
| | p | 0,238 | 0,451 | 0,956 | 0,056 | 0,219 | 0,218 | 0,108 | 0,059 | 0,113 | 0,07 | 0,111 | 0,164 | 0 | 0 | | 0 |
| (16) | r | -0,016 | -0,118 | -0,123 | 0,215 | 0,146 | -,230* | 0,187 | ,230* | 0,124 | ,301** | -0,166 | -0,107 | ,496** | ,863** | ,545** | 1 |
| | p | 0,89 | 0,309 | 0,287 | 0,068 | 0,216 | 0,045 | 0,104 | 0,044 | 0,281 | 0,009 | 0,299 | 0,505 | 0 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 17-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,570** | -0,107 | 0,127 | -,269* | 0,131 | 0,101 | -,278* | -0,015 | -0,194 | 0,122 | ,366* | 0,157 | ,295** | -0,111 | 0,01 |
| | p | | 0 | 0,348 | 0,295 | 0,02 | 0,25 | 0,378 | 0,013 | 0,895 | 0,086 | 0,413 | 0,011 | 0,172 | 0,009 | 0,336 | 0,934 |
| (2) | r | ,570** | 1 | ,755** | -0,086 | -,354** | 0,107 | ,260* | -,417** | -0,145 | -,251* | 0,158 | ,467** | ,320** | ,309** | -0,09 | -0,182 |
| | p | 0 | | 0 | 0,48 | 0,002 | 0,35 | 0,021 | 0 | 0,203 | 0,026 | 0,288 | 0,001 | 0,005 | 0,006 | 0,436 | 0,113 |
| (3) | r | -0,107 | ,755** | 1 | -0,212 | -0,221 | 0,03 | ,222* | -,295** | -0,164 | -0,146 | 0,078 | 0,237 | ,250* | 0,126 | -0,028 | -,232* |
| | p | 0,348 | 0 | | 0,077 | 0,058 | 0,795 | 0,049 | 0,008 | 0,148 | 0,198 | 0,603 | 0,108 | 0,028 | 0,273 | 0,81 | 0,043 |
| (4) | r | 0,127 | -0,086 | -0,212 | 1 | ,314** | -0,115 | ,353** | ,379** | 0,185 | 0,033 | -0,008 | 0,068 | ,323** | ,348** | ,355** | ,375** |
| | p | 0,295 | 0,48 | 0,077 | | 0,01 | 0,345 | 0,003 | 0,001 | 0,125 | 0,787 | 0,962 | 0,675 | 0,007 | 0,004 | 0,003 | 0,002 |
| (5) | r | -,269* | -,354** | -0,221 | ,314** | 1 | -,304** | 0,145 | ,358** | ,357** | ,312** | 0,037 | -,352* | 0,091 | -0,077 | ,261* | 0,121 |
| | p | 0,02 | 0,002 | 0,058 | 0,01 | | 0,008 | 0,219 | 0,002 | 0,002 | 0,007 | 0,813 | 0,021 | 0,445 | 0,518 | 0,027 | 0,31 |
| (6) | r | 0,131 | 0,107 | 0,03 | -0,115 | -,304** | 1 | 0,081 | 0,009 | -0,128 | -,540** | 0,256 | 0,105 | 0,039 | -0,128 | -0,103 | -,313** |
| | p | 0,25 | 0,35 | 0,795 | 0,345 | 0,008 | | 0,476 | 0,936 | 0,261 | 0 | 0,082 | 0,483 | 0,736 | 0,268 | 0,372 | 0,006 |
| (7) | r | 0,101 | ,260* | ,222* | ,353** | 0,145 | 0,081 | 1 | ,766** | ,441** | 0,059 | -0,021 | 0,25 | ,453** | ,369** | ,292** | 0,138 |
| | p | 0,378 | 0,021 | 0,049 | 0,003 | 0,219 | 0,476 | | 0 | 0 | 0,606 | 0,89 | 0,09 | 0 | 0,001 | 0,01 | 0,23 |
| (8) | r | -,278* | -,417** | -,295** | ,379** | ,358** | 0,009 | ,766** | 1 | ,498** | 0,213 | -0,176 | -0,165 | 0,222 | 0,146 | ,339** | ,241* |
| | p | 0,013 | 0 | 0,008 | 0,001 | 0,002 | 0,936 | 0 | | 0 | 0,06 | 0,237 | 0,268 | 0,052 | 0,207 | 0,003 | 0,034 |
| (9) | r | -0,015 | -0,145 | -0,164 | 0,185 | ,357** | -0,128 | ,441** | ,498** | 1 | ,296** | 0,028 | -0,123 | ,233* | 0,112 | ,270* | 0,105 |
| | p | 0,895 | 0,203 | 0,148 | 0,125 | 0,002 | 0,261 | 0 | 0 | | 0,008 | 0,85 | 0,408 | 0,041 | 0,333 | 0,017 | 0,361 |
| (10) | r | -0,194 | -,251* | -0,146 | 0,033 | ,312** | -,540** | 0,059 | 0,213 | ,296** | 1 | -,294* | -,291* | -0,079 | 0,018 | 0,082 | ,255* |
| | p | 0,086 | 0,026 | 0,198 | 0,787 | 0,007 | 0 | 0,606 | 0,06 | 0,008 | | 0,045 | 0,047 | 0,493 | 0,875 | 0,479 | 0,025 |
| (11) | r | 0,122 | 0,158 | 0,078 | -0,008 | 0,037 | 0,256 | -0,021 | -0,176 | 0,028 | -,294* | 1 | ,373** | 0,199 | 0 | 0,133 | -0,164 |
| | p | 0,413 | 0,288 | 0,603 | 0,962 | 0,813 | 0,082 | 0,89 | 0,237 | 0,85 | 0,045 | | 0,01 | 0,191 | 0,999 | 0,385 | 0,281 |
| (12) | r | ,366* | ,467** | 0,237 | 0,068 | -,352* | 0,105 | 0,25 | -0,165 | -0,123 | -,291* | ,373** | 1 | 0,11 | ,368* | -0,135 | 0,002 |
| | p | 0,011 | 0,001 | 0,108 | 0,675 | 0,021 | 0,483 | 0,09 | 0,268 | 0,408 | 0,047 | 0,01 | | 0,473 | 0,013 | 0,375 | 0,988 |
| (13) | r | 0,157 | ,320** | ,250* | ,323** | 0,091 | 0,039 | ,453** | 0,222 | ,233* | -0,079 | 0,199 | 0,11 | 1 | ,599** | ,892** | ,383** |
| | p | 0,172 | 0,005 | 0,028 | 0,007 | 0,445 | 0,736 | 0 | 0,052 | 0,041 | 0,493 | 0,191 | 0,473 | | 0 | 0 | 0,001 |
