

Psychosoziale Stressoren im Leistungssport Skilanglauf: Prävalenz und Einfluss auf das Erholungs-Belastungsempfinden

Abschlussarbeit zur Erlangung des
Master of Science in Sportwissenschaften
Option Unterricht

eingereicht von

Eliane Reusser

an der
Universität Freiburg, Schweiz
Mathematisch-Naturwissenschaftliche und Medizinische Fakultät
Abteilung Medizin
Department für Neuro- und Bewegungswissenschaften

in Zusammenarbeit mit der
Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen

Referent
Dr. Silvio Lorenzetti

Betreuer
Elias Bucher
Stephan Horvath

Davos, August 2021

Zusammenfassung

Einleitung Die optimale Balance zwischen Belastung und Erholung zu finden, ist für alle Athletinnen und Athleten im Leistungssport essenziell. Nur so kann die Leistungsfähigkeit gehalten respektive gesteigert werden. Für die Erfassung der Belastung und Beanspruchung im Training existieren unterschiedliche objektive und subjektive Monitoring-Werkzeuge. Durch diesen wissenschaftlichen Ansatz soll die Leistungsentwicklung verbessert und negative Folgen wie Verletzungen und Krankheiten minimiert werden. Nebst den harten physischen Belastungen spielen im Alltag des Leistungssports auch psychische Faktoren eine wichtige Rolle (Kellmann et al., 2018). Gerade im Skilanglauf ist über die psychosozialen Stressoren und deren Einfluss auf das Erholungs-Belastungsempfinden nur wenig bekannt.

Ziel Das Ziel dieser Studie ist es, die Prävalenz und den Einfluss der psychosozialen Stressoren auf das Erholungs-Belastungsempfinden im Elite Skilanglauf zu untersuchen.

Methode An der Studie haben 25 Athletinnen ($n = 12$) und Athleten ($n = 13$) des Swiss-Ski Langlaufkaders teilgenommen. Während der Untersuchungsperiode von Juni 2020 bis April 2021 wurde der «6-Items-Inventory» Fragebogen zum Erholungs-Belastungszustand rund ein bis zwei Mal wöchentlich ausgefüllt. Dem Fragebogen wurden die psychosozialen Stressoren: Leistungsdruck, Schule/Beruf, Familie/Beziehung, Team, Reisen, Finanzen und Medien hinzugefügt, mit einer Skala von 1 «gar kein Stress» bis 10 «extremer Stress».

Resultate Der durchschnittliche Stresswert über alle Stressoren betrug 1.88 ± 0.83 . Der Stressor «Leistungsdruck» wurde mit 2.70 ± 1.84 am höchsten und «Medien» mit 1.35 ± 0.91 am tiefsten gewertet. Der Total-Stress-Score erhöhte sich während des Jahreszyklus kontinuierlich von 1.59 ± 0.57 im August zu 2.48 ± 1.36 im März. Der Einfluss der psychosozialen Stressoren auf das Erholungs-Belastungsempfinden konnte signifikant ($p < 0.001$) nachgewiesen werden.

Diskussion Der hohe «Leistungsdruck» lässt sich durch die Wettkampfsaison erklären. Die Verlaufskurve von «Schule-Beruf» zeigte Schwankungen zwischen den Alterskategorien, was auf die Prüfungsphasen zurückschliessen lässt. Der Durchschnitt aller Stressoren nahm ab August linear zu und das Erholungs-Belastungsempfinden ab. Es ist anzunehmen, je gestresster sich eine Athletin oder Athlet fühlt, desto kritischer präsentiert sich die Erholungs-Belastungsbilanz.

Konklusion Die über die Saisonvorbereitung ansteigende Belastung von psychosozialen Stressoren hat einen negativen Einfluss auf das Erholungs- und Belastungsempfinden von Athletinnen und Athleten. Insbesondere Coaches sollten sich dieser Entwicklung bei der Steigerung der Trainingsintensität bewusst sein, um vorbeugend krankheitsbedingte Ausfälle zu reduzieren.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	4
1.1 Konzept Belastung und Erholung	4
1.2 Overreaching, Non-functional Overreaching, Overtraining-Syndrom.....	5
1.3 Physische und psychosoziale Stressoren	6
1.4 Belastungsmonitoring im Leistungssport	8
1.5 Physiologisches Anforderungsprofil Skilanglauf.....	12
1.6 Trainingsbelastung und Skilanglauf spezifische Anforderungen.....	13
1.7 Aktueller Stand Monitoring Skilanglauf	14
1.8 Ziel der Arbeit	17
2 Methode.....	18
2.1 Untersuchungsgruppe.....	18
2.2 Studiendesign	19
2.3 Untersuchungsmethode und Instrumente	19
2.4 Datenauswertung und statistische Analyse	20
3 Resultate	21
3.1 Prävalenz der einzelnen PSS	21
3.2 Unterschied der PSS bezüglich Geschlecht, Alterskategorie und Saisonverlauf.....	24
3.3 Einfluss des TPSS auf die EBF-Bilanz	28
4 Diskussion	29
4.1 Prävalenz und Unterschiede der PSS	29
4.2 Einfluss der PSS auf die EBF-Bilanz	31
4.3 Stärken und Schwächen	31
4.4 Ausblick	32
5 Schlussfolgerung	34
Literatur	35
Anhang	38

1 Einleitung

1.1 Konzept Belastung und Erholung

In jeglichen Lebensbereichen gilt es in unserer Gesellschaft zu leisten, sei es intellektuell im Beruf, in der Familie oder in der Freizeit. Im Sport ist Leistung ein zentraler Begriff (Weineck, 2014). Leistung kann als das Erreichen von Zielen durch Erfüllen oder Übertreffen von vorbestimmten Standards definiert werden. Der mehrdimensionale Begriff der Leistung im Sport ist mit physiologischen und psychologischen Einflüssen, sowie individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten verknüpft. Demnach gilt es die spezifischen Fähigkeiten und Fertigkeiten auf unerwartete äussere Einflüsse kontinuierlich und zuverlässig in allen Situationen adaptieren zu können. Physiologische Fähigkeiten wie Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit etc. beeinflussen die sportliche Leistung. Genauso haben psychologische Faktoren, wie Motivation, Konzentration, Willenskraft etc. Einfluss auf die Leistung (Kellmann et al., 2018). Die sportliche Leistungsfähigkeit ist stark von der Persönlichkeit einer Sportlerin oder eines Sportlers abhängig. Beeinflussende Merkmale sind beispielsweise die Leistungsbereitschaft, eine hohe psychophysische Belastbarkeit und mentale Stärke. Darüber hinaus sind Selbstbewusstsein, Lernfähigkeit und Stressresistenz weitere bedeutende Eigenschaften. Insbesondere im Leistungssport ist es das Ziel, die Leistungsfähigkeit stets steigern zu können. Hierzu werden entsprechende Belastungsreize benötigt (Weineck, 2014).

Belastung ist ein komplexes Zusammenspiel von physiologischen und psychologischen Verhaltensreaktionen auf umweltbezogene sowie situative Reize. Die Belastung wird als objektive von aussen auf den Menschen einwirkenden Faktor definiert. Hingegen beschreibt die Beanspruchung die subjektive Wahrnehmung und Empfindung der Belastung. Die Belastung ist demzufolge für jeden Menschen die gleiche, wobei die empfundene Beanspruchung jedoch individuell ausfällt (Kellmann et al., 2018). Nach der Belastung müssen Energiespeicher aufgefüllt und die verbrauchten Eiweisse, Enzyme, Hormone etc. resynthetisiert sowie wiederaufgebaut werden (Weineck, 2014). Für eine bestmögliche Adaptation einer Sportlerin oder eines Sportlers werden trainingsspezifische Reize gesetzt, um das Leistungsniveau zu steigern. Zur Belastung gehören jedoch auch Reize ausserhalb des Sports, wie die von Coaches, Eltern, Teammitglieder oder Sponsoren. Ein entscheidender Faktor in der Entwicklung und Leistungserbringung einer Athletin oder eines Athleten ist der Umgang mit den auftretenden Belastungen (Kellmann et al., 2018).

Der Belastung respektive Beanspruchung steht die Erholung gegenüber. Gemäss Kellmann et al. (2018) definiert sich Erholung durch einen inter- und intra-individuellen Prozess, der auf der psychologischen, physiologischen und sozialen Ebene im Verhältnis zur Zeit der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit gesetzt wird. Erholung ist ein Oberbegriff, der durch verschiedene Modalitäten wie Regeneration oder psychologische Erholungsstrategien charakterisiert wird. Des Weiteren wird in der Regeneration zwischen aktiven und passiven Ansätzen unterschieden. Passive Regenerationsmassnahmen sind beispielsweise Massagen oder simples Ausruhen. Aktive Regenerationsformen zielen hingegen auf körperliche Aktivität ab, welche den metabolischen Prozess ankurbeln, um die Homöostase wiederherzustellen. Soziale Aktivitäten zur Erholung werden als proaktiv kategorisiert, sie implizieren ein hohes Mass an Selbstbestimmung. Des Weiteren dient die Regeneration der Verletzungsprophylaxe. Die beanspruchten Strukturen des Bewegungsapparates benötigen eine angemessene Erholungszeit, um für die nächste Belastung vorbereitet zu sein. Somit kann die sportliche Leistungsfähigkeit nur dann gesteigert werden, wenn Belastung und Erholung in einem adäquaten Verhältnis stehen (Weinck, 2014).

Um im Leistungssport erfolgreich zu sein, wird dem Menschen physisch wie psychisch alles abverlangt. Leistungssportlerinnen und Leistungssportler absolvieren für ihre Entwicklung und Etablierung viele Jahre hartes Training an ihrem Leistungslimit. An dieses Limit zu gehen, es jedoch nicht zu überschreiten, stellt eine grosse Herausforderung dar (Kellmann et al., 2018).

1.2 Overreaching, Non-functional Overreaching, Overtraining-Syndrom

Erfolgreiches Training beinhaltet eine natürliche Art von Überbelastung, welche akute Ermüdung und Leistungseinbussen hervorrufen, sogenanntes funktionales Overreaching. Nach angemessener Ruhephase und Regeneration zeigen sich positive Anpassungen beziehungsweise Leistungssteigerungen, was das Ziel eines jeden effektiven Trainings darstellt. Oft wird der Begriff Superkompensationseffekt dafür verwendet. Tritt nach der Ruhephase keine positive Anpassung ein, sondern eine Stagnation oder Abnahme der Leistungsfähigkeit, wird von nicht-funktionalem Overreaching (NFOR) respektive Übertraining, im Englischen Overtraining-Syndrom (OTS), gesprochen. Nebst dem Abfall der Leistungsfähigkeit treten erste Anzeichen und Symptome von anhaltenden psychischen und hormonellen Störungen auf. Die beiden Zustände unterscheiden sich insbesondere in der Zeitspanne, die für die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit benötigt wird. Bei einem NFOR handelt es sich um eine kurzfristige Abnahme der Leistungsfähigkeit, welche mehrere Tage oder Wochen andauern kann. Das OTS hingegen bedeutet eine langfristige Abnahme der Leistungsfähigkeit, welche sich über mehrere Wochen

oder Monate hinweg ziehen kann. Die Grenze zwischen NFOR und OTS ist fließend. Oft kann erst retrospektiv eine Diagnose gestellt werden, wenn der zeitliche Verlauf und die biochemischen Faktoren betrachtet werden können. Die Tatsache, dass die klinischen Werte von einer Person zur anderen stark variieren, erschwert die eindeutige Diagnosestellung. Um den Ursprung respektive die Ursache von NFOR und OTS genau benennen zu können, fehlt es an genügend empirischer Evidenz. Neben einem Ungleichgewicht zwischen Belastung und Erholung werden weitere mögliche Trigger wie monotones Training, zu viele Wettkämpfe oder persönliche emotionale Probleme genannt (Meeusen et al., 2013).

1.3 Physische und psychosoziale Stressoren

Das Risiko, dem hohen Leistungsdruck im Spitzensport nicht standhalten zu können, ist nicht unbekannt. Die grösste Belastung im Leistungssport ist aufgrund des enormen Volumens und der hohen Intensitäten eindeutig der physische Aspekt. Der Leistungsdruck stammt jedoch nicht ausschliesslich aus dem sportlichen Umfeld. Bereiche wie Schule, Beruf, soziales Umfeld, umweltbezogene Einflüsse etc. lösen ebenfalls Stress auf den Körper aus. Entscheidend ist die Stress-Coping-Fähigkeit einer Athletin oder eines Athleten, um den teils bewusst gesuchten Stress wieder abbauen zu können (Hamlin et al., 2019). Unter Coping-Fähigkeit versteht sich eine Art Stresstoleranz, sprich wie gut auf einen Stressor reagiert werden kann. Eine wichtige Ressource ist dabei das soziale Umfeld. Dieses trägt einen wesentlichen Anteil zur Stressbewältigung bei (Tranaeus et al., 2018). Wenn die eigene Stress-Coping-Fähigkeit nicht ausreicht, kann dies negative Folgen wie Übertraining, Verletzungen und Krankheiten hervorrufen (Hamlin et al., 2019).

So beschreiben auch Ruchti et al. (2020) in ihrer Einzelfallstudie, dass Athletinnen und Athleten neben allgemeinen Stressoren zusätzliche sportspezifische Stressoren wie beispielsweise Leistungsdruck oder hohe Trainingsumfänge zu bewältigen haben. Solch sportimmanente Stressoren können vulnerable Personen in der Entwicklung von psychischen Störungen begünstigen. Wichtige Ressourcen, die dagegen helfen können, sind persönliche Stärken wie Coping Strategien oder ein sicheres tragfähiges soziales Netzwerk.