| (14) | r | ,295** | ,309** | 0,126 | ,348** | -0,077 | -0,128 | ,369** | 0,146 | 0,112 | 0,018 | 0 | ,368* | ,599** | 1 | ,445** | ,839** |
| | p | 0,009 | 0,006 | 0,273 | 0,004 | 0,518 | 0,268 | 0,001 | 0,207 | 0,333 | 0,875 | 0,999 | 0,013 | 0 | | 0 | 0 |
| (15) | r | -0,111 | -0,09 | -0,028 | ,355** | ,261* | -0,103 | ,292** | ,339** | ,270* | 0,082 | 0,133 | -0,135 | ,892** | ,445** | 1 | ,463** |
| | p | 0,336 | 0,436 | 0,81 | 0,003 | 0,027 | 0,372 | 0,01 | 0,003 | 0,017 | 0,479 | 0,385 | 0,375 | 0 | 0 | | 0 |
| (16) | r | 0,01 | -0,182 | -,232* | ,375** | 0,121 | -,313** | 0,138 | ,241* | 0,105 | ,255* | -0,164 | 0,002 | ,383** | ,839** | ,463** | 1 |
| | p | 0,934 | 0,113 | 0,043 | 0,002 | 0,31 | 0,006 | 0,23 | 0,034 | 0,361 | 0,025 | 0,281 | 0,988 | 0,001 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 18-jährigen Skirennläuferinnen des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,608** | -0,092 | 0,007 | -0,219 | 0,198 | 0,133 | -0,23 | 0,039 | -0,166 | 0,145 | ,344* | 0,101 | ,356** | -0,237 | 0,066 |
| | p | | 0 | 0,468 | 0,961 | 0,099 | 0,117 | 0,293 | 0,067 | 0,766 | 0,2 | 0,378 | 0,032 | 0,441 | 0,005 | 0,066 | 0,611 |
| (2) | r | ,608** | 1 | ,734** | -0,211 | -,401** | 0,226 | ,293* | -,315* | -0,057 | -0,228 | 0,282 | ,530** | 0,214 | ,368** | -0,216 | -0,086 |
| | p | 0 | | 0 | 0,115 | 0,002 | 0,072 | 0,019 | 0,011 | 0,657 | 0,078 | 0,083 | 0,001 | 0,097 | 0,004 | 0,095 | 0,509 |
| (3) | r | -0,092 | ,734** | 1 | -,266* | -,319* | 0,118 | ,259* | -0,194 | -0,089 | -0,144 | 0,25 | ,380* | 0,183 | 0,16 | -0,072 | -0,166 |
| | p | 0,468 | 0 | | 0,046 | 0,015 | 0,352 | 0,039 | 0,125 | 0,494 | 0,267 | 0,124 | 0,017 | 0,159 | 0,217 | 0,581 | 0,201 |
| (4) | r | 0,007 | -0,211 | -,266* | 1 | ,319* | -0,038 | ,344** | ,461** | 0,104 | 0,006 | 0,015 | 0,013 | ,433** | ,381** | ,512** | ,477** |
| | p | 0,961 | 0,115 | 0,046 | | 0,02 | 0,78 | 0,009 | 0 | 0,449 | 0,966 | 0,936 | 0,943 | 0,001 | 0,004 | 0 | 0 |
| (5) | r | -0,219 | -,401** | -,319* | ,319* | 1 | -,381** | 0 | 0,23 | 0,215 | 0,227 | -0,116 | -,542** | 0,143 | -0,007 | ,368** | 0,208 |
| | p | 0,099 | 0,002 | 0,015 | 0,02 | | 0,003 | 0,998 | 0,082 | 0,112 | 0,093 | 0,515 | 0,001 | 0,297 | 0,962 | 0,006 | 0,128 |
| (6) | r | 0,198 | 0,226 | 0,118 | -0,038 | -,381** | 1 | 0,167 | 0,034 | -0,109 | -,432** | 0,051 | -0,017 | 0,06 | 0,089 | -0,118 | -0,078 |
| | p | 0,117 | 0,072 | 0,352 | 0,78 | 0,003 | | 0,186 | 0,787 | 0,4 | 0,001 | 0,756 | 0,92 | 0,643 | 0,493 | 0,365 | 0,55 |
| (7) | r | 0,133 | ,293* | ,259* | ,344** | 0 | 0,167 | 1 | ,813** | ,401** | 0,178 | 0,287 | ,397* | ,478** | ,506** | ,295* | ,325* |
| | p | 0,293 | 0,019 | 0,039 | 0,009 | 0,998 | 0,186 | | 0 | 0,001 | 0,171 | 0,076 | 0,012 | 0 | 0 | 0,021 | 0,011 |
| (8) | r | -0,23 | -,315* | -0,194 | ,461** | 0,23 | 0,034 | ,813** | 1 | ,431** | ,311* | 0,036 | -0,051 | ,358** | ,282* | ,437** | ,377** |
| | p | 0,067 | 0,011 | 0,125 | 0 | 0,082 | 0,787 | 0 | | 0 | 0,015 | 0,827 | 0,759 | 0,005 | 0,028 | 0 | 0,003 |
| (9) | r | 0,039 | -0,057 | -0,089 | 0,104 | 0,215 | -0,109 | ,401** | ,431** | 1 | ,373** | -0,027 | -0,085 | 0,171 | 0,068 | 0,138 | 0,041 |
| | p | 0,766 | 0,657 | 0,494 | 0,449 | 0,112 | 0,4 | 0,001 | 0 | | 0,003 | 0,872 | 0,609 | 0,194 | 0,611 | 0,297 | 0,756 |
| (10) | r | -0,166 | -0,228 | -0,144 | 0,006 | 0,227 | -,432** | 0,178 | ,311* | ,373** | 1 | -0,242 | -0,158 | 0,054 | -0,021 | 0,219 | 0,145 |
| | p | 0,2 | 0,078 | 0,267 | 0,966 | 0,093 | 0,001 | 0,171 | 0,015 | 0,003 | | 0,144 | 0,345 | 0,687 | 0,875 | 0,098 | 0,277 |
| (11) | r | 0,145 | 0,282 | 0,25 | 0,015 | -0,116 | 0,051 | 0,287 | 0,036 | -0,027 | -0,242 | 1 | 0,253 | 0,154 | 0,305 | -0,009 | 0,156 |
| | p | 0,378 | 0,083 | 0,124 | 0,936 | 0,515 | 0,756 | 0,076 | 0,827 | 0,872 | 0,144 | | 0,12 | 0,356 | 0,062 | 0,956 | 0,349 |
| (12) | r | ,344* | ,530** | ,380* | 0,013 | -,542** | -0,017 | ,397* | -0,051 | -0,085 | -0,158 | 0,253 | 1 | -0,04 | 0,208 | -,324* | -0,165 |
| | p | 0,032 | 0,001 | 0,017 | 0,943 | 0,001 | 0,92 | 0,012 | 0,759 | 0,609 | 0,345 | 0,12 | | 0,811 | 0,209 | 0,047 | 0,322 |
| (13) | r | 0,101 | 0,214 | 0,183 | ,433** | 0,143 | 0,06 | ,478** | ,358** | 0,171 | 0,054 | 0,154 | -0,04 | 1 | ,614** | ,881** | ,463** |
| | p | 0,441 | 0,097 | 0,159 | 0,001 | 0,297 | 0,643 | 0 | 0,005 | 0,194 | 0,687 | 0,356 | 0,811 | | 0 | 0 | 0 |
| (14) | r | ,356** | ,368** | 0,16 | ,381** | -0,007 | 0,089 | ,506** | ,282* | 0,068 | -0,021 | 0,305 | 0,208 | ,614** | 1 | ,367** | ,869** |
| | p | 0,005 | 0,004 | 0,217 | 0,004 | 0,962 | 0,493 | 0 | 0,028 | 0,611 | 0,875 | 0,062 | 0,209 | 0 | | 0,004 | 0 |
| (15) | r | -0,237 | -0,216 | -0,072 | ,512** | ,368** | -0,118 | ,295* | ,437** | 0,138 | 0,219 | -0,009 | -,324* | ,881** | ,367** | 1 | ,432** |
| | p | 0,066 | 0,095 | 0,581 | 0 | 0,006 | 0,365 | 0,021 | 0 | 0,297 | 0,098 | 0,956 | 0,047 | 0 | 0,004 | | 0 |
| (16) | r | 0,066 | -0,086 | -0,166 | ,477** | 0,208 | -0,078 | ,325* | ,377** | 0,041 | 0,145 | 0,156 | -0,165 | ,463** | ,869** | ,432** | 1 |
| | p | 0,611 | 0,509 | 0,201 | 0 | 0,128 | 0,55 | 0,011 | 0,003 | 0,756 | 0,277 | 0,349 | 0,322 | 0 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 14-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,805** | ,357** | -0,211 | -,412** | 0,198 | ,505** | -,252* | 0,134 | 0,145 | 0,259 | 0,179 | ,359** | ,447** | -0,171 | -0,042 |
| | p | | 0 | 0,001 | 0,06 | 0 | 0,076 | 0 | 0,023 | 0,232 | 0,196 | 0,076 | 0,233 | 0,001 | 0 | 0,129 | 0,712 |
| (2) | r | ,805** | 1 | ,836** | -,270* | -,287* | 0,019 | ,722** | -0,149 | 0,108 | 0,172 | 0,22 | 0,116 | ,580** | ,685** | -0,039 | 0,041 |
| | p | 0 | | 0 | 0,015 | 0,015 | 0,865 | 0 | 0,184 | 0,339 | 0,126 | 0,133 | 0,442 | 0 | 0 | 0,731 | 0,718 |
| (3) | r | ,357** | ,836** | 1 | -,239* | -0,074 | -0,145 | ,658** | -0,024 | 0,042 | 0,138 | 0,122 | 0,011 | ,587** | ,658** | 0,104 | 0,09 |
| | p | 0,001 | 0 | | 0,033 | 0,538 | 0,197 | 0 | 0,832 | 0,708 | 0,22 | 0,407 | 0,94 | 0 | 0 | 0,36 | 0,427 |
| (4) | r | -0,211 | -,270* | -,239* | 1 | 0,213 | 0,112 | -0,024 | ,272* | 0,2 | 0,042 | 0,007 | -0,184 | -0,107 | -0,122 | 0,011 | 0,026 |
| | p | 0,06 | 0,015 | 0,033 | | 0,072 | 0,323 | 0,836 | 0,015 | 0,075 | 0,713 | 0,96 | 0,221 | 0,344 | 0,281 | 0,923 | 0,818 |
| (5) | r | -,412** | -,287* | -0,074 | 0,213 | 1 | -,494** | -0,081 | ,241* | 0,063 | ,248* | -0,295 | -0,187 | -0,033 | -0,096 | 0,213 | 0,098 |
| | p | 0 | 0,015 | 0,538 | 0,072 | | 0 | 0,498 | 0,041 | 0,6 | 0,036 | 0,055 | 0,241 | 0,785 | 0,424 | 0,072 | 0,411 |
| (6) | r | 0,198 | 0,019 | -0,145 | 0,112 | -,494** | 1 | -0,051 | -0,101 | -0,033 | -,507** | ,383** | 0,251 | -0,217 | -,230* | -,300** | -,312** |
| | p | 0,076 | 0,865 | 0,197 | 0,323 | 0 | | 0,648 | 0,367 | 0,769 | 0 | 0,007 | 0,092 | 0,053 | 0,04 | 0,007 | 0,005 |
| (7) | r | ,505** | ,722** | ,658** | -0,024 | -0,081 | -0,051 | 1 | ,568** | ,373** | 0,21 | 0,158 | 0,171 | ,518** | ,628** | 0,019 | 0,101 |
| | p | 0 | 0 | 0 | 0,836 | 0,498 | 0,648 | | 0 | 0,001 | 0,06 | 0,285 | 0,257 | 0 | 0 | 0,865 | 0,375 |
| (8) | r | -,252* | -0,149 | -0,024 | ,272* | ,241* | -0,101 | ,568** | 1 | ,422** | 0,096 | -0,073 | 0,111 | 0,046 | 0,095 | 0,069 | 0,085 |
| | p | 0,023 | 0,184 | 0,832 | 0,015 | 0,041 | 0,367 | 0 | | 0 | 0,393 | 0,622 | 0,464 | 0,688 | 0,399 | 0,545 | 0,455 |
| (9) | r | 0,134 | 0,108 | 0,042 | 0,2 | 0,063 | -0,033 | ,373** | ,422** | 1 | ,403** | -0,066 | 0,203 | 0,154 | ,227* | 0,09 | 0,175 |
| | p | 0,232 | 0,339 | 0,708 | 0,075 | 0,6 | 0,769 | 0,001 | 0 | | 0 | 0,655 | 0,176 | 0,172 | 0,043 | 0,429 | 0,12 |
| (10) | r | 0,145 | 0,172 | 0,138 | 0,042 | ,248* | -,507** | 0,21 | 0,096 | ,403** | 1 | -0,2 | -0,054 | ,264* | ,308** | ,284* | ,410** |
| | p | 0,196 | 0,126 | 0,22 | 0,713 | 0,036 | 0 | 0,06 | 0,393 | 0 | | 0,173 | 0,719 | 0,018 | 0,005 | 0,011 | 0 |