Um den Einfluss von psychosozialen Stressoren (PSS) auf Athletinnen und Athleten zu messen, wurden in der Wissenschaft mehrere Modelle erarbeitet. Eines der bekanntesten und einflussreichsten Modelle ist das «Stress-Injury-Model» von Williams und Andersen (1998). Es umfasst die folgenden drei Hauptkategorien: Persönlichkeitsfaktoren (Neigung zu Angst), Stress aus der Vergangenheit (negativer Stress durch Lebensereignisse oder Alltagsstress) sowie die

Bewältigungsfähigkeit respektive Akzeptanz der Stressoren. Die persönliche Einschätzung einer stressigen Situation beeinflusst die Stärke der Stressreaktion einer Sportlerin oder eines Sportlers.

Ivarsson et al. (2016) berichten in ihrer Metaanalyse, dass im «Stress-Injury-Model» der Fokus hauptsächlich auf die kognitiven Stressreaktionen wie peripheres Sehen gelegt wird, was gleichzeitig am Modell kritisiert wurde. Des Weiteren wurde bemängelt, dass andere psychologische Faktoren wie schlechtes verbales Gedächtnis, hohe psychophysiologische Müdigkeit sowie Verhaltensweisen, die mit der Ignoranz von Stressoren zusammenhängen können und eine schlechte Erholung, im Modell zu wenig berücksichtigt wurden. Eine weitere Limitation am genannten Modell waren die fehlenden Einflüsse der emotionalen und umweltbedingten Faktoren. In der Metaanalyse aus 48 veröffentlichten Studien kristallisierten sich folgende drei Schlüsselpunkte heraus. 1) Ein hohes Mass an negativen Lebensereignissen und die damit zusammenhängende starke Stressreaktion zeigte die grösste Assoziation mit erhöhtem Verletzungsrisiko. 2) Interventionen zum Stressbewältigungsmanagement wirkten sich positiv auf die Verletzungsinzidenz aus. 3) Wenn es darum geht, Verletzungspräventionsprogramme zu erstellen, sollten psychosoziale Interventionen berücksichtigt werden. An vielen der untersuchten Studien wird zudem bemängelt, dass die psychosozialen Faktoren bloss zu einem Messzeitpunkt erhoben wurden.

Pensgaard et al. (2018) konnten beispielsweise den Einfluss von Teammitgliedern oder Coaches als Stressquelle auf erhöhte Verletzungsrisiken bei Elite Fussballspielerinnen nachweisen. In der Studie wurde einerseits der «Life Event Survey for Collegiate Athletes» (Petrie, 1992) und andererseits der «Perceived Motivational Climate in Sport Questionnaire, the Norwegian short version» (Ommundsen et al., 2010) mit sechs Items unterteilt in Selbstbezogenes-Klima und Aufgabenorientiertes-Klima verwendet. Dies war eine der ersten Studien, in der untersucht wurde, wie verschiedene Quellen von wahrgenommenem negativem Stress das Risiko auf Verletzungen erhöhen können. Sie fanden heraus, wer den Coach als Stressquelle angab, hatte ein erhöhtes Risiko sich zu verletzen. Zusammenfassend betonten sie, dass auf eine kontinuierliche und vertrauensvolle Kommunikation zwischen Coach und Athletin respektive Athlet Wert gelegt werden sollte, damit ein sicheres Umfeld für offene Gespräche geschaffen werden kann.

Hamlin et al. (2019) untersuchten in einer Langzeitstudie über vier Jahre Elite Athletinnen und Athleten, die nebst dem Leistungssport gleichzeitig an einer Universität studierten. Das Monitoring umfasste unter anderem die subjektiven Merkmale wie Stimmungszustand, Energiezustand, akademischer Stress, Schlafqualität und -quantität sowie Muskelkater und Trainingsbelastung. Die Resultate zeigten, dass die jungen Athletinnen und Athleten während bestimmter

Zeiten des Jahres wie Saisonvorbereitung und Prüfungszeiten einem erhöhten Risiko für Verletzungen und Krankheiten ausgesetzt waren.

1.4 Belastungsmonitoring im Leistungssport

Viele Erkenntnisse aus der Überwachung von Athletinnen und Athleten stammen laut Bourdon et al. (2017) aus persönlichen Erfahrungen oder anekdotischen Informationen. Es gibt jedoch zahlreiche Gründe, weshalb Trainingsmonitoring im Leistungssport zunehmend an Bedeutung gewinnt (Halson, 2014).

Das Monitoring ist ein wissenschaftlicher Ansatz zum Verständnis von Athletinnen und Athleten, deren Trainingsreaktionen und derer Wettkampfbereitschaft. Zudem gibt es eine Reihe von Vorteilen in Bezug auf die Trainingsplanung sowie Kommunikation und den Beziehungsaufbau zwischen den Coaches, dem Betreuungsteam und den Sportlerinnen und Sportler. Das direkte Feedback der Athletinnen und Athleten durch das Monitoring vermittelt ihnen zudem ein Gefühl von Einbindung in die Entscheidungsprozesse und die Trainingsgestaltung.

Gemäss Kellmann et al. (2018) kann das Monitoring von Trainingsbelastung und Erholung dazu beitragen, die Anpassung einer Athletin oder eines Athleten zu beurteilen und ein entsprechendes Gleichgewicht zwischen Belastung und Erholung zu gewährleisten. Das eigentliche Ziel ist es, die Leistungen durch optimale Trainingssteuerung zu verbessern und das Risiko von NFOR, OTS, Unfällen und/oder Verletzungen zu minimieren. Um dieses Ziel erreichen zu können, ist es wichtig, dass der Prozess der Datenerhebung über die Auswertung und Analyse zur Interpretation bis hin zum Transfer in die Praxis von allen beteiligten Akteurinnen und Akteuren verstanden wird. Abbildung 1 zeigt einen Überblick der verschiedenen Ebenen und Parameter im Leistungssport-Monitoring (Schneider et al., 2020).

Abbildung 1

Übersicht der verschiedene Parameter im Athletenmonitoring



Anmerkung. Athletenmonitoring auf ihre Ebenen unterteilt nach Schneider et al. (2020, S. 19)

Das Trainingsmonitoring sollte sowohl die Bewertung der internen als auch der externen Belastungen beinhalten. Der objektive Messwert der geleisteten Arbeit während dem Training oder eines Wettkampfes wird als externe Trainingsbelastung gewertet. Hingegen wird die interne Belastung als die physiologische Beanspruchung auf eine externe Belastung bezeichnet. Es existieren eine Reihe von Messinstrumenten für das Monitoring der Trainingsbelastung. Zur Quantifizierung der externen Belastungen zählen beispielsweise Leistungsmessgeräte und Zeit-Bewegungsanalysen. Für die Messung der internen Beanspruchung können Daten der Wahrnehmung von Anstrengung, Sauerstoffaufnahme, Herzfrequenzmessungen, Blutlaktat, Fragebögen und Tagebücher, Schlafqualität und -quantität etc. verwendet werden. Eine Abweichung zwischen den internen und externen Belastungswerten kann auf ein Erholungsdefizit hinweisen. Für das Monitoring der internen Beanspruchung gibt es unterschiedliche Messmethoden. Eine weit bekannte und oft verwendete Methode ist die Bewertung der wahrgenommenen Anstrengung «Session Rating of perceived exertion - sRPE». Die von Foster (2001) entwickelte Trainingsbelastungs-Methode errechnet sich durch von der Athletin oder dem Athleten angegebenen Skalenwert 0-10 (0 = Ruhe, 10 = maximale Belastung) multipliziert mit der Belastungseinheit in Minuten. Ähnlich funktioniert das System des Trainingsimpulses «TRIMP», hier wird aus der Trainingsdauer und der maximalen, ruhenden und durchschnittlichen Herzfrequenz während der Trainingseinheit die Trainingsbelastung berechnet (Banister & Calvert, 1980).

Zur Erfassung der internen Beanspruchung gibt es eine Vielzahl an Fragebögen und Trainingstagebücher. Damit kann relativ einfach und kostengünstig die subjektive Wahrnehmung der Athletin oder des Athleten erfasst werden. Ein bekannter Fragebogen ist der «Profile of Mood States questionnaire - POMS», welcher die Empfindungen von Anspannung, Depression, Ärger, Verwirrung, Vitalität und Müdigkeit umfasst (Roos et al., 2013). Es ist wichtig, dass die Häufigkeit der Anwendung sowie die Länge des Fragebogens sorgfältig gewählt werden. Ansonsten kann eine Monotonie auftreten und die Datenqualität könnte durch eine Art Ermüdung leiden (Borresen & Lambert, 2008).

1.4.1 Erholungs-Belastungs-Fragebogen

Im Monitoring wurden verschiedene sportspezifische Messskalen entwickelt, um theoretische Annahmen über psychologische und verhaltensbezogene Faktoren zu erfassen. Der Erholungs-Belastungs-Fragebogen (EBF-Sport) ist gemäss Meeusen et al. (2013) einer der am ausführlichsten untersuchten Messinstrumente.

Beim EBF-Sport handelt es sich um ein multidimensionales Verfahren, welches psychologische, physiologische sowie soziale und verhaltensrelevante Faktoren von Beanspruchung und Erholung eruiert. Der EBF-Sport erfasst die Häufigkeit der aktuellen Stressfaktoren sowie den Erholungszustand der letzten drei Tage und Nächte. Er umfasst sowohl unspezifische als auch sportspezifische Bereiche bezüglich Stress und Erholung. Der Fragebogen enthält 76 Items, die in 7 allgemeine Stressskalen, 5 allgemeine Erholungsskalen, 3 sportartspezifische Stressskalen und 4 sportartspezifische Erholungsskalen unterteilt sind. Dabei wird eine siebenstufige Likert-Skala von «trifft gar nicht zu» bis «trifft voll zu» verwendet. Aus den gesammelten Daten lässt sich ein individuelles Profil über den Verlauf des Erholungs-Belastungszustandes pro Athletin und Athlet erstellen (Kellmann & Kallus, 2001).

Meeusen et al. (2013) sehen im EBF-Sport eine valide Abbildung der Komplexität von Erholung und Beanspruchung, kritisieren jedoch seine Länge für ein regelmässiges Trainingsmonitoring. Für die Sportpraxis muss ein angemessenes Verhältnis zwischen der Erfüllung psychometrischer Voraussetzungen und der Gewährleistung einer Praktikabilität und zeitsparender Anwendung in der Praxis hergestellt werden.

1.4.2. Akutmass und Kurzsкала zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung

Hitzschke et al. (2015) haben das Akutmass zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung (AEB) entwickelt. Das AEB zeichnet sich mit 32 Merkmalen aus, welches ebenfalls eine siebenstufige Likert-Skala von «trifft gar nicht zu» bis «trifft voll zu» verwendet. Verglichen zum

EBF-Sport mit 76 Items weist das AEB eine höhere Erfassungsökonomie bei dennoch hoher inhaltlicher Validität auf. Trotz der beachtlichen Verkleinerung des Fragebogens auf 32 Merkmale, ist das Ausfüllen in der Sportpraxis immer noch relativ hoch. So entwickelten Hitzschke et al. (2015) die Kurzsкала zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung (KEB). Die KEB besteht aus einer Kurzsкала Erholung (körperliche Leistungsfähigkeit, mentale Leistungsfähigkeit, emotionale Ausgeglichenheit, allgemeine Erholung) und einer Kurzsкала Beanspruchung (muskuläre Beanspruchung, Aktivierungsmangel, emotionale Unausgeglichenheit, allgemeine Beanspruchung). Die Ergebnisse der beiden Studien von Hitzschke et al. (2015) konnten mit dem AEB sowie der KEB valide und sensitive Erholungs- und Beanspruchungsverläufe abbilden. Sie zeigten jedoch auch, dass die KEB und das AEB inhaltlich nicht als redundant betrachtet werden können. Somit kann das AEB nicht vollständig durch die KEB ersetzt werden. Die KEB stellt jedoch mit bloss 8 Items ein ökonomisches und praktikables Verfahren für die Sportpraxis dar.

1.4.3 6-Items-Inventory

Horvath und Birrer (2021) fassen aus dem EBF-Sport sowie anderen bekannten Fragebögen Vorteile und Nachteile zusammen. Ihrer Meinung nach sollte eine ideale Selbstbeurteilung folgende Kriterien erfüllen. Der Fragebogen verfolgt das Ziel, physische Merkmale (Müdigkeit und positive Aktivierung) sowie psychische Merkmale (positive und negative Stimmungen) zu umfassen. Es sollten zudem Fragen zur positiven wie negativen Wahrnehmung enthalten sein, beispielsweise fröhliche und traurige Stimmungen, die im gleichen Zeitrahmen in unterschiedlichem Ausmass empfunden werden können. Des Weiteren sollte das Instrument besonders auch für junge Athletinnen und Athleten klar verständlich sein. Schliesslich sollte der Fragebogen so kurz wie möglich sein, damit der Zeitaufwand möglichst minimal bleibt. Basierend auf den genannten Kriterien haben Horvath und Birrer (2021) den «6-Items-Inventory» erstellt. Zudem wurde das Frageformat des häufig verwendeten EBF-Sports mit der Anweisung über das Empfinden in den letzten drei Tage und Nächte zu antworten, übernommen. Um qualitative Messdaten zu erhalten, ist es wichtig, dass die Athletinnen und Athleten angemessen über das Monitoring instruiert werden. Wenn Athletinnen und Athleten ihre Antworten bewusst verfälschen, weil sie annehmen, dass die Wahrheit Einfluss auf wichtige Entscheidungen wie Selektionsprozesse haben könnten, ist es von Bedeutung, ihnen die Funktion und den Nutzen des Monitorings zu erklären. Monitoring erstreckt sich meistens über eine längere Zeitspanne, aus diesem Grund kann die Motivation möglicherweise ein Problem werden. Hier ist es wichtig, dass die Daten regelmässig mit den Athletinnen und Athleten besprochen werden, auch wenn

die Werte unproblematisch scheinen. Schliesslich ist bei der Auswertung der Daten stets ein Quervergleich unerlässlich, falls bei der Erfassung ungewollt falsche Antworten eingetragen wurden. Deshalb sollten die Daten und Resultate stets in einem persönlichen Gespräch diskutiert werden.