| (11) | r | 0,259 | 0,22 | 0,122 | 0,007 | -0,295 | ,383** | 0,158 | -0,073 | -0,066 | -0,2 | 1 | ,400** | 0,089 | 0,187 | -0,119 | -0,005 |
| | p | 0,076 | 0,133 | 0,407 | 0,96 | 0,055 | 0,007 | 0,285 | 0,622 | 0,655 | 0,173 | | 0,006 | 0,548 | 0,202 | 0,419 | 0,974 |
| (12) | r | 0,179 | 0,116 | 0,011 | -0,184 | -0,187 | 0,251 | 0,171 | 0,111 | 0,203 | -0,054 | ,400** | 1 | -0,015 | 0,036 | -0,115 | -0,129 |
| | p | 0,233 | 0,442 | 0,94 | 0,221 | 0,241 | 0,092 | 0,257 | 0,464 | 0,176 | 0,719 | 0,006 | | 0,923 | 0,814 | 0,445 | 0,393 |
| (13) | r | ,359** | ,580** | ,587** | -0,107 | -0,033 | -0,217 | ,518** | 0,046 | 0,154 | ,264* | 0,089 | -0,015 | 1 | ,678** | ,762** | ,395** |
| | p | 0,001 | 0 | 0 | 0,344 | 0,785 | 0,053 | 0 | 0,688 | 0,172 | 0,018 | 0,548 | 0,923 | | 0 | 0 | 0 |
| (14) | r | ,447** | ,685** | ,658** | -0,122 | -0,096 | -,230* | ,628** | 0,095 | ,227* | ,308** | 0,187 | 0,036 | ,678** | 1 | ,307** | ,689** |
| | p | 0 | 0 | 0 | 0,281 | 0,424 | 0,04 | 0 | 0,399 | 0,043 | 0,005 | 0,202 | 0,814 | 0 | | 0,006 | 0 |
| (15) | r | -0,171 | -0,039 | 0,104 | 0,011 | 0,213 | -,300** | 0,019 | 0,069 | 0,09 | ,284* | -0,119 | -0,115 | ,762** | ,307** | 1 | ,505** |
| | p | 0,129 | 0,731 | 0,36 | 0,923 | 0,072 | 0,007 | 0,865 | 0,545 | 0,429 | 0,011 | 0,419 | 0,445 | 0 | 0,006 | | 0 |
| (16) | r | -0,042 | 0,041 | 0,09 | 0,026 | 0,098 | -,312** | 0,101 | 0,085 | 0,175 | ,410** | -0,005 | -0,129 | ,395** | ,689** | ,505** | 1 |
| | p | 0,712 | 0,718 | 0,427 | 0,818 | 0,411 | 0,005 | 0,375 | 0,455 | 0,12 | 0 | 0,974 | 0,393 | 0 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 15-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,739** | 0,202 | -0,193 | -,498** | 0,001 | ,398** | -0,217 | -0,021 | 0,066 | 0,18 | -0,071 | ,441** | ,471** | -0,027 | 0,024 |
| | p | | 0 | 0,071 | 0,086 | 0 | 0,994 | 0 | 0,052 | 0,851 | 0,557 | 0,188 | 0,606 | 0 | 0 | 0,809 | 0,83 |
| (2) | r | ,739** | 1 | ,806** | -,265* | -,360** | -0,013 | ,617** | -0,16 | 0,002 | 0,16 | ,307* | 0,154 | ,607** | ,712** | -0,009 | 0,131 |
| | p | 0 | | 0 | 0,017 | 0,001 | 0,908 | 0 | 0,154 | 0,982 | 0,153 | 0,022 | 0,26 | 0 | 0 | 0,934 | 0,242 |
| (3) | r | 0,202 | ,806** | 1 | -0,193 | -0,085 | 0,002 | ,559** | -0,029 | 0,026 | 0,17 | ,279* | ,269* | ,493** | ,615** | -0,001 | 0,156 |
| | p | 0,071 | 0 | | 0,087 | 0,454 | 0,986 | 0 | 0,796 | 0,82 | 0,13 | 0,039 | 0,047 | 0 | 0 | 0,995 | 0,165 |
| (4) | r | -0,193 | -,265* | -0,193 | 1 | ,418** | 0,199 | 0,208 | ,497** | ,224* | -0,054 | -0,266 | -0,257 | -0,144 | -,230* | -0,035 | -0,147 |
| | p | 0,086 | 0,017 | 0,087 | | 0 | 0,077 | 0,065 | 0 | 0,046 | 0,632 | 0,051 | 0,061 | 0,203 | 0,041 | 0,76 | 0,194 |
| (5) | r | -,498** | -,360** | -0,085 | ,418** | 1 | -,338** | 0,124 | ,515** | ,323** | 0,191 | -0,103 | -0,003 | -,224* | -0,184 | -0,026 | 0,001 |
| | p | 0 | 0,001 | 0,454 | 0 | | 0,003 | 0,277 | 0 | 0,004 | 0,092 | 0,463 | 0,983 | 0,048 | 0,104 | 0,821 | 0,995 |
| (6) | r | 0,001 | -0,013 | 0,002 | 0,199 | -,338** | 1 | -0,075 | -0,082 | -0,134 | -,343** | 0,169 | ,348* | -0,183 | -0,208 | -,256* | -,263* |
| | p | 0,994 | 0,908 | 0,986 | 0,077 | 0,003 | | 0,507 | 0,469 | 0,237 | 0,002 | 0,221 | 0,01 | 0,104 | 0,064 | 0,022 | 0,018 |
| (7) | r | ,398** | ,617** | ,559** | 0,208 | 0,124 | -0,075 | 1 | ,673** | ,390** | 0,208 | 0,213 | 0,144 | ,398** | ,650** | -0,062 | ,281* |
| | p | 0 | 0 | 0 | 0,065 | 0,277 | 0,507 | | 0 | 0 | 0,063 | 0,119 | 0,294 | 0 | 0 | 0,582 | 0,011 |
| (8) | r | -0,217 | -0,16 | -0,029 | ,497** | ,515** | -0,082 | ,673** | 1 | ,501** | 0,103 | -0,081 | 0,013 | -0,053 | 0,139 | -0,048 | 0,212 |
| | p | 0,052 | 0,154 | 0,796 | 0 | 0 | 0,469 | 0 | | 0 | 0,362 | 0,557 | 0,926 | 0,64 | 0,214 | 0,673 | 0,057 |
| (9) | r | -0,021 | 0,002 | 0,026 | ,224* | ,323** | -0,134 | ,390** | ,501** | 1 | ,496** | -0,1 | -0,094 | 0,119 | ,241* | 0,122 | ,286** |
| | p | 0,851 | 0,982 | 0,82 | 0,046 | 0,004 | 0,237 | 0 | 0 | | 0 | 0,468 | 0,493 | 0,291 | 0,03 | 0,278 | 0,01 |
| (10) | r | 0,066 | 0,16 | 0,17 | -0,054 | 0,191 | -,343** | 0,208 | 0,103 | ,496** | 1 | -0,24 | -0,154 | ,320** | ,314** | ,302** | ,374** |
| | p | 0,557 | 0,153 | 0,13 | 0,632 | 0,092 | 0,002 | 0,063 | 0,362 | 0 | | 0,078 | 0,262 | 0,004 | 0,004 | 0,006 | 0,001 |
| (11) | r | 0,18 | ,307* | ,279* | -0,266 | -0,103 | 0,169 | 0,213 | -0,081 | -0,1 | -0,24 | 1 | ,527** | 0,044 | 0,132 | -0,19 | -0,134 |
| | p | 0,188 | 0,022 | 0,039 | 0,051 | 0,463 | 0,221 | 0,119 | 0,557 | 0,468 | 0,078 | | 0 | 0,748 | 0,336 | 0,164 | 0,328 |
| (12) | r | -0,071 | 0,154 | ,269* | -0,257 | -0,003 | ,348* | 0,144 | 0,013 | -0,094 | -0,154 | ,527** | 1 | -0,214 | -0,007 | -,373** | -0,14 |
| | p | 0,606 | 0,26 | 0,047 | 0,061 | 0,983 | 0,01 | 0,294 | 0,926 | 0,493 | 0,262 | 0 | | 0,118 | 0,959 | 0,005 | 0,308 |
| (13) | r | ,441** | ,607** | ,493** | -0,144 | -,224* | -0,183 | ,398** | -0,053 | 0,119 | ,320** | 0,044 | -0,214 | 1 | ,612** | ,753** | ,330** |
| | p | 0 | 0 | 0 | 0,203 | 0,048 | 0,104 | 0 | 0,64 | 0,291 | 0,004 | 0,748 | 0,118 | | 0 | 0 | 0,003 |
| (14) | r | ,471** | ,712** | ,615** | -,230* | -0,184 | -0,208 | ,650** | 0,139 | ,241* | ,314** | 0,132 | -0,007 | ,612** | 1 | 0,178 | ,744** |
| | p | 0 | 0 | 0 | 0,041 | 0,104 | 0,064 | 0 | 0,214 | 0,03 | 0,004 | 0,336 | 0,959 | 0 | | 0,112 | 0 |
| (15) | r | -0,027 | -0,009 | -0,001 | -0,035 | -0,026 | -,256* | -0,062 | -0,048 | 0,122 | ,302** | -0,19 | -,373** | ,753** | 0,178 | 1 | ,318** |
| | p | 0,809 | 0,934 | 0,995 | 0,76 | 0,821 | 0,022 | 0,582 | 0,673 | 0,278 | 0,006 | 0,164 | 0,005 | 0 | 0,112 | | 0,004 |
| (16) | r | 0,024 | 0,131 | 0,156 | -0,147 | 0,001 | -,263* | ,281* | 0,212 | ,286** | ,374** | -0,134 | -0,14 | ,330** | ,744** | ,318** | 1 |
| | p | 0,83 | 0,242 | 0,165 | 0,194 | 0,995 | 0,018 | 0,011 | 0,057 | 0,01 | 0,001 | 0,328 | 0,308 | 0,003 | 0 | 0,004 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 16-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,661** | 0,033 | -,221* | -,419** | ,322** | ,256* | -,239* | 0,001 | 0,069 | 0,12 | -0,024 | ,360** | ,354** | -0,058 | -0,075 |
| | p | | 0 | 0,773 | 0,047 | 0 | 0,004 | 0,021 | 0,032 | 0,993 | 0,543 | 0,364 | 0,855 | 0,001 | 0,001 | 0,611 | 0,509 |
| (2) | r | ,661** | 1 | ,768** | -,317** | -,230* | 0,106 | ,549** | -0,138 | -0,017 | 0,19 | 0,218 | 0,181 | ,517** | ,552** | -0,084 | -0,067 |
| | p | 0 | | 0 | 0,004 | 0,04 | 0,351 | 0 | 0,219 | 0,879 | 0,089 | 0,097 | 0,169 | 0 | 0 | 0,459 | 0,555 |
| (3) | r | 0,033 | ,768** | 1 | -0,211 | 0,054 | -0,118 | ,526** | 0,035 | -0,021 | 0,189 | 0,174 | 0,25 | ,370** | ,435** | -0,082 | -0,029 |
| | p | 0,773 | 0 | | 0,058 | 0,633 | 0,297 | 0 | 0,757 | 0,853 | 0,091 | 0,187 | 0,056 | 0,001 | 0 | 0,472 | 0,799 |
| (4) | r | -,221* | -,317** | -0,211 | 1 | ,322** | 0,003 | 0,187 | ,467** | 0,217 | -0,059 | 0,067 | -0,075 | -0,178 | -0,098 | -0,097 | 0,087 |
| | p | 0,047 | 0,004 | 0,058 | | 0,004 | 0,977 | 0,094 | 0 | 0,051 | 0,603 | 0,615 | 0,573 | 0,115 | 0,386 | 0,39 | 0,442 |
| (5) | r | -,419** | -,230* | 0,054 | ,322** | 1 | -,389** | 0,134 | ,335** | ,229* | 0,084 | 0,027 | 0,095 | -0,162 | -0,076 | -0,106 | 0,036 |
| | p | 0 | 0,04 | 0,633 | 0,004 | | 0 | 0,235 | 0,002 | 0,041 | 0,457 | 0,841 | 0,476 | 0,154 | 0,505 | 0,354 | 0,751 |
| (6) | r | ,322** | 0,106 | -0,118 | 0,003 | -,389** | 1 | -0,07 | -0,148 | 0,101 | -,245* | 0,202 | 0,088 | -0,061 | 0,033 | -0,186 | -0,073 |
| | p | 0,004 | 0,351 | 0,297 | 0,977 | 0 | | 0,535 | 0,192 | 0,374 | 0,028 | 0,129 | 0,511 | 0,591 | 0,774 | 0,102 | 0,521 |
| (7) | r | ,256* | ,549** | ,526** | 0,187 | 0,134 | -0,07 | 1 | ,747** | ,385** | ,274* | 0,155 | 0,153 | ,231* | ,420** | -0,173 | 0,061 |
| | p | 0,021 | 0 | 0 | 0,094 | 0,235 | 0,535 | | 0 | 0 | 0,013 | 0,242 | 0,249 | 0,039 | 0 | 0,126 | 0,589 |