1.5 Physiologisches Anforderungsprofil Skilanglauf

Skilanglauf ist bereits seit den ersten Olympischen Winterspielen 1924 in Chamonix, Frankreich, olympisch. Keine andere olympische Ausdauersportart hat sich betreffend Laufgeschwindigkeit derart gesteigert. Gründe dafür sind effektives Training, enorme Verbesserungen im Material sowie die Loipenpräparation (Sandbakk & Holmberg, 2017).

Sandbakk und Holmberg (2017) beschreiben die folgenden physiologischen Leistungsdeterminanten im Elite Skilanglauf als essenziell. Weltklasse Athletinnen und Athleten weisen einige der höchsten $\text{VO}_{2\text{max}}$ Werte im Ausdauerleistungssport auf. Dabei wurden Werte von 80 bis 90 und 70 bis 80 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ für Männer respektive Frauen gemessen. Es wurden absolute Sauerstoffaufnahmewerte von 6,5 und 4,5 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ bei Männern beziehungsweise Frauen untersucht. Bei männlichen Skilanglaufathleten wurden Atemminutenvolumen von $>250 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, Blutvolumina von $>9 \text{ L}$, Herzzeitvolumen von $>40 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ und Schlagvolumina von mehr als 200 ml berichtet. Bei den Athletinnen sind weniger wissenschaftliche Daten vorhanden, bekannt sind Atemminutenvolumen von $180 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$. Die $\text{VO}_{2\text{max}}$ wurde stets in der Skating-Technik erreicht. Die Werte in den anderen Lauftechniken waren jeweils 10 % bis 15 % niedriger. Dies ist auf die geringer involvierte Muskelmasse zurückzuführen. Die Ausnutzung der $\text{VO}_{2\text{max}}$ während der Wettkampfbelastung in unterschiedlichem Terrain zeigt die verbrauchte aerobe Energie und ist im Skilanglauf eine weitere Determinante der Leistung. Die Schwellenleistung ist in Wettkämpfen nicht zwingend eine zuverlässige Angabe. Das ständig wechselnde Gelände und somit unterschiedlichen Lauftechniken, welche verschiedene Arbeitsbelastungen erfordern, führen zu Schwankungen der Arbeitsrate und metabolischen Intensität. Die Definition der fraktionellen Nutzung der $\text{VO}_{2\text{max}}$ im Skilanglauf ist etwas komplexer verglichen mit beispielsweise Laufen oder Radfahren. Da sich die Schwelle zwischen den verschiedenen Techniken sowie zwischen den oberen und unteren Gliedmassen unterscheiden. Die metabolischen Anforderungen an die arbeitende Muskulatur sowie die unterstützenden Organe wie Lunge und das Herz-Kreislauf-System sind enorm hoch. Die Energieverfügbarkeit ist nicht nur in den Distanzrennen, sondern auch in den Sprintdisziplinen von hoher Bedeutung. Kohlenhydrate welche bei intensiver Belastung verbraucht werden sind das Hauptsubstrat. Elite Skilangläuferinnen und Skilangläufer weisen bis zu doppelt so viel Muskelglykogen auf als untrainierte Menschen. Die

anaerobe Leistung, gemessen als maximal akkumuliertes Sauerstoffdefizit (ΣO_2), ist besonders bei Sprint Athletinnen und Athleten eine wichtige Fähigkeit. Die Werte von Elite Skilangläuferinnen respektive Skilangläufer liegen bei 55 bzw. über 70 ml·kg⁻¹. Eine weitere Schlüsseldeterminante für die Leistung ist die Fähigkeit Stoffwechselenergie effizient in Geschwindigkeit umzuwandeln. Eine ökonomische Lauftechnik korreliert direkt mit der Leistung, dies im Sprint als auch in den Distanzrennen. Die Schwierigkeit einer effizienten Lauftechnik ist vermutlich auf die technische Komplexität mit den zahlreichen Freiheitsgraden in Bezug auf das Timing der Krafterzeugung durch die Arme und Beine zurückzuführen. In den Sprintdisziplinen korrelieren die Geschwindigkeit und Maximalkraft mit der Laufleistung. Bei Massenstartrennen ist die Geschwindigkeit absolut zentral, insbesondere bei Geschwindigkeitswechseln während eines Rennens und im Endspurt, wo viele Rennen entschieden werden. Somit hilft eine effiziente Lauftechnik auch bei Ermüdung die Geschwindigkeit hochzuhalten. Die Kraft und Leistung des Oberkörpers wird im Skilanglauf zu einem immer wichtigeren Thema. Ein Großteil der Studien haben sich bisher auf männliche Skilangläufer konzentriert. Es gibt einen Mangel an Daten über die physiologischen Anforderungen von Elite Athletinnen. Bekannt ist, dass Frauen im Allgemeinen kleiner und leichter sind, weniger Muskelmasse aufweisen, einen höheren Körperfettanteil, eine geringere Herzkapazität sowie niedrigere Hämoglobinwerte haben (Losnegard et al., 2013; Sandbakk & Holmberg, 2017).

1.6 Trainingsbelastung und Skilanglauf spezifische Anforderungen

Das Ausdauertraining im Skilanglauf ist Hauptbestandteil des Trainings. Athletinnen und Athleten absolvieren jährlich zwischen 750 und 950 Trainingsstunden, davon umfassen rund 700 bis 850 Stunden das Ausdauertraining. Dieser Umfang wird zu rund 80 % in niedriger Intensität, 4 % bis 5 % in mittlerer und 5 % bis 8 % in hoher Intensität absolviert. 60 % des gesamten Ausdauertrainings wird in der Vorbereitungsphase zwischen Mai und Oktober geleistet, die restlichen 40 % während der Wettkampfphase von November bis April. Das Ausdauertraining in der Vorbereitungsphase wird grundsätzlich in folgenden Formen absolviert: Laufen in unterschiedlichem Gelände, Training auf Rollskis und Radfahren. In der Wettkampfphase wird hingegen vorwiegend auf dem Schnee trainiert. Des Weiteren sind Kraft sowie Schnelligkeit zwei wichtige Trainingsbereiche, in welche vorwiegend in den Vorbereitungsmonaten von Mai bis Oktober je zwischen drei und acht Trainingsstunden pro Monat investiert werden. Gerade die Oberkörperkraft hat in den letzten Jahren immer mehr Priorität erhalten. Sie ist eine entscheidende Leistungsdeterminante, beispielsweise für eine effiziente Skating-Technik oder den Doppelstock-Stoss (Sandbakk & Holmberg, 2017).

Skilanglauf ist eine Outdoor-Wintersportart, welche oft bei sehr kalten Temperaturen ausgeübt wird. An offiziellen Wettkämpfen sind gemäss Regelwerk des Internationalen Skiverbandes, Rennen bloss bis zu einer Temperatur von -20 °C erlaubt. Sandsund et al. (2012) haben in ihrer Studie die Einwirkung von Temperaturen zwischen -14 °C und 20 °C auf den Menschen in einem Skilanglaufanzug bei Laborbedingungen untersucht. Dabei konnten sie feststellen, dass die Leistung in warmen Temperaturen (10 °C bis 20 °C) als auch bei kalten Temperaturen (-14 °C bis -9 °C) reduziert war. Die optimalen Temperaturen für beste Leistungsergebnisse erwiesen sich zwischen -4 °C und 1 °C. Laut Sandbakk und Holmberg (2017) absolvieren skandinavische Elite Skilangläuferinnen und Skilangläufer rund 10 % - 20 % ihres jährlichen Trainingsumfanges in der Höhe (1500 - 3000m). Grosser Vorteil des Höhentrainings ist die Vermehrung der roten Blutkörperchen, welche unter anderem für den Sauerstofftransport im Körper zuständig sind. Die Höhentrainings dienen auch der Vorbereitung für Wettkämpfe in ähnlichen Höhenlagen. Zudem wird auch eine Akklimatisationszeit von fünf oder mehr Tagen empfohlen. Gemäss Svendsen et al. (2016) sind Elite Athletinnen und Athleten neben dem hohen Trainingsumfang weiteren Stressoren solche wie internationalem Reisen, Höhenbelastungen und psychologischem Druck von Wettkämpfen ausgesetzt. In ihrer Studie konnten sie zeigen, dass besonders Flugreisen und Wettkämpfe einen massgeblichen Einfluss auf akute Atemwegs- und Magen-Darm-Symptome haben.

Im psychophysischen Bereich wird in all den genannten Studien erwähnt, dass bisher nicht viele wissenschaftliche Daten vorhanden sind und deshalb weiterführende Untersuchungen von breitem Interesse sind (Sandbakk & Holmberg, 2017; Sandsund et al., 2012; Svendsen et al., 2016).

1.7 Aktueller Stand Monitoring Skilanglauf

Der Internationale Skiverband hat beschlossen, am bestehenden Rennkonzept im Skilanglauf in naher Zukunft nichts zu ändern. Dies bedeutet, dass die Anforderungen im ähnlichen Rahmen bestehen bleiben werden. In den letzten Jahrzehnten wurde im Elite Skilanglauf im Labor an ökonomischen Lauftechniken, Trainingsperiodisierung, Material etc. detailliert untersucht und analysiert. Um noch ein besseres Verständnis für Wettkämpfe und optimales Training zu erhalten, bedarf es an fortschrittlichen Sensortechnologien zur Überwachung von Position, Geschwindigkeit, Kinematik und Kinetik (Sandbakk & Holmberg, 2017).

Sperlich et al. (2020) fassten in ihrem Editorial den aktuellen Stand der tragbaren Monitoring Instrumente zusammen. Es existieren eine Vielzahl an hochentwickelten Sensortechnologien, welche fortlaufend verbessert werden. Jedoch bleibt die Herausforderung eine geeignete Kom-

bination aus physiologischen, psychologischen und biomechanischen Daten erfassen zu können, welche eine relevante und nahtlose Rückmeldung an die Athletinnen und Athleten sowie Coaches liefern kann. Die Frage, ob die tragbaren Monitoring Werkzeuge tatsächlich einen gewinnbringenden Nutzen für das Trainingscontrolling bringen, blieb unbeantwortet.

In der Studie von Solli et al. (2017) wurden Trainingstagebücher, Interviews und Ergebnisse von physiologischen Leistungstests der bisher erfolgreichsten Skilangläuferin minutiös analysiert. In der Untersuchung wurde systematisch nach Anteil der Trainingsform wie Ausdauer, Kraft und Geschwindigkeit, der Trainingsintensität und der Trainingsart wie Rennen, Radfahren, Skilanglaufen, Rollskifahren sowie der Periodisierung ausgewertet. Spezifische Formen wie Höhentherapie und Taperingphasen vor wichtigen Wettkämpfen wurden ebenfalls miteinbezogen. Es wurde lediglich eine Athletin analysiert, die Untersuchung soll jedoch gemäss den Autoren als Grundlage für weitere Studien mit einer höheren Stichprobenanzahl dienen. In der beschriebenen Studie wurde keinen Wert auf die psychischen Facetten der Athletin oder ihres Umfeldes gelegt.

Psychische Einflussfaktoren sind ein wichtiger Bestandteil im Trainingsmonitoring. In der Literatur konnte diesbezüglich jedoch nur wenig gefunden werden. Es wird jedoch mehrfach erwähnt, dass dieses Themengebiet in der Wissenschaft immer mehr Aufmerksamkeit erhält.

Im Leistungssport nutzen Coaches sowie Athletinnen und Athleten heutzutage vermehrt einen wissenschaftlichen Ansatz bei der Gestaltung von Trainingsprogrammen und deren Überwachung (Kellmann et al., 2018). Die Untersuchung von Roos et al. (2013) zeigt, dass für Trainerinnen und Trainer die Dauer und Art des Trainings sowie persönliche Bemerkungen im Trainingstagebuch wichtige Rückmeldungen aus dem Monitoring sind. Sie wünschen sich jedoch ein praktisch anwendbares System, welches objektiv messbare sowie subjektiv wahrgenommene Parameter umfasst, die jeweils die essenziellen Daten in einer individuellen Übersicht präsentieren. Bis heute gibt es jedoch keine einheitliche Gold Standard Methode, welche den aktuellen Zustand einer Athletin oder eines Athleten vollständig wiedergibt. Die physischen Anforderungen sind nicht die einzigen belastenden Faktoren. Eine komplexe Reihe von psychologischen Indikatoren wie übermässige Erwartungen von Coach und Familienmitgliedern, Leistungsdruck, Wettkampfstress, soziales Umfeld, Beziehung zu Familie und Freunden, Monotonie im Training, persönliche als auch emotionale Probleme sowie schulische oder berufliche Anforderungen haben einen grossen Einfluss auf das Wohlbefinden einer Athletin und eines Athleten. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Messinstrumente zu standardisieren, um

mittels regelmässiger Überwachung aus einer Kombination aus Leistung, physiologischen, biochemischen, immunologischen und psychologischen Variablen den Zustand möglichst akkurat zu identifizieren (Meeusen et al., 2013).

Mehrfach wurde der Mangel an empirischen Daten über psychische Faktoren erwähnt. Im Nordeuropäischen Leistungssport wurden in der aktuellen Literatur keine Erkenntnisse zu PSS gefunden. Aus diesem Grund fokussiert sich diese Untersuchung auf die psychosozialen Einflüsse im Leistungssport Skilanglauf.