| (8) | r | -,239* | -0,138 | 0,035 | ,467** | ,335** | -0,148 | ,747** | 1 | ,480** | 0,17 | -0,018 | 0,003 | -0,122 | 0,05 | -0,127 | 0,111 |
| | p | 0,032 | 0,219 | 0,757 | 0 | 0,002 | 0,192 | 0 | | 0 | 0,129 | 0,893 | 0,979 | 0,279 | 0,66 | 0,26 | 0,328 |
| (9) | r | 0,001 | -0,017 | -0,021 | 0,217 | ,229* | 0,101 | ,385** | ,480** | 1 | ,381** | -0,014 | 0,092 | -0,042 | 0,177 | -0,123 | 0,182 |
| | p | 0,993 | 0,879 | 0,853 | 0,051 | 0,041 | 0,374 | 0 | 0 | | 0 | 0,915 | 0,49 | 0,712 | 0,116 | 0,277 | 0,106 |
| (10) | r | 0,069 | 0,19 | 0,189 | -0,059 | 0,084 | -,245* | ,274* | 0,17 | ,381** | 1 | 0,029 | 0,086 | ,255* | ,404** | 0,177 | ,367** |
| | p | 0,543 | 0,089 | 0,091 | 0,603 | 0,457 | 0,028 | 0,013 | 0,129 | 0 | | 0,826 | 0,516 | 0,022 | 0 | 0,117 | 0,001 |
| (11) | r | 0,12 | 0,218 | 0,174 | 0,067 | 0,027 | 0,202 | 0,155 | -0,018 | -0,014 | 0,029 | 1 | ,483** | 0,032 | -0,004 | -0,123 | -0,181 |
| | p | 0,364 | 0,097 | 0,187 | 0,615 | 0,841 | 0,129 | 0,242 | 0,893 | 0,915 | 0,826 | | 0 | 0,81 | 0,974 | 0,356 | 0,175 |
| (12) | r | -0,024 | 0,181 | 0,25 | -0,075 | 0,095 | 0,088 | 0,153 | 0,003 | 0,092 | 0,086 | ,483** | 1 | -0,118 | 0,042 | -0,24 | -0,113 |
| | p | 0,855 | 0,169 | 0,056 | 0,573 | 0,476 | 0,511 | 0,249 | 0,979 | 0,49 | 0,516 | 0 | | 0,378 | 0,754 | 0,069 | 0,399 |
| (13) | r | ,360** | ,517** | ,370** | -0,178 | -0,162 | -0,061 | ,231* | -0,122 | -0,042 | ,255* | 0,032 | -0,118 | 1 | ,567** | ,779** | ,329** |
| | p | 0,001 | 0 | 0,001 | 0,115 | 0,154 | 0,591 | 0,039 | 0,279 | 0,712 | 0,022 | 0,81 | 0,378 | | 0 | 0 | 0,003 |
| (14) | r | ,354** | ,552** | ,435** | -0,098 | -0,076 | 0,033 | ,420** | 0,05 | 0,177 | ,404** | -0,004 | 0,042 | ,567** | 1 | ,235* | ,766** |
| | p | 0,001 | 0 | 0 | 0,386 | 0,505 | 0,774 | 0 | 0,66 | 0,116 | 0 | 0,974 | 0,754 | 0 | | 0,037 | 0 |
| (15) | r | -0,058 | -0,084 | -0,082 | -0,097 | -0,106 | -0,186 | -0,173 | -0,127 | -0,123 | 0,177 | -0,123 | -0,24 | ,779** | ,235* | 1 | ,417** |
| | p | 0,611 | 0,459 | 0,472 | 0,39 | 0,354 | 0,102 | 0,126 | 0,26 | 0,277 | 0,117 | 0,356 | 0,069 | 0 | 0,037 | | 0 |
| (16) | r | -0,075 | -0,067 | -0,029 | 0,087 | 0,036 | -0,073 | 0,061 | 0,111 | 0,182 | ,367** | -0,181 | -0,113 | ,329** | ,766** | ,417** | 1 |
| | p | 0,509 | 0,555 | 0,799 | 0,442 | 0,751 | 0,521 | 0,589 | 0,328 | 0,106 | 0,001 | 0,175 | 0,399 | 0,003 | 0 | 0 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 17-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,612** | -0,059 | -0,146 | -,444** | 0,193 | 0,193 | -,277* | 0,037 | ,243* | -0,013 | -0,079 | ,304** | ,362** | -0,04 | -0,015 |
| | p | | 0 | 0,602 | 0,194 | 0 | 0,093 | 0,084 | 0,012 | 0,741 | 0,03 | 0,918 | 0,532 | 0,006 | 0,001 | 0,728 | 0,893 |
| (2) | r | ,612** | 1 | ,748** | -,299** | -0,208 | 0,179 | ,481** | -,237* | 0,058 | 0,174 | 0,057 | 0,115 | ,380** | ,430** | -0,177 | -0,193 |
| | p | 0 | | 0 | 0,007 | 0,067 | 0,119 | 0 | 0,033 | 0,611 | 0,122 | 0,653 | 0,363 | 0,001 | 0 | 0,115 | 0,086 |
| (3) | r | -0,059 | ,748** | 1 | -,254* | 0,091 | 0,084 | ,440** | -0,074 | 0,022 | 0,016 | 0,08 | 0,192 | 0,209 | ,233* | -0,202 | -,237* |
| | p | 0,602 | 0 | | 0,022 | 0,43 | 0,469 | 0 | 0,51 | 0,846 | 0,886 | 0,532 | 0,126 | 0,063 | 0,038 | 0,072 | 0,034 |
| (4) | r | -0,146 | -,299** | -,254* | 1 | ,225* | -0,057 | 0,192 | ,433** | 0,143 | 0,018 | 0,017 | 0,05 | -0,102 | 0,044 | 0,004 | 0,215 |
| | p | 0,194 | 0,007 | 0,022 | | 0,048 | 0,623 | 0,087 | 0 | 0,205 | 0,876 | 0,892 | 0,693 | 0,366 | 0,696 | 0,97 | 0,056 |
| (5) | r | -,444** | -0,208 | 0,091 | ,225* | 1 | -,356** | 0,156 | ,342** | ,322** | 0,117 | 0,006 | 0,066 | -0,12 | -0,168 | -0,02 | -0,056 |
| | p | 0 | 0,067 | 0,43 | 0,048 | | 0,002 | 0,174 | 0,002 | 0,004 | 0,309 | 0,965 | 0,608 | 0,297 | 0,144 | 0,864 | 0,629 |
| (6) | r | 0,193 | 0,179 | 0,084 | -0,057 | -,356** | 1 | -0,068 | -0,213 | -0,146 | -,326** | 0,065 | 0,157 | 0,189 | 0,027 | 0,055 | -0,115 |
| | p | 0,093 | 0,119 | 0,469 | 0,623 | 0,002 | | 0,556 | 0,062 | 0,209 | 0,004 | 0,62 | 0,226 | 0,102 | 0,82 | 0,639 | 0,323 |
| (7) | r | 0,193 | ,481** | ,440** | 0,192 | 0,156 | -0,068 | 1 | ,734** | ,499** | ,275* | 0,073 | 0,198 | 0,085 | ,545** | -,266* | ,230* |
| | p | 0,084 | 0 | 0 | 0,087 | 0,174 | 0,556 | | 0 | 0 | 0,014 | 0,569 | 0,113 | 0,453 | 0 | 0,017 | 0,04 |
| (8) | r | -,277* | -,237* | -0,074 | ,433** | ,342** | -0,213 | ,734** | 1 | ,509** | 0,171 | 0,039 | 0,135 | -0,192 | ,273* | -0,155 | ,393** |
| | p | 0,012 | 0,033 | 0,51 | 0 | 0,002 | 0,062 | 0 | | 0 | 0,128 | 0,762 | 0,282 | 0,088 | 0,014 | 0,169 | 0 |
| (9) | r | 0,037 | 0,058 | 0,022 | 0,143 | ,322** | -0,146 | ,499** | ,509** | 1 | ,347** | -0,059 | 0,031 | -0,18 | 0,189 | -,268* | 0,131 |
| | p | 0,741 | 0,611 | 0,846 | 0,205 | 0,004 | 0,209 | 0 | 0 | | 0,002 | 0,647 | 0,808 | 0,112 | 0,095 | 0,017 | 0,251 |
| (10) | r | ,243* | 0,174 | 0,016 | 0,018 | 0,117 | -,326** | ,275* | 0,171 | ,347** | 1 | -0,181 | -0,097 | 0,034 | ,263* | 0,04 | 0,207 |
| | p | 0,03 | 0,122 | 0,886 | 0,876 | 0,309 | 0,004 | 0,014 | 0,128 | 0,002 | | 0,155 | 0,447 | 0,764 | 0,019 | 0,727 | 0,067 |
| (11) | r | -0,013 | 0,057 | 0,08 | 0,017 | 0,006 | 0,065 | 0,073 | 0,039 | -0,059 | -0,181 | 1 | ,526** | -0,146 | 0,129 | -0,188 | 0,064 |
| | p | 0,918 | 0,653 | 0,532 | 0,892 | 0,965 | 0,62 | 0,569 | 0,762 | 0,647 | 0,155 | | 0 | 0,254 | 0,315 | 0,14 | 0,62 |
| (12) | r | -0,079 | 0,115 | 0,192 | 0,05 | 0,066 | 0,157 | 0,198 | 0,135 | 0,031 | -0,097 | ,526** | 1 | -0,143 | 0,177 | -0,237 | 0,043 |
| | p | 0,532 | 0,363 | 0,126 | 0,693 | 0,608 | 0,226 | 0,113 | 0,282 | 0,808 | 0,447 | 0 | | 0,261 | 0,161 | 0,059 | 0,736 |
| (13) | r | ,304** | ,380** | 0,209 | -0,102 | -0,12 | 0,189 | 0,085 | -0,192 | -0,18 | 0,034 | -0,146 | -0,143 | 1 | ,264* | ,813** | 0,057 |
| | p | 0,006 | 0,001 | 0,063 | 0,366 | 0,297 | 0,102 | 0,453 | 0,088 | 0,112 | 0,764 | 0,254 | 0,261 | | 0,019 | 0 | 0,618 |
| (14) | r | ,362** | ,430** | ,233* | 0,044 | -0,168 | 0,027 | ,545** | ,273* | 0,189 | ,263* | 0,129 | 0,177 | ,264* | 1 | 0,007 | ,784** |
| | p | 0,001 | 0 | 0,038 | 0,696 | 0,144 | 0,82 | 0 | 0,014 | 0,095 | 0,019 | 0,315 | 0,161 | 0,019 | | 0,949 | 0 |
| (15) | r | -0,04 | -0,177 | -0,202 | 0,004 | -0,02 | 0,055 | -,266* | -0,155 | -,268* | 0,04 | -0,188 | -0,237 | ,813** | 0,007 | 1 | 0,178 |
| | p | 0,728 | 0,115 | 0,072 | 0,97 | 0,864 | 0,639 | 0,017 | 0,169 | 0,017 | 0,727 | 0,14 | 0,059 | 0 | 0,949 | | 0,116 |
| (16) | r | -0,015 | -0,193 | -,237* | 0,215 | -0,056 | -0,115 | ,230* | ,393** | 0,131 | 0,207 | 0,064 | 0,043 | 0,057 | ,784** | 0,178 | 1 |
| | p | 0,893 | 0,086 | 0,034 | 0,056 | 0,629 | 0,323 | 0,04 | 0 | 0,251 | 0,067 | 0,62 | 0,736 | 0,618 | 0 | 0,116 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)

Zusammenhänge von ausgewählten sportmotorischen Fähigkeiten bei 18-jährigen Skirennläufern des Schigymnasium Stams (mit p-Werten)

| | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | r | 1 | ,610** | -0,021 | 0,024 | -,449** | ,248* | 0,129 | -,328** | ,315** | ,228* | 0,045 | -0,04 | 0,154 | ,237* | -0,14 | -0,131 |
| | p | | 0 | 0,852 | 0,85 | 0,001 | 0,046 | 0,265 | 0,004 | 0,005 | 0,047 | 0,724 | 0,756 | 0,187 | 0,039 | 0,23 | 0,259 |
| (2) | r | ,610** | 1 | ,769** | -0,19 | -,355** | 0,129 | ,482** | -,231* | ,235* | 0,215 | -0,042 | -0,021 | ,268* | ,438** | -,265* | -0,156 |
| | p | 0 | | 0 | 0,136 | 0,007 | 0,304 | 0 | 0,043 | 0,04 | 0,062 | 0,741 | 0,872 | 0,02 | 0 | 0,021 | 0,179 |
| (3) | r | -0,021 | ,769** | 1 | -,249* | -0,124 | -0,034 | ,496** | -0,027 | 0,042 | 0,109 | -0,11 | -0,014 | 0,207 | ,347** | -,231* | -0,112 |
| | p | 0,852 | 0 | | 0,049 | 0,364 | 0,788 | 0 | 0,817 | 0,715 | 0,348 | 0,39 | 0,915 | 0,075 | 0,002 | 0,046 | 0,337 |
| (4) | r | 0,024 | -0,19 | -,249* | 1 | ,341* | -0,229 | 0,189 | ,335** | 0,193 | 0,127 | 0,209 | 0,175 | 0,009 | 0,163 | 0,103 | ,281* |