1.8 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Studie ist es, die Prävalenz und den Einfluss der PSS im Elite Skilanglauf zu untersuchen. Die Erkenntnisse sollen dazu beitragen, die Trainings- und Stressreaktionen besser zu verstehen und entsprechend Risiken für negative Trainingsanpassungen, Krankheit und Verletzungen zu minimieren. Die individuellen Erkenntnisse daraus können die Entscheidungsfindung zwischen Athletin und Athlet und den Coaches hinsichtlich der Belastungssteuerung unterstützen und erleichtern. Zudem sollen die Erkenntnisse auf die wissenschaftlich schwach beleuchtete Thematik der psychosozialen Einflüsse im Leistungssport sensibilisieren. Die erhobenen Daten respektive die Erkenntnisse sollen zudem zu einer Grundlage für weiterführende Studien im Skilanglauf beitragen.

Es wurden folgende konkrete Fragestellungen formuliert:

- I. Welche PSS haben für die Athletinnen und Athleten die grösste Bedeutung?
 - a. Durchschnittlicher Anteil der einzelnen PSS am Total-Stress-Score (TPSS).
 - b. Monatlicher Verlauf des TPSS.
- II. Wie unterscheiden sich die einzelnen PSS und der TPSS bezüglich Geschlecht, Alterskategorie (2 Kategorien U20 vs. Elite) und Saisonverlauf (allgemeine Vorbereitungsphase, spezifische Vorbereitungsphase, Wettkampfphase, Regenerationsphase)?
- III. Welchen Einfluss haben die PSS insgesamt auf die EBF-Bilanz?
 - H₀: Der TPSS hat keinen signifikanten Einfluss auf die EBF-Bilanz.
 - H₁: Der TPSS hat einen signifikanten Einfluss auf die EBF-Bilanz.

2 Methode

2.1 Untersuchungsgruppe

An der Studie haben 25 Skilangläuferinnen und Skilangläufer des Swiss-Ski Kaders teilgenommen (siehe Tabelle 1). Das gesamte Skilanglaufkader der Saison 2020/21 wurde mittels Studieninformation schriftlich kontaktiert. Auf freiwilliger Basis und eigenem Interesse willigten die Athletinnen und Athleten mit ihrer Unterschrift zur Teilnahme ein.

Tabelle 1

Charakterisierung der Probandinnen und Probanden (n = 25)

	ID	Alter [Jahre]	FIS _{Distanz}	FIS _{Sprint}	Kategorie
f	F1	22	44	79	Elite
	F2	19	46	127	C-Kader
	F3	20	98	153	C-Kader
	F4	18	50	109	C-Kader
	F5	19	96	232	C-Kader
	F6	17	77	188	C-Kader
	F7	20	48	139	C-Kader
	F8	20	54	145	C-Kader
	F9	25	52	50	Elite
	F10	22	64	174	C-Kader
	F11	24	44	115	Elite
	F12	25	17	7	Elite
	<i>MW ± SD</i>	21 ± 3	58 ± 22	127 ± 59	
m	M1	18	93	246	C-Kader
	M2	25	31	87	Elite
	M3	19	62	192	C-Kader
	M4	19	53	172	C-Kader
	M5	18	100	267	C-Kader
	M6	30	83	35	Elite
	M7	22	75	35	Elite
	M8	19	86	231	C-Kader
	M9	21	40	77	Elite
	M10	19	59	160	C-Kader
	M11	27	24	80	Elite
	M12	21	60	134	C-Kader
	M13	20	74	54	Elite
	<i>MW ± SD</i>	21 ± 4	65 ± 23	136 ± 78	
Gesamt	<i>MW ± SD</i>	21 ± 3	61 ± 23	132 ± 70	

Anmerkung. f = weiblich, m = männlich, FIS = Fédération Internationale de Ski. Die Punkte stellen die Leistungsergebnisse der Distanz- sowie Sprintwettkämpfe der letzten 12 Monate dar. Je tiefer die Punktzahl desto besser die Rangierung. Die FIS-Punkte stammen aus der 8th Cross-Country List 2020/21 per (30.03.2021). MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung.

2.2 Studiendesign

Während der gesamten Saison 2020/21 haben alle Probandinnen und Probanden von Juni 2020 bis April 2021 den ergänzten «6-Items-Inventory» Fragebogen auf der Webseite von unipark.de (QuestBack GmbH, Köln, Deutschland) durchschnittlich ein bis zwei Mal wöchentlich ausgefüllt. Alle vier bis fünf Wochen erhielten die Athletinnen und Athleten eine auf einer Seite zusammengefasste, persönliche Erholungs-Belastungs-Auswertung. Die Auswertung wurde per Whatsapp Nachricht (WhatsApp LLC, Dublin, Irland) individuell an die Athletinnen und Athleten verschickt. Die Coaches erhielten zeitgleich alle Auswertungen ihrer Trainingsgruppe per E-Mail. Auf diesem Weg wurden auch regelmässig und falls notwendig Erinnerungen versendet. Durch die regelmässige Kontaktaufnahme und Rückmeldung mittels Auswertung waren die Coaches sowie die Probandinnen und Probanden stets über die aktuelle EBF-Bilanz informiert.

2.3 Untersuchungsmethode und Instrumente

In der vorliegenden Studie wurde mittels schriftlicher Befragung eine quantitative Erhebungsmethode angewandt. Zur Datenerhebung wurde eine adaptierte Kurzform des EBF-Sport, angelehnt an das EBF Originalmodell von Kellmann und Kallus (2001), verwendet. Horvath und Birrer (2021) haben den «6-Items-Inventory» Fragebogen erstellt. Dieser wurde bereits mehrfach in der Praxis im Elite Sport angewendet. Im bestehenden Fragebogen wurden für diese Untersuchung die folgenden sieben PSS ergänzt.

1. Leistungsdruck (Sportlicher Leistungsdruck, Wettkampfangst, Selektionsdruck)
2. Schule / Berufslehre / Uni (Stress aufgrund Aus- und Weiterbildung)
3. Familie / Beziehung (Stress im sozialen Umfeld)
4. Team (Schwierigkeiten mit Teammitgliedern / Coach / sportliches Umfeld)
5. Reisen / Jetlag
6. Finanzielle Sorgen
7. Medien (Social Media / Interviews)

Die Stressoren wurden im Fragebogen mit einem Schieberegler von 1 «gar kein Stress» bis 10 «extremer Stress» bewertet.

2.4 Datenauswertung und statistische Analyse

Die Fragebogendaten der Plattform unipark.de (QuestBack GmbH, Köln, Deutschland) wurden als Rohdaten exportiert und in Excel (Microsoft Excel, Microsoft Corporation, Redmond, USA) weiterbearbeitet. In der Excel Datenbank wurden monatlich die Daten gesäubert, auf ihre Richtigkeit geprüft und die standardisierten Auswertungen pro Athletin und Athlet generiert. Zur Berechnung der EBF-Bilanz wurde der totale Beanspruchungswert von den gesamten Erholungswerten subtrahiert. Um den interindividuellen Unterschieden des Fragebogens gerecht zu werden, wurden die Daten mit den individuellen Vorwerten z-transformiert.

- I. Zur Darstellung der Prävalenz der Stressoren wurde die deskriptive Statistik angewendet. Die Daten wurden in grafischer Form aufbereitet, inklusive Angabe des Mittelwertes und der Standardabweichung.
- II. Die Annahme auf Normalverteilung wurde mittels Histogrammen und dem Shapiro-Wilk-Test geprüft. Mit dem Levene-Test wurde die Varianzhomogenität überprüft. Die geschlechts- und kategorienbasierten Differenzen der PSS und TPSS wurden mittels T-Test mit den Faktoren Geschlecht (weiblich und männlich) und Alter (C-Kader und Elite) analysiert.
- III. Mit der einfachen Regressionsanalyse wurde der Einfluss des TPSS auf die EBF-Bilanz untersucht. Vorgängig wurden die Voraussetzungen gemäss Gauss-Markov-Theorem:
1) lineare Datenverteilung: Scatterplot 2) Zufallsstichprobe: erfüllt 3) lineare Unabhängigkeit: keine Korrelation von 1+ / -1 4) Exogenität der unabhängigen Variablen: Regressionskoeffizienten 5) Homoskedastizität: Streudiagramm und Levene-Test 6) normalverteilte Fehlerterme: Shapiro-Wilk-Test geprüft und die Daten z-transformiert.

$$\text{EBF-Bilanz} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{TPSS} + \varepsilon_i$$

Alle statistischen Verfahren wurden mittels RStudio (RStudio, PBC, Boston, Version 1.4.1717) ausgewertet. In RStudio wurden zur Datenanalyse folgende «Packages» geladen: (car, cardata, caret, cowplot, ggplot2, performance, psych, readxl, scales, see, tidyverse).

3 Resultate

Während der Untersuchungsperiode von Juni 2020 bis April 2021 wurden 1485 Datenpunkte gesammelt. Im Durchschnitt wurde der Fragebogen 57.4 ± 32.1 Mal pro Probandin respektive Proband ausgefüllt. Am wenigsten oft wurde der Fragebogen mit 19 Mal und am häufigsten 122 Mal ausgefüllt.

3.1 Prävalenz der einzelnen PSS

Der durchschnittliche TPSS aus einer Skala von 1 - 10 betrug 1.88 ± 0.83 . Der PSS «Leistungsdruck» wurde im Durchschnitt mit 2.70 ± 1.84 am höchsten bewertet. Hingegen der PSS «Medien» mit 1.35 ± 0.91 am tiefsten (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

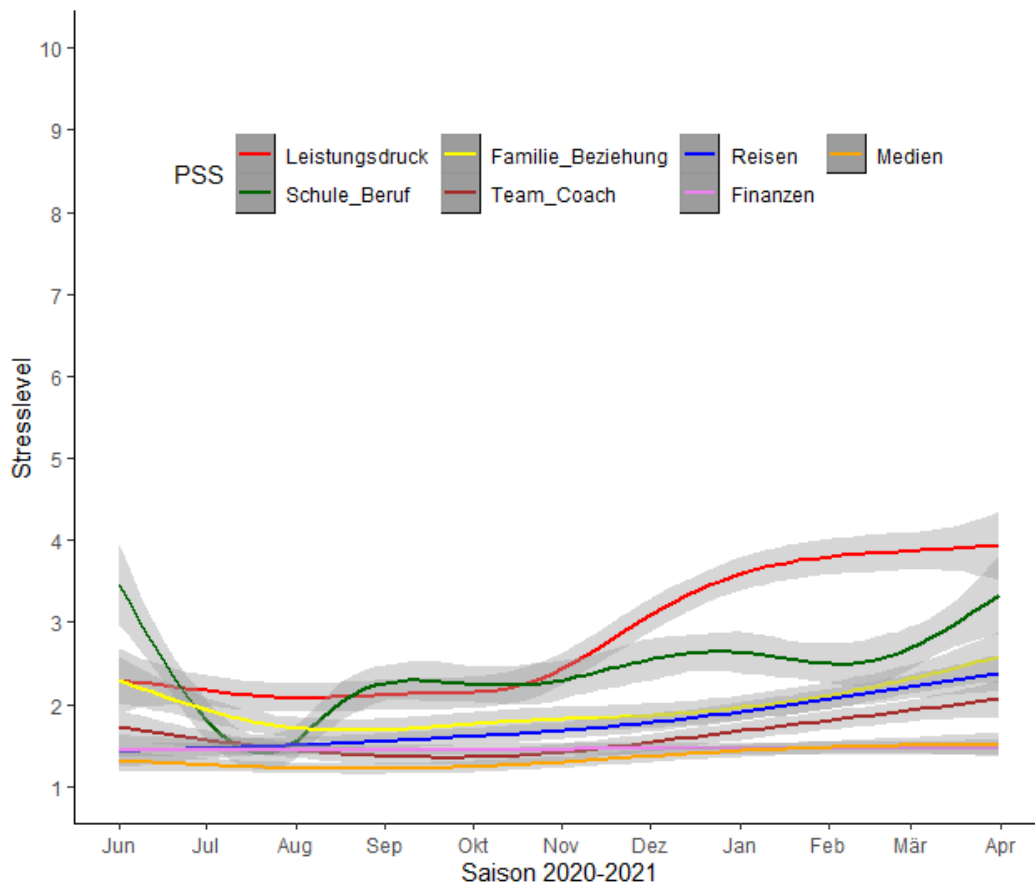
Durchschnitt und prozentualer Anteil der Stressoren

	<i>MW \pm SD</i>	Anteil an TPSS
Leistungsdruck	2.70 ± 1.84	20.45 %
Schule/Beruf	2.38 ± 1.86	18.06 %
Familie/Beziehung	1.97 ± 1.49	14.96 %
Reisen	1.72 ± 1.34	13.05 %
Team/Coach	1.58 ± 1.18	11.94 %
Finanzen	1.47 ± 1.23	11.17 %
Medien	1.35 ± 0.91	10.37 %
TPSS	1.88 ± 0.83	100 %

Anmerkung. Pro psychosozialer Stressor ist der $MW \pm SD$ = Mittelwert \pm Standardabweichung sowie der prozentuale Anteil am Total-Stress-Score (TPSS) aufgelistet.

Abbildung 2

Monatlicher Verlauf der einzelnen psychosozialen Stressoren



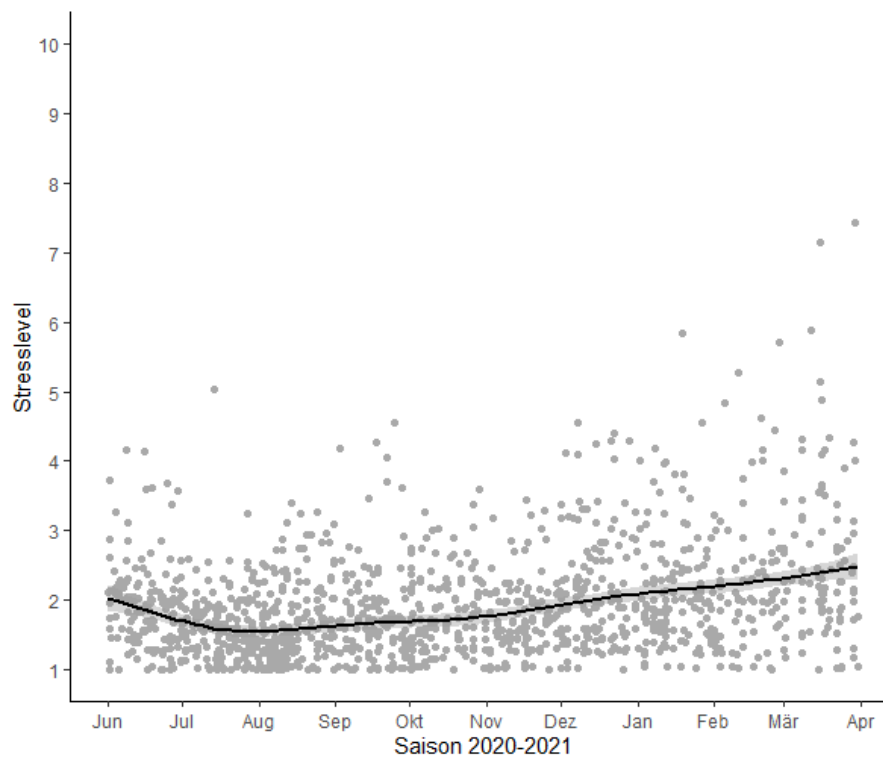
Anmerkung. Verlauf der durchschnittlichen psychosozialen Stressoren aller Probandinnen und Probanden.

Die Resultate zeigten zu Beginn der Messperiode, im Juni und Juli eine leichte Abflachung und ab August stieg das Stresslevel in geringem Masse jedoch stetig an. In der Abbildung 2 sind die sieben PSS einzeln ersichtlich. Dabei zeigten der «Leistungsdruck» sowie «Schule-Beruf» einerseits die beiden höchsten Stresslevels an und andererseits wiesen sie mehr Schwankungen auf als die anderen fünf Stressoren.

In Abbildung 3 ist der durchschnittliche TPSS Verlauf aller Probandinnen und Probanden dargestellt. Die Punkte zeigen die Verteilung der individuellen TPSS Stresslevels. Der TPSS Tiefstwert lag im August bei 1.59 ± 0.57 und der Höchstwert bei 2.48 ± 1.36 im März.

Abbildung 3

Monatlicher Verlauf des Total-Stress-Scores



Anmerkung. Verlauf des durchschnittlichen Totale-Stress-Scores aller Probandinnen und Probanden während der gesamten Untersuchungsperiode.

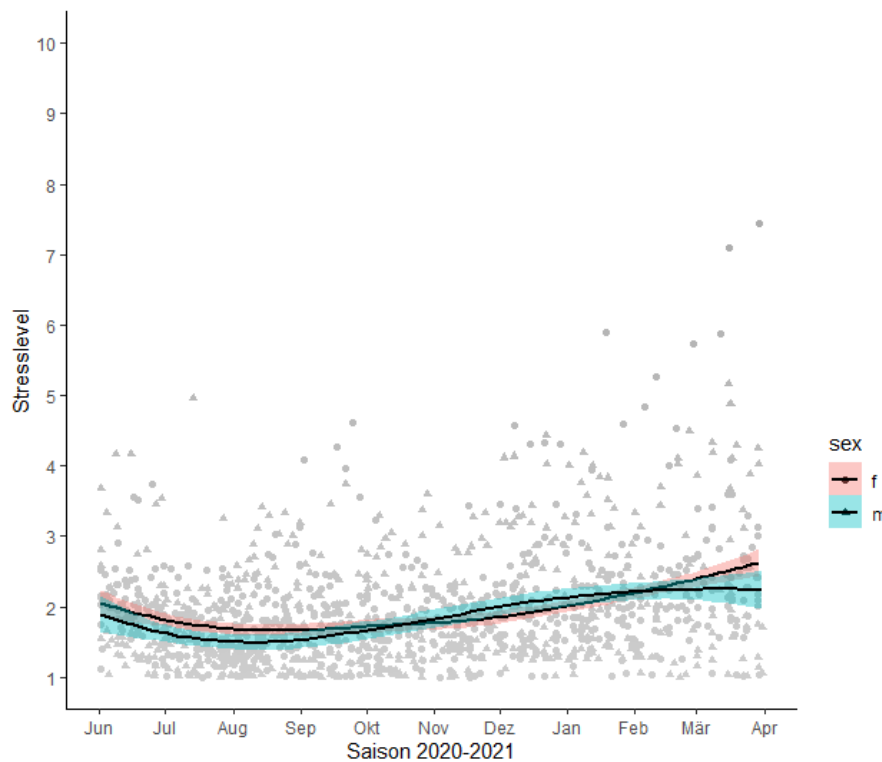
3.2 Unterschied der PSS bezüglich Geschlecht, Alterskategorie und Saisonverlauf

Geschlecht

Der Mittelwertvergleich zwischen den Frauen und Männern wies bei keinem PSS einen signifikanten Unterschied ($p > 0.05$) auf. Der Mittelwert des TPSS lag bei den Probandinnen bei 1.93 ± 0.81 und bei den Probanden bei 1.82 ± 0.88 . Über die gesamte Untersuchungsperiode verhielt sich der TPSS zwischen den Frauen und Männer gleichartig (siehe Abbildung 4). Bezogen auf den Saisonverlauf verhielten sich die einzelnen PSS zwischen den Probandinnen und Probanden homogen. Einzig die PSS «Leistungsdruck» ($p 0.015$) und «Schule-Beruf» ($p 0.026$) wiesen eine tiefere Varianzhomogenität auf (siehe Abbildung 5).

Abbildung 4

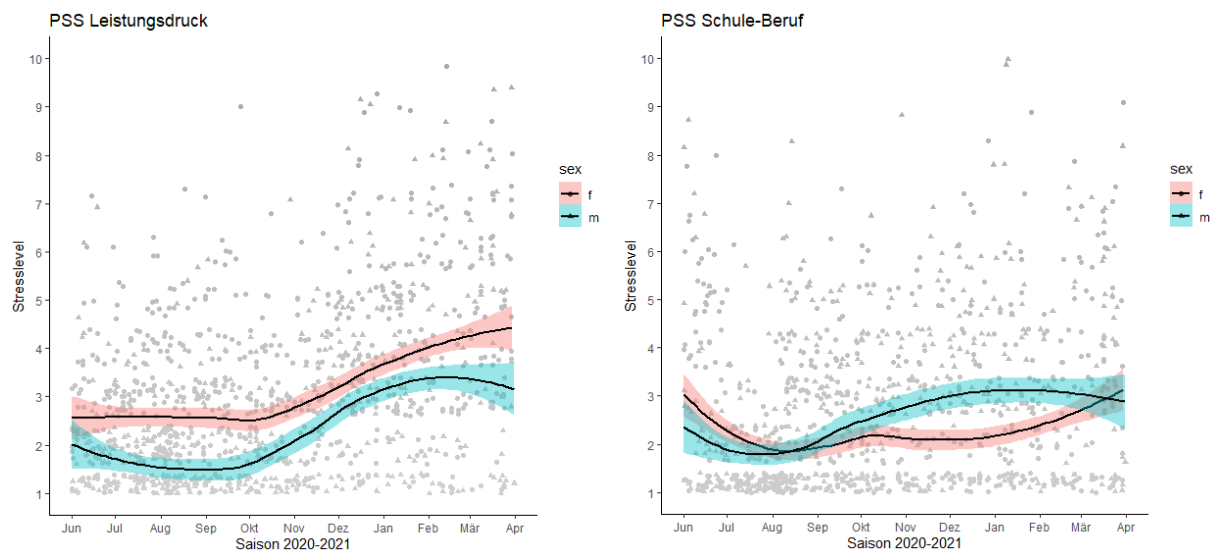
Durchschnittlicher «Total-Stress-Score» Verlauf weiblich und männlich



Anmerkung. Verlauf des durchschnittlichen Total-Stress-Score (TPSS) unterschieden zwischen f = weiblich und m = männlich.

Abbildung 5

Durchschnittlicher Verlauf «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» weiblich und männlich



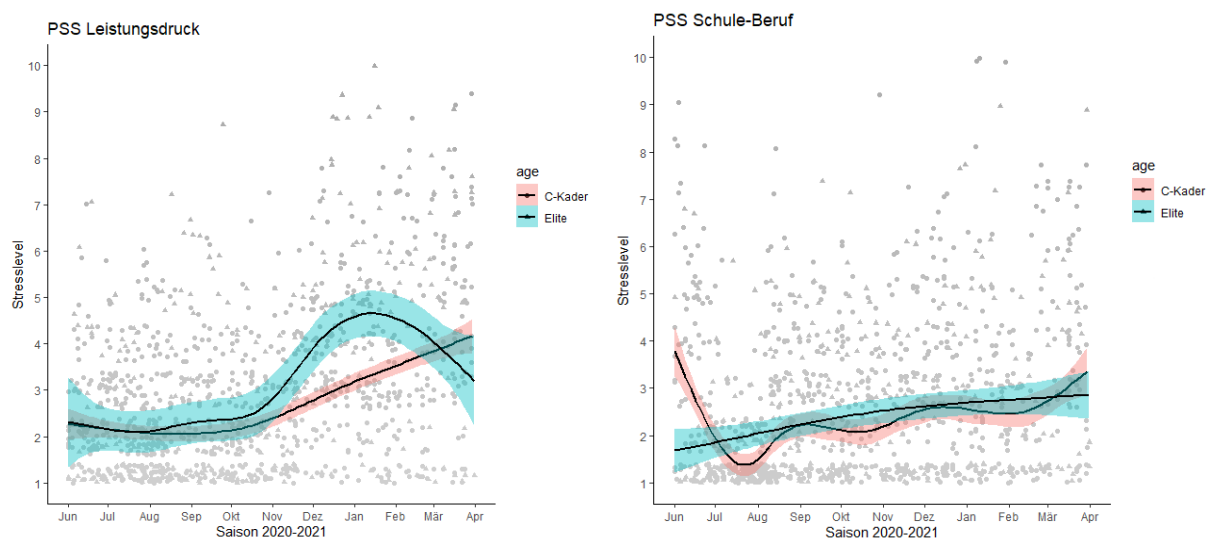
Anmerkung. Verlaufsdurchschnitt der psychosozialen Stressoren (PSS) «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» unterschieden zwischen f = weiblich und m = männlich.

Alterskategorien C-Kader und Elite

In den beiden Alterskategorien C-Kader und Elite zeigten die Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede ($p > 0.05$). Wiederum wiesen die beiden PSS «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» zwar einen homogenen Saisonverlauf auf, zeigten im Vergleich zu den anderen Stressoren jedoch etwas mehr Schwankungen zwischen den beiden Alterskategorien (siehe Abbildung 6). In der Elite-Kategorie erreichte der durchschnittliche Stresswert «Leistungsdruck» mit 4.47 ± 2.71 den Höchstwert im Monat Februar und flachte danach ab. Hingegen im C-Kader lag der Höchstwert des durchschnittlichen Stresswertes mit 4.14 ± 2.15 im Monat März (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6

Durchschnittlicher Verlauf «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» je Alterkategorie



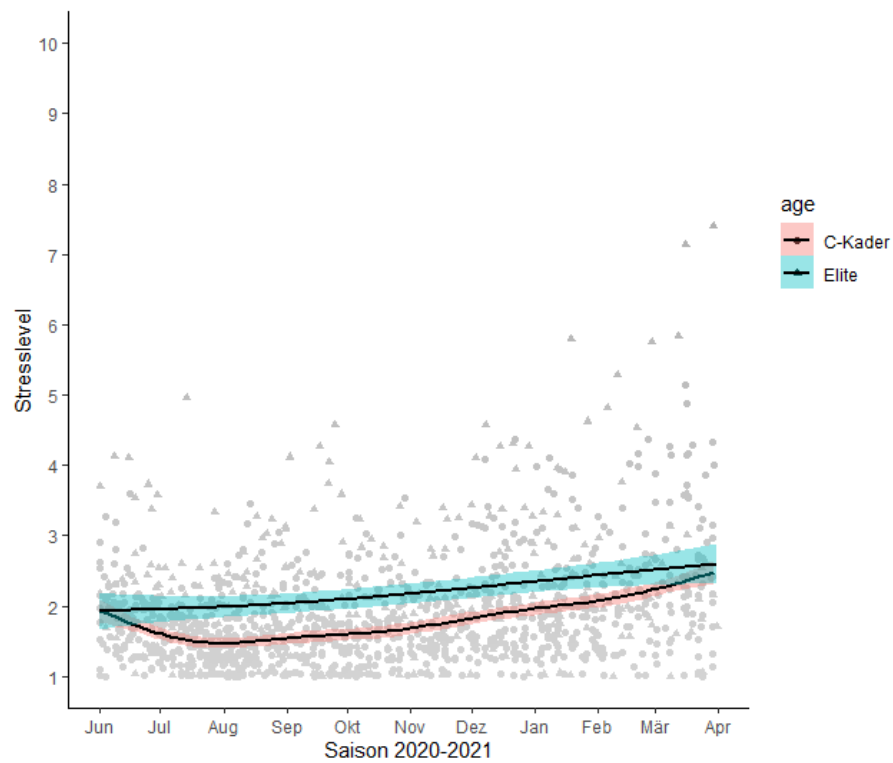
Anmerkung. Verlaufsdurchschnitt des psychosozialen Stressors «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» unterschieden zwischen dem C-Kader und der Elite.