| | p | 0,85 | 0,136 | 0,049 | | 0,01 | 0,075 | 0,138 | 0,007 | 0,132 | 0,329 | 0,146 | 0,225 | 0,947 | 0,207 | 0,426 | 0,027 |
| (5) | r | -,449** | -,355** | -0,124 | ,341* | 1 | -,431** | 0,083 | ,378** | 0,15 | 0,19 | 0,02 | -0,119 | -0,076 | -0,163 | 0,077 | -0,001 |
| | p | 0,001 | 0,007 | 0,364 | 0,01 | | 0,001 | 0,541 | 0,004 | 0,274 | 0,17 | 0,897 | 0,448 | 0,581 | 0,234 | 0,575 | 0,992 |
| (6) | r | ,248* | 0,129 | -0,034 | -0,229 | -,431** | 1 | -0,242 | -,371** | 0,009 | -0,228 | 0,14 | 0,18 | -0,041 | -0,012 | -0,129 | -0,082 |
| | p | 0,046 | 0,304 | 0,788 | 0,075 | 0,001 | | 0,052 | 0,002 | 0,946 | 0,073 | 0,317 | 0,196 | 0,747 | 0,926 | 0,314 | 0,521 |
| (7) | r | 0,129 | ,482** | ,496** | 0,189 | 0,083 | -0,242 | 1 | ,736** | ,357** | ,292* | 0,01 | 0,084 | 0,043 | ,564** | -,282* | ,283* |
| | p | 0,265 | 0 | 0 | 0,138 | 0,541 | 0,052 | | 0 | 0,002 | 0,011 | 0,937 | 0,516 | 0,715 | 0 | 0,015 | 0,014 |
| (8) | r | -,328** | -,231* | -0,027 | ,335** | ,378** | -,371** | ,736** | 1 | ,242* | 0,169 | -0,014 | 0,039 | -0,154 | ,264* | -0,125 | ,389** |
| | p | 0,004 | 0,043 | 0,817 | 0,007 | 0,004 | 0,002 | 0 | | 0,035 | 0,147 | 0,917 | 0,763 | 0,191 | 0,022 | 0,288 | 0,001 |
| (9) | r | ,315** | ,235* | 0,042 | 0,193 | 0,15 | 0,009 | ,357** | ,242* | 1 | ,474** | 0,064 | -0,035 | 0,092 | ,345** | -0,086 | 0,2 |
| | p | 0,005 | 0,04 | 0,715 | 0,132 | 0,274 | 0,946 | 0,002 | 0,035 | | 0 | 0,624 | 0,79 | 0,43 | 0,002 | 0,465 | 0,084 |
| (10) | r | ,228* | 0,215 | 0,109 | 0,127 | 0,19 | -0,228 | ,292* | 0,169 | ,474** | 1 | -0,024 | -0,076 | 0,067 | ,295* | -0,01 | 0,174 |
| | p | 0,047 | 0,062 | 0,348 | 0,329 | 0,17 | 0,073 | 0,011 | 0,147 | 0 | | 0,856 | 0,563 | 0,57 | 0,01 | 0,933 | 0,135 |
| (11) | r | 0,045 | -0,042 | -0,11 | 0,209 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | -0,014 | 0,064 | -0,024 | 1 | ,458** | -0,119 | 0,126 | -0,099 | 0,167 |
| | p | 0,724 | 0,741 | 0,39 | 0,146 | 0,897 | 0,317 | 0,937 | 0,917 | 0,624 | 0,856 | | 0 | 0,364 | 0,333 | 0,452 | 0,199 |
| (12) | r | -0,04 | -0,021 | -0,014 | 0,175 | -0,119 | 0,18 | 0,084 | 0,039 | -0,035 | -0,076 | ,458** | 1 | 0,011 | -0,02 | 0,021 | 0,007 |
| | p | 0,756 | 0,872 | 0,915 | 0,225 | 0,448 | 0,196 | 0,516 | 0,763 | 0,79 | 0,563 | 0 | | 0,934 | 0,881 | 0,875 | 0,956 |
| (13) | r | 0,154 | ,268* | 0,207 | 0,009 | -0,076 | -0,041 | 0,043 | -0,154 | 0,092 | 0,067 | -0,119 | 0,011 | 1 | 0,209 | ,829** | 0,04 |
| | p | 0,187 | 0,02 | 0,075 | 0,947 | 0,581 | 0,747 | 0,715 | 0,191 | 0,43 | 0,57 | 0,364 | 0,934 | | 0,072 | 0 | 0,734 |
| (14) | r | ,237* | ,438** | ,347** | 0,163 | -0,163 | -0,012 | ,564** | ,264* | ,345** | ,295* | 0,126 | -0,02 | 0,209 | 1 | -0,047 | ,805** |
| | p | 0,039 | 0 | 0,002 | 0,207 | 0,234 | 0,926 | 0 | 0,022 | 0,002 | 0,01 | 0,333 | 0,881 | 0,072 | | 0,69 | 0 |
| (15) | r | -0,14 | -,265* | -,231* | 0,103 | 0,077 | -0,129 | -,282* | -0,125 | -0,086 | -0,01 | -0,099 | 0,021 | ,829** | -0,047 | 1 | 0,119 |
| | p | 0,23 | 0,021 | 0,046 | 0,426 | 0,575 | 0,314 | 0,015 | 0,288 | 0,465 | 0,933 | 0,452 | 0,875 | 0 | 0,69 | | 0,308 |
| (16) | r | -0,131 | -0,156 | -0,112 | ,281* | -0,001 | -0,082 | ,283* | ,389** | 0,2 | 0,174 | 0,167 | 0,007 | 0,04 | ,805** | 0,119 | 1 |
| | p | 0,259 | 0,179 | 0,337 | 0,027 | 0,992 | 0,521 | 0,014 | 0,001 | 0,084 | 0,135 | 0,199 | 0,956 | 0,734 | 0 | 0,308 | |

Anmerkungen: (1) Körpergröße_cm, (2) Körpergewicht_kg, (3) BMI, (4) Aerobe_Ausdauer_Cooper_m, (5) Kraftausdauer_Kasten, (6) Sprungkoordination_sek, (7) absolute_Maximalkraft_Beine_N, (8) relative_Maximalkraft_Beine_Nkg, (9) CMJ, (10) Reaktivkraftindex_mm_ms, (11) Sensomotorikindex_li_re, (12) Sensomotorikindex_vor_rück, (13) absolute_Maximalkraft_Bauch_N, (14) absolute_Maximalkraft_Rücken_N, (15) relative_Maximalkraft_Bauch_Nkg, (16) relative_Maximalkraft_Rücken_Nkg.
*signifikanter Zusammenhang (p<0.05); **hoch signifikanter Zusammenhang (p<0,01)