Der PSS «Schule-Beruf» zeigte beim C-Kader ganz zu Beginn der Untersuchungsperiode im Juni mit 3.72 ± 1.22 die höchsten Werte, dagegen die Elite skalierte den Stressor mit 2.85 ± 1.19 ganz zum Schluss der Untersuchung am höchsten (siehe Abbildung 6).

Die restlichen PSS zeigten keine Auffälligkeiten, sie verhielten sich ähnlich wie der TPSS (siehe Abbildung 7). Grundsätzlich lag der Mittelwert des Stresslevels der Elite (2.20 ± 1.12) etwas höher als jenes des C-Kaders (1.78 ± 0.69).

Abbildung 7

Durchschnittlicher «Total-Stress-Score» Verlauf je Alterskategorien



Anmerkung. Verlauf des durchschnittlichen Total-Stress-Score (TPSS) unterschieden zwischen dem C-Kader und der Elite. Homogenitätsvarianz des Medians $p > 0.05$

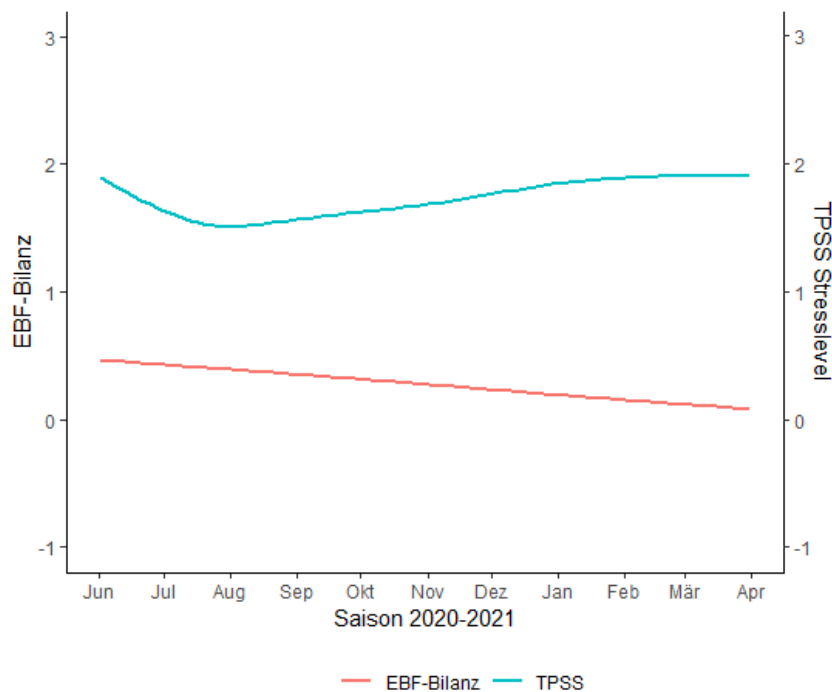
3.3 Einfluss des TPSS auf die EBF-Bilanz

Die Regressionsanalyse des durchschnittlichen TPSS zeigte einen signifikanten Einfluss ($F(1.148) = 20, p < 0.001, r^2 = 0.013$) auf die EBF-Bilanz. Nahm der TPSS um eine Einheit zu, sank die EBF-Bilanz um -0.13 Punkte. 1.3 % der Varianz konnten durch die unabhängige Variable TPSS erklärt werden.

In Abbildung 8 wurden die Saisonverläufe der beiden Werte grafisch abgebildet. Die EBF-Bilanz zeigte eine negative Tendenz, hingegen nahm der TPSS im Verlaufe der Saison zu.

Abbildung 8

Saisonverlauf der «EBF-Bilanz» und des «Total-Stress-Score»



Anmerkung. Durchschnittswert aller Probandinnen und Probanden. TPSS = Total-Stress-Score, EBF-Bilanz = Erholungs-Belastungsfragebogen-Bilanz

4 Diskussion

Ziel dieser wissenschaftlichen Arbeit war es, die Prävalenz sowie den Einfluss der PSS auf die EBF-Bilanz zu untersuchen. Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass der TPSS im Verlaufe der Saison 2020/21 kontinuierlich anstieg. Dabei zeigten die PSS «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» die höchsten Stresswerte auf. Zwischen Frauen und Männern gab es nur minimale Differenzen, hingegen zwischen dem C-Kader und der Elite zeigten sich im «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf» einige interessante Unterschiede in der Verlaufskurve. Zudem konnte der Einfluss des TPSS auf die EBF-Bilanz nachgewiesen werden. In den folgenden Abschnitten werden die präsentierten Resultate interpretiert und mit der Literatur in Verbindung gebracht.

4.1 Prävalenz und Unterschiede der PSS

Über alle PSS hinweggesehen wurden sie tendenziell tief gewertet, wenn beachtet wird, dass die Skala von 1 «gar kein Stress» bis 10 «extremer Stress» reichte (siehe Tabelle 2). Es scheint, wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, als ob die PSS «Finanzen» und «Medien» kaum Stress ausgelöst hätten. Auch die Stressoren «Team-Coach», «Reisen» sowie «Familie-Beziehung» zeigten nur geringe Auffälligkeiten. Dennoch ist zu erwähnen, dass ein kontinuierlicher Anstieg ab November, wo es auf die Wettkampfsaison zu ging, ersichtlich war. Beim Stressor «Familie-Beziehung» lässt sich vermuten, dass während der intensiven Wettkampfsaison nicht viel Zeit für das engere Umfeld blieb. Gerade wenn das vertraute Umfeld nicht in der Nähe ist, werden Teammitglieder und die Coaches zu umso wichtigeren Bezugspersonen (Tranaeus et al., 2018). Der eher tiefe Wert des PSS «Team-Coach» lässt spekulieren, dass innerhalb des Teams sowie das Verhältnis zu den Coaches als positiv gewertet werden kann. Einen ähnlichen Verlauf zeigte der Stressor «Reisen», was durch die An- und Rückreise der Rennen erklärt werden kann (Svendsen et al., 2016). Interessant war der Verlauf des PSS «Schule-Beruf», dieser fiel im Juli und August rapide ab, was auf die Sommerferienzeit zurückschliessen lässt. Gegen Dezember hin und im April, nach einer leichten Abflachung, nahm der Stresswert zu, was möglicherweise auf Prüfungsphasen deuten könnte. So ist womöglich auch der hohe Stresswert zu Beginn der Messperiode im Juni zu erklären. Bei einem Altersdurchschnitt von 21 ± 3 ist zu vermuten, dass viele Probandinnen und Probanden regulär zur Schule gingen oder in einer Ausbildung waren. Auch Hamlin et al. (2019) konnten in ihrer Studie zeigen, dass die jungen Athletinnen und Athleten in den Prüfungszeiten gestresster waren als sonst. Zwischen den Geschlechtern gab es im PSS «Schule-Beruf» den leichten Unterschied, dass die Männer von September bis März

diesen Stressor höher bewerteten als die Frauen (siehe Abbildung 5). Ansonsten war der Verlauf ähnlich. Der höchstgewertete Stressor «Leistungsdruck» verhielt sich angelehnt an die Wettkampfsaison, sprich während der Wettkampfsaison hatte sich der Stresswert verglichen zur Vorbereitungsphase fast verdoppelt (siehe Abbildung 2). Ab November stieg die Kurve steil an und blieb ab Ende Januar konstant hoch. Es scheint, als dass der Leistungsdruck speziell im Leistungssport, in welchem dieser Begriff so zentral ist, tatsächlich die grösste Bedeutung für die Athletinnen und Athleten hat. In der Sportpsychologie ist eine wesentliche Fragestellung, wie Personen mit dem Stress rund um Wettkämpfe umgehen und welche Wirkung der Stress auf die Leistungserbringung hat. Häufig wird das Wort Wettkampfangst verwendet. Im Leistungssport zählt am Ende des Tages die erbrachte Leistung, daran wird gemessen, ob man genügt oder nicht. Da so Vieles vom Erfolg oder eben Misserfolg abhängig gemacht wird, löst der Leistungsdruck derart viel Stress aus (Ehrlenspiel et al., 2018). Grundsätzlich stuften die Frauen den Leistungsdruck etwas höher ein als die Männer (siehe Abbildung 5), der Verlauf während der Untersuchungsperiode war jedoch homogen. Es könnte vermutet werden, dass ein Zusammenhang darin besteht, dass die Frauen eine bessere FIS-Rangierung als die Männer aufwiesen und aus diesem Grund einen höheren Leistungsdruck empfanden. Besonders zu betonen ist der Unterschied zwischen den Alterskategorien C-Kader und Elite (siehe Abbildung 6). Beim C-Kader stieg der Leistungsdruck während der Wettkampfsaison linear an, hingegen bei der Elite war der Höchstwert im Januar und Februar und flachte danach ab. Es ist zu vermuten, dass beim C-Kader der Erhalt oder Aufstieg des Kaderstatus während der gesamten Saison entscheidend war. Waren die Resultate zu Beginn der Wettkampfsaison nicht wie gewünscht, stieg der Druck weiter an, die erforderlichen Leistungen zu erbringen, damit der Kaderstatus gehalten werden konnte. Bei der Elite dagegen schien es, dass Grossanlässe wie etwa Weltmeisterschaften, welche selektionsrelevant sind, den Leistungsdruck in die Höhe schiessen liessen. Sobald diese vorbei waren, nahm der Leistungsdruck wieder ab.

Ergänzend ist zu erwähnen, dass die Elite das Stressniveau des Leistungsdruckes etwas höher als das C-Kader bewertete (siehe Abbildung 7). Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Elite im Vergleich zum C-Kader den Leistungssport hauptberuflich ausübte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der TPSS über alle Probandinnen und Probanden gesehen, im Juni, Juli und August leicht abflachte und danach kontinuierlich anstieg (siehe Abbildung 3). Dies lässt sich durch die Periodisierung der Vorbereitungs- und Wettkampfphase im Skilanglauf erklären. Anders ausgedrückt, je fortgeschrittener der Jahreszyklus desto höher der Stresswert.

4.2 Einfluss der PSS auf die EBF-Bilanz

Die statistische Datenanalyse hat ergeben, dass der TPSS einen signifikanten Einfluss auf die EBF-Bilanz hatte. Somit kann die Hypothese H_0 verworfen und H_1 angenommen werden.

In Abbildung 8 ist klar ersichtlich, dass im Durchschnitt der TPSS während des Jahreszyklus anstieg und die EBF-Bilanz abnahm. Zu beachten ist, dass sich die EBF-Bilanz aus Erholung minus Beanspruchung zusammensetzte. Die PSS waren nicht Bestandteil dieser Bilanz. Der Fragebogen untersuchte die subjektive Wahrnehmung der Athletinnen und Athleten. Die EBF-Bilanz beinhaltet somit bereits psychische Messfaktoren, da es sich um das persönliche Empfinden handelte. Dennoch wäre es interessant zu sehen, wie sich eine EBF-Bilanz über einen ganzen Jahreszyklus gesehen entwickeln würde, wenn die PSS in die EBF-Bilanz miteingerechnet würden. Denn der Bilanzwert soll den Coaches eine möglichst akkurate Aussage zum Zustand ihrer Athletin oder ihres Athleten liefern können.

In der Studie mit dem Swiss-Ski Langlaufkader von Walser (2019) konnte der Einfluss des akuten Training Loads auf das Erholungs-Belastungsempfinden nachgewiesen werden. Es wurde vermutet, dass psychologische und soziale Stressoren ebenfalls Einfluss auf die EBF-Bilanz haben könnten. Dies konnte nun mit der vorliegenden Studie in einem ersten Schritt belegt werden. Die statistischen Datenanalysen zeigten jedoch wie auch jene von Walser (2019) starke individuelle Unterschiede zwischen den Probandinnen und Probanden. Um die einzelnen PSS und deren Einfluss noch besser verstehen zu können, braucht es weiterführende Studien.

4.3 Stärken und Schwächen

Dank der Datenerhebung, während eines ganzen Jahreszyklus von der Vorbereitungs- bis zur Wettkampf- inklusive der Erholungsphase mit vielen Messwiederholungen, konnte ein fundierter Überblick zum Verlauf der PSS sowie des Erholungs-Belastungsempfindens erlangt werden. Zudem konnten erstmals datenbasierte Erkenntnisse, welche Stressoren zu welchem Saisonzeitpunkt relevant sind gewonnen werden. Dies mitunter durch den regelmässigen Kontakt mit den Athletinnen und Athleten respektive Rückmeldungen zu den ausgefüllten Fragebogen während der gesamten Untersuchungsperiode. Horvath und Birrer (2021) beschrieben es als wichtig, dass die Daten stets mit den Athletinnen und Athleten besprochen werden. Hierfür wurden den Coaches monatlich individuelle Auswertungen zugestellt. Es wurde jedoch nicht kontrolliert, ob ein persönliches Gespräch zwischen den beiden Parteien stattgefunden hatte. Auch Pensgaard et al. (2028) betonten, dass die Coaches Priorität auf eine gegenseitig vertrauensvolle Kommunikation legen sollten. Die Athletinnen und Athleten sollten sich wohlfühlen können, damit sie ausdrücken können, wie sie sich fühlen.

Eine Stärke des Studiendesigns zeigte sich im gleichgrossen Anteil an Frauen und Männern. Denn wie beispielsweise Sandbakk und Holmberg (2017) in ihrer Forschungsarbeit beschrieben haben, wurde vorwiegend mit männlichen Probanden geforscht. Somit besteht ein Mangel an Daten über weibliche Probandinnen.

Des Weiteren hätte bei der Datenerhebung auf eine noch bessere Kontinuität beim Ausfüllen des Fragebogens geachtet werden können. Es konnten zwar über 1400 Datenpunkte erhoben werden, dies spricht jedoch auch für eine gewisse Monotonie (Borresen & Lambert, 2008). Der Fragebogen wurde von einigen Probandinnen und Probanden über 100 Mal ausgefüllt. Die Frage bleibt offen, wie gewissenhaft der Fragebogen jeweils ausgefüllt wurde. So auch von Meeusen et al. (2013) beschrieben, dass bei wiederholtem Ausfüllen des gleichen Fragebogens die Fragen willkürlich beantwortet werden könnten und somit zu Resultatverzerrungen führen. Für eine vereinfachtere Einstufung der PSS einerseits für die Probandinnen und Probanden und andererseits für eine aussagekräftigere statistische Analyse hätte womöglich eine kleinere Wertskala geholfen. In anderen Studien wurden beispielsweise Likert-Skalen zwischen vier und acht Punkten verwendet (Hamlin et al., 2019; Pensgaard et al., 2018). Zusätzlich ist anzumerken, dass die Einschätzung des eigenen Stresslevels individuell ausfällt und etwas Persönliches ist. Es bedarf an Selbstreflektion und einer gewissen Reife. Es ist zu vermuten, dass die Probandinnen und Probanden nicht ausreichend über den Fragebogen instruiert wurden. Denn es ist wichtig, ihnen zu erklären, dass es keine richtigen und keine falschen Antworten gibt, die Daten vertraulich behandelt werden und keinerlei Einfluss auf Selektionen haben (Meeusen et al., 2013). Zudem scheint es menschlich zu sein, negative Ereignisse zu verdrängen und einen Stressor bevorzugt tiefer zu bewerten als umgekehrt (Horvath & Birrer, 2021; Meeusen et al., 2013).

Während der Untersuchungsperiode herrschte eine weltweite Pandemie. Wie stark die Probandinnen und Probanden davon beeinflusst wurden, lässt sich nur vermuten. Klar ist jedoch, dass eine derart aussergewöhnliche Situation, wo landesweiter Lockdown, soziale Distanz, geschlossene Schulen, abgesagte Wettkämpfe etc. zur neuen Normalität wurden, für alle äusserst belastend war. Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie sollten unter Berücksichtigung der Pandemie betrachtet werden.

4.4 Ausblick

In der Literatur über Skilanglauf wurde im Themenbereich psychische Stressoren kaum etwas gefunden. Es scheint selbsterklärend, dass wenn sich ein Mensch mehr gestresst fühlt, das

Wohlbefinden abnimmt. Es konnte ein erster Überblick zu den PSS gewonnen werden. Es bedarf jedoch an weiterführenden Studien, um die Thematik noch besser verstehen und vertiefen zu können. In der vorliegenden Arbeit wurden die Daten jeweils auf die ganze Untersuchungsgruppe bezogen, in künftigen Untersuchungen wäre der Fokus auf das Individuum interessant, da die PSS von Person zu Person unterschiedlich war genommen werden.

Coaches wünschen sich ein praktisch anwendbares System, welches den aktuellen Zustand einer Athletin oder eines Athleten wiedergeben kann. An einer solchen Gold Standard Methode muss weiter geforscht werden (Bourdon et al., 2017; Roos et al., 2013). Deshalb soll in künftigen Studien, wobei es um das Thema Wohlbefinden handelt, welches direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Sportlerinnen und Sportler hat, der Fokus vermehrt auch auf die psychischen Einflussfaktoren gelegt werden. Desweiteren wäre die Wahrnehmung aus der Coach Sicht interessant.

Die besten Datenwerte bringen nichts, wenn sie nicht korrekt verstanden und interpretiert werden können. Deshalb ist es wichtig, dass alle Beteiligten den Prozess des Trainingsmonitorings kennen und eine ehrliche und transparente Kommunikation herrscht (Schneider et al., 2020). Nur so kann das eigentliche Ziel der Leistungssteigerung erreicht werden.

5 Schlussfolgerung

Im Verlaufe der Untersuchungsperiode zeigte sich ein klarer Anstieg der Stressoren. Das durchschnittliche Stresslevel verdoppelte sich von der Vorbereitungs- zur Wettkampfphase. Die ansteigende Belastung hat einen negativen Einfluss auf das Erholungs- und Belastungsempfinden der Sportlerinnen und Sportler. Dessen sollten sich die Coaches, Athletinnen und Athleten sowie deren Umfeld bewusst sein. Insbesondere den Stressoren «Leistungsdruck» und «Schule-Beruf», welche am höchsten bewertet wurden, sollte entsprechende Aufmerksamkeit entgegengebracht werden. Die Bewertung der PSS ist etwas Persönliches und Individuelles. Aus diesem Grund wird den Coaches geraten, einen regelmässigen und persönlichen Austausch mit ihren Athletinnen und Athleten zu pflegen. Die gewonnenen Daten und Erkenntnisse aus dem Skilanglauf können die Coaches bei der künftigen Trainingssteuerung unterstützen und helfen ihre Athletinnen und Athleten noch besser verstehen zu können.

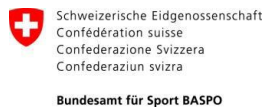
Literatur

- Banister, E. W. & Calvert, T. W. (1980). Planning for future performance: Implications for long term training. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 5(3), 170–176.
- Borresen, J. & Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 16–30. <https://doi.org/10.1123/ijsp.3.1.16>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W. & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(S2), S2–161–S2–170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Ehrlenspiel, F., Geukes, K. & Beckmann, J. (2018). Erholung und Belastung im Leistungssport. In R. Fuchs & M. Gerber (Hrsg.) *Handbuch Stressregulation und Sport* (S. 391–416). Springer.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P. & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109–115.
- Hamlin, J. M., Wilkes, D., Elliot A. C., Lizamore, A. C. & Kathiravel, Y. (2019). Monitoring training loads and perceived stress in young elite university athletes. *Frontiers in Physiology*, 10(34), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00034>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring fatigue and recovery. *Sports Science Exchange*, 27(135), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hitzschke, B., Koelling, S., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M. & Kellmann, M. (2015). Entwicklung der Kurzskala zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport (KEB). *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 22(4), 146–161. <https://doi.org/10.1026/1612-5010/a000150>
- Horvath, S. & Birrer, D. (2021). Monitoring strain and recovery in athletes. Application of a short inventory of perceptual well-being. *Sport & Exercise Medicine Switzerland journal*, 69(2). <https://doi.org/10.34045/SEMS/2021/15>
- Ivarsson, A., Johnson, U., Andersen, M. B., Tranaeus, U., Stenling, A. & Lindwall, M. (2016). Psychosocial factors and sport injuries: Meta-analyses for prediction and prevention. *Sports Med*, 47(2), 353–365.

- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R. & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 13, 240-245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>
- Kellmann, M. & Kallus, W. (2001). *The recovery-stress questionnaire for athletes: user manual*. Champaign: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Kellmann, M., Kölling, S. & Pelka, M. (2018). Erholung und Belastung im Leistungssport. In: R. Fuchs & M. Gerber (Hrsg.) *Handbuch Stressregulation und Sport* (S. 435-450). Springer.
- Losnegard, T., Myklebust, H., Spencer, M. & Hallén, J. (2013) Seasonal variation in VO₂max, O₂-cost, O₂-deficit, and performance in elite cross-country skiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(7), 1780-1790.
[doi: 10.1519/JSC.0b013e31827368f6](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827368f6)
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J. & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the european college of sport science and the american college of sports medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(1), 186-205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Ommundsen, Y., Lemyre, P.-N., Abrahamsen, F. & Roberts, G. C. (2010). Motivational climate, need satisfaction, regulation of motivation and subjective vitality: A study of young soccer players. *International Journal of Sport Psychology*, 41(3), 216–242.
- Petrie, T. A. (1992). Psychosocial antecedents of athletic injury: The effects of life stress and social support on female collegiate gymnasts. *Behavioral medicine*, 18(3), 127-138.
<https://doi.org/10.1080/08964289.1992.9936963>
- Roos, L., Taube, W., Brandt, M., Heyer, L. & Wyss, T. (2013). Monitoring of daily training load and training load responses in endurance sports: What do coaches want? *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 61(4), 30–36.
<https://doi.org/10.24451/arbor.11081>
- Ruchti, E., Röthlin, P., Fankhauser, K., & Birrer, D. (2020). Eine systemisch-lösungsorientierte Intervention zur Förderung der psychischen Gesundheit bei einem Spitzensportler. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 27(3), 106–114.
<https://doi.org/10.1026/1612-5010/a000307>

- Sandbakk, Ø. & Holmberg, H.C. (2017). Physiological capacity and training routines of elite cross-country skiers: Approaching the upper limits of human endurance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1003-1011.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0749>
- Sandsund, M., Saurset, V., Wiggen, Ø., Renberg, J., Færevik, H. & van Beekvelt, M. C. (2012). Effect of ambient temperature on endurance performance while wearing cross-country skiing clothing. *European journal of applied physiology*, 112(12), 3939-3947.
<https://doi.org/10.1007/s00421-012-2373-1>
- Schneider, C., Loch, F. & Rasche, C. (2020). Monitoring – methodische Wege zur täglichen Feinjustierung von Trainings und Erholungssteuerung. In T. Meyer, A. Ferrauti, M. Kellmann & M. Pfeiffer (Hrsg.), *Regenerationsmanagement im Spitzensport (Teil 2)* (1. Aufl., S. 17-26). Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Solli, G. S., Tønnessen, E. & Sandbakk, Ø. (2017). The training characteristics of the world's most successful female cross-country skier. *Frontiers in physiology*, 8, Artikel 1069.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01069>
- Sperlich, B., Aminian, K., Düking, P. & Holmberg, H-C. (2020). Editorial: Wearable sensor technology for monitoring training load and health in the athletic Population. *Frontiers in physiology*, 10, Artikel 1520. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01520>
- Svensen, I. S., Taylor, I. M., Tønnessen, E., Bahr, R. & Gleeson, M. (2016). Training-related and competition-related risk factors for respiratory tract and gastrointestinal infections in elite cross-country skiers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 809-815.
<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095398>
- Tranaeus, U., Ivarsson, A. & Johnson, U. (2018). Stress and injuries in elite sport. *Handbuch Stressregulation und Sport* (S. 451-466). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>
- Walser, N. (2019). *Subjektives vs. objektives Belastungsmonitoring: Einfluss des akuten Trainings Load auf das subjektive Erholungs- Belastungsempfinden im Skilanglauf* [Unveröffentlichte Masterarbeit]. Eidgenössischen Hochschule für Sport Magglingen.
- Weineck, J. (2014). Bedeutung von Erholung und Wiederherstellung. In J. Weineck (Hrsg.), *Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (16. Aufl., S. 955-966). Spitta.
- Williams, J. M. & Andersen, M. B. (1998). Psychosocial antecedents of sport injury: Review and critique of the stress and injury model. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 5–25. <https://doi.org/10.1080/10413209808406375>

Anhang



Information für Athletinnen und Athleten + Einverständniserklärung

Belastungsmonitoring Swiss-Ski Skilanglauf 2020/2021: Psychosoziale Stressoren & die Interaktion zwischen subjektiv und objektiv erfasstem Trainingsload

24.04.2020

Elias Bucher
Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen (EHSM)
Ressort Leistungssport, Sportphysiologie Ausdauer
elias.bucher@baspo.admin.ch

Bundesamt für Sport BASPO
Eidgenössische Hochschule für Sport EHSM
2532 Magglingen

1. Kurzfassung der Studieninformation

Sehr geehrte Athletin, sehr geehrter Athlet,

Wir möchten Dich anfragen, ob Du an einem Forschungsprojekt der Eidgenössischen Hochschule für Sport in Magglingen im Rahmen des Swiss-Ski Belastungsmonitorings der Saison 2020-2021 teilnehmen möchtest. Anbei findest du sämtliche Informationen zu diesem Projekt

1	Titel Belastungsmonitoring Swiss-Ski Skilanglauf 2020/2021: Psychosoziale Stressoren & die Interaktion zwischen subjektiv und objektiv erfasstem Trainingsload
2	Teilprojekt 1 «Psychosoziale Stressoren im Skilanglauf: Identifikation der Prävalenz und Einfluss auf das Erholungs-Belastungsempfinden» Teilprojekt 2 «Bestimmung des Trainingsloads: Evaluation und Interaktion des subjektiv und objektiv erfassten Trainingsloads im Skilanglauf»
3	Ziel der Studie Das Projekt knüpft an der letztjährigen Untersuchung im Rahmen des Belastungsmonitorings des Skilanglaufkaders an. Mit der aktuellen Studie möchten wir die bestehenden Messwerkzeuge, Trainingstagebuch (TTB) und den Erholungs-Beanspruchungsfragebogen (EBF) der Schweizer Langläuferinnen und Langläufer vereinen. Dieser Prozess sollte dazu beitragen, dass wir Trainings- und Stressreaktionen besser verstehen und entsprechend Risiken für negative Trainingsanpassungen, Krankheit und Verletzungen vermeiden können. Die persönlichen Erkenntnisse daraus, können die Entscheidungsfindung zwischen Dir und deiner Trainerin / deinem Trainer hinsichtlich der Belastungssteuerung erleichtern.
4	Was bedeutet die Teilnahme für dich Für die Studie würden wir sowohl deine Trainingstagebuchdaten, als auch EBF-Daten analysieren, welche im Rahmen des Belastungsmonitorings von Swiss-Ski erhoben werden. Es entsteht kein zusätzlicher Aufwand.
5	Nutzen und Risiko Wenn du bei dieser Studie mitmachst, erhältst du eine persönliche Analyse basierend auf den erhobenen Daten für die Saison 2020/2021. Dies beinhaltet Einsicht in die für dich

	relevanten psychosozialen Stressfaktoren sowie der Interaktion zwischen deinem subjektiv und objektiv erfassten Trainingsload.
6	Rechte Du entscheidest frei, ob du an der Studie teilnehmen willst oder nicht. Du kannst jederzeit wieder aus der Studie aussteigen.
7	Vertraulichkeit von Daten Die Verwendung deiner Daten erfolgt in anonymisierter Form und bleibt nur im Rahmen der Studie. Alle Beteiligten unterliegen der Schweigepflicht.
8	Einwilligung: Mit der Unterzeichnung der Einwilligungserklärung akzeptierst du, das vorliegende Dokument gelesen zu haben und die Einverständnis, dass wir deine Trainingstagebuch- und EBF-Daten für die Studie verwenden dürfen.
9	Kontakte Elias Bucher, +41 58 469 89 41, elias.bucher@baspo.admin.ch Dr. Stephan Horvath, +41 58 469 63 30, stephan.horvath@baspo.admin.ch Dr. Thomas Steiner, +41 58 467 63 37, thomas.steiner@baspo.admin.ch Eliane Reusser, +41 76 498 49 83, eliane.reusser@unifr.ch Thibaut Matti, +41 79 375 09 12, thibaut.matti@students.bfh.ch

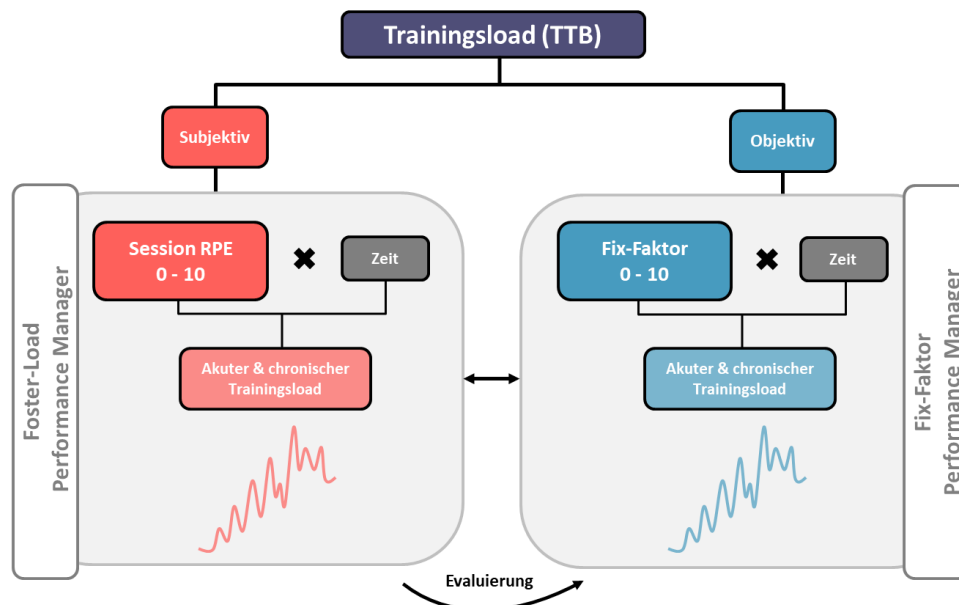
Belastungsmonitoring Swiss-Ski Skilanglauf 2020/2021

Teilprojekt I: «Psychosoziale Stressoren im Skilanglauf: Identifikation der Prävalenz und Einfluss auf das Erholungs-Belastungsempfinden»



Teilprojekt 1. Die Gesamtbelastung einer Athletin / eines Athleten umfasst neben dem Training auch mentale sowie soziale Spannungsfelder. Diese zerran ebenfalls an den persönlichen Energiereserven und sollten bei der Trainingssteuerung berücksichtigt werden.

Teilprojekt II: «Bestimmung des Trainingsloads: Evaluation und Interaktion des subjektiv und objektiv erfassten Trainingsloads im Skilanglauf»



Teilprojekt 2. Die Bestimmung des Trainingsloads erfolgt entweder subjektiv, objektiv oder mit einem Mischmodell. Das Fitness-Fatigue Modell in deinem Trainingstagebuch mit fix zugeordneten Faktoren für Ausdauertrainingsintensität (1-5), Krafttraining und Ausgleichssport soll anhand des subjektiv Beanspruchungsempfinden (Session RPE) evaluiert werden.

2. Langfassung der Studieninformation

Belastungsmonitoring Swiss-Ski Skilanglauf 2020/2021: Psychosoziale Stressoren & die Interaktion zwischen subjektiv und objektiv erfasstem Trainingsload

Im nachfolgenden Text erfährst du Details zum Studienablauf, der Datenbearbeitung und Kontaktpersonen.

1. Auswahl der Personen, die an der Studie teilnehmen können

Skilangläuferinnen und Skilangläufer des Swiss-Ski Langlaufkaders 2020/21.

2. Ziel der Studie

Das Projekt knüpft an der letztjährigen Untersuchung im Rahmen des Belastungsmonitorings des Skilanglaufkaders an. Mit der aktuellen Studie möchten wir die bestehenden Messwerkzeuge, Trainingstagebuch (TTB) und den Erholungs-Beanspruchungsfragebogen (EBF) der Schweizer Langläuferinnen und Langläufer vereinen. Dieser Prozess sollte dazu beitragen, dass wir Trainings- und Stressreaktionen besser verstehen und entsprechend Risiken für negative Trainingsanpassungen, Krankheit und Verletzungen vermeiden können. Die persönlichen Erkenntnisse daraus, können die Entscheidungsfindung zwischen Dir und deiner Trainerin / deinem Trainer hinsichtlich der Belastungssteuerung erleichtern.

3. Allgemeine Informationen zur Studie

Das Projekt knüpft an der vergangenen Untersuchung im Rahmen des Belastungsmonitorings an. Die Anforderungen an Athletinnen und Athleten innerhalb und ausserhalb des Trainingsalltags sind stetig gewachsen. Um in der Funktion als Coach möglichst informierte Entscheide in Bezug auf die Trainingssteuerung zu fällen, werden Stressoren aus Training und Alltag erfasst und im Kontext der Belastungssteuerung interpretiert. Das Belastungsmonitoring der Schweizer Skilangläuferinnen und Skilangläufer umfasst zurzeit verschiedene Instrumente wie Trainingstagebuch (TTB), Erholungs-Beanspruchungs-Kurzfragebogen (EBF) sowie Angaben zur physiologischen Beanspruchung während standardisierter Belastung (NLZ-Statustest). Die Konsolidierung von objektiven und subjektiven Indikatoren zum Trainingsload und psychosozialen Stressoren erscheint sinnvoll, um die komplexe und facettenreiche Interaktion zwischen Erholung und Belastung im Skilanglauf abzubilden. Der Erholungs-Beanspruchungsfragebogen (EBF) ist ein multidimensionales Verfahren welches psychologische sowie physiologische als auch soziale und verhaltensrelevante Aspekte von Beanspruchung und Erholung erfasst. Die

Gesamtbelastung einer Athletin / eines Athleten umfasst nebst dem Training auch mentale sowie soziale Spannungsfelder aus dem Alltag. Diese zerren ebenfalls an den Energiereserven und müssen bei der Trainingsplanung berücksichtigt werden.

- 1) Einerseits wird ein Fokus auf das Aufkommen und die psychosozialen Stressoren wie Leistungsdruck, Familie, Beziehung, Peers, Beziehung zum Coach, Schule / Berufslehre / Uni, Reisen / Jetlag, finanzielle Sorgen etc. gelegt.
- 2) Ein zweiter Fokus wird sein, das Verständnis der aktuellen Messwerte für die Trainingsbelastung zu vertiefen. Die Bestimmung der Trainingsbelastung erfolgt entweder subjektiv, objektiv oder anhand einer Kombination der beiden. Das im TTB integrierte Fitness-Fatigue Modell mit fix zugeordneten Faktoren für Ausdauertrainingsintensität (1-5), Krafttraining und Ausgleichssport soll anhand des subjektiv Beanspruchungsempfinden (Session RPE) evaluiert werden.

4. Ablauf für die Teilnehmenden

In der vorliegenden Studie werden Trainingstagebuch- und EBF-Daten während der Saison 2020/2021 erfasst und analysiert. Nach deinem Einverständnis an der Teilnahme dieser Studie, möchten wir dich bitten, wie gewohnt das offizielle Swiss-Ski Trainingstagebuch zu führen. Zusätzlich möchten wir dich bitten 1-2 Mal pro Woche den online EBF-Fragebogen zu beantworten. Einmal pro Monat werden wir dir deine laufend ausgewerteten Daten in einer Zusammenfassung zustellen. Am Ende der Saison 2020/21 erfolgt dann die saisonübergreifende Analyse.

5. Rechte der Teilnehmenden

Du nimmst nur dann an dieser Studie teil, wenn du es willst. Niemand darf dich dazu in irgendeiner Weise drängen oder dazu überreden. Du musst nicht begründen, warum du nicht mitmachen möchtest. Wenn du dich entscheidest mitzumachen, kannst du diesen Entscheid jederzeit zurücknehmen. Du musst ebenfalls nicht begründen, wenn du aus der Studie aussteigen möchtest. Du darfst jederzeit Fragen zur Studie stellen. Wende dich dazu bitte an die Personen, die am Ende dieser Studieninformation genannt sind.

6. Nutzen für die Teilnehmenden

Wenn du bei dieser Studie mitmachst, erhältst du monatlich eine persönliche Analyse der Interaktion zwischen Trainingsbelastung und Erholungs-/Beanspruchungszustand (EBF). Des Weiteren möchten wir aufzeigen welche psychosozialen Stressoren in welchem Ausmass Ein-

fluss auf deinen Erholungs-/Beanspruchungszustand (EBF) haben. Diese Auswertungen können dir für die laufende Belastungssteuerung dienen, um Stressoren zu identifizieren. Abschliessend erhältst du sämtliche Erkenntnisse der Gruppenauswertung.

7. Risiken und Belastungen für die Teilnehmenden

Risiken bestehen für die Teilnehmenden keine.

8. Ergebnisse aus der Studie

Nach der Erhebung und Auswertung der Daten wirst du über die Ergebnisse der Studie informiert.

9. Vertraulichkeit der Daten

Die Daten können nur innerhalb des Ressort Leistungssport an der Eidgenössischen Hochschule für Sport durch berechtigte Personen eingesehen werden. Alle Personen, die mit der Studie in irgendeiner Weise zu tun haben, müssen absolute Vertraulichkeit wahren. Wir werden deinen Namen nirgends, in keinem Bericht, keiner Publikation, nicht gedruckt und nicht im Internet, veröffentlichen.

10. Finanzierung der Studie

Die Studie wird vollständig vom Bundesamt für Sport BASPO bezahlt.

11. Kontaktpersonen

Bei allen Unklarheiten oder Fragen die während der Studie oder danach auftreten, kannst du dich jederzeit an nachfolgende Kontaktpersonen wenden.

Projektteam



Leiter der Studie:

Elias Bucher

Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen
Ressort Leistungssport, Sportphysiologie Ausdauer

+41 58 469 89 41

+41 79 447 58 24

elias.bucher@baspo.admin.ch



KO-Leiter der Studie:

Dr. Stephan Horvath

Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen
Ressort Leistungssport, Sportpsychologie

+41 58 469 63 30

stephan.horvath@baspo.admin.ch



KO-Leiter der Studie:

Dr. Thomas Steiner

Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen
Ressort Leistungssport, Sportpsychologie

+41 58 467 63 37

thomas.steiner@baspo.admin.ch



Studienassistentin:

Eliane Reusser

Universität Fribourg / EHSM

+41 76 498 49 83

eliane.reusser@unifr.ch



Studienassistent:

Thibaut Matti

Eidgenössische Hochschule für Sport Magglingen



+41 79 375 09 12

thibaut.matti@students.bfh.ch

Einwilligungserklärung

Schriftliche Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie

- Bitte lies dieses Formular sorgfältig durch.
- Bitte frag dich, wenn du etwas nicht verstehen oder wissen möchtest.

Titel der Studie:	Belastungsmonitoring Swiss-Ski Skilanglauf 2020/2021: Psychosoziale Stressoren & die Interaktion zwischen subjektiv und objektiv erfasstem Trainingsload
Verantwortliche Institution:	Bundesamt für Sport BASPO Eidgenössische Hochschule für Sport (EHSM) Hauptstrasse 247, 2532 Magglingen
Ort der Durchführung:	Magglingen
Leiter der Studie	Bucher Elias OE Sportphysiologie Ausdauer
Teilnehmerin/Teilnehmer Name und Vorname in Druckbuchstaben:	 <input type="checkbox"/> ♀ <input type="checkbox"/> ♂
Geburtsdatum:	

- Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind mir zufriedenstellend beantwortet worden. Ich akzeptiere den Inhalt der zur oben genannten Studie abgegebenen schriftlichen Studieninformation.
- Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen, ohne dass ich deswegen Nachteile erleide.
- Ich hatte genügend Zeit, meine Entscheidung zu treffen.
- Ich weiss, dass meine persönlichen Daten nur in anonymisierter Form zu Forschungszwecken weiterverwendet werden können.



Ort, Datum	Unterschrift Studienteilnehmerin/Studienteilnehmer
------------	--

Bestätigung des Studienleiters: Hiermit bestätige ich, dass ich dieser Teilnehmerin/diesem Teilnehmer Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie erläutert habe. Sollte ich zu irgendeinem Zeitpunkt während der Durchführung der Studie von Aspekten erfahren, welche die Bereitschaft der Teilnehmerin/des Teilnehmers zur Teilnahme an der Studie beeinflussen könnte, werde ich sie/ihn umgehenden darüber informieren.

Ort Datum	Unterschrift des Studienleiters
-----------	---------------------------------