

Abschlussbericht Projekt ISPA

→ (inkl. Erweiterungsmodule ATA & ISPA_{Imaging})

1. Projekttitle

Injury Screening and Prevention - Alpine Skiing (kurz: ISPA)

2. Projektziele (gemäss den Anträgen an die Stiftungen Passion Schneesport & SFSS vom 27.05.2016, sowie die Balgrist Stiftung vom 22.09.16)

- **Epidemiologie:** Systematische Erfassung von Verletzungen, Überlastungsschäden und muskuloskelettalen Beschwerden im Nachwuchsskirennsport.
- **Ätiologie:** Erforschung der Ursachen der erfassten Verletzungen und Überlastungsschäden, sowie Klärung des Zusammenhangs mit späteren muskuloskelettalen Beschwerden.
- **Früherkennung:** Entwicklung aussagekräftiger Screening-Tests zur Früherkennung von erhöhtem Risiko späterer Verletzungen, Überlastungsschäden und muskuloskelettaler Beschwerden.
- **Prävention:** Erarbeitung einer evidenzbasierten, nationalen Präventionsstrategie „Swiss-Ski“ mit Fokus Nachwuchsskirennsport.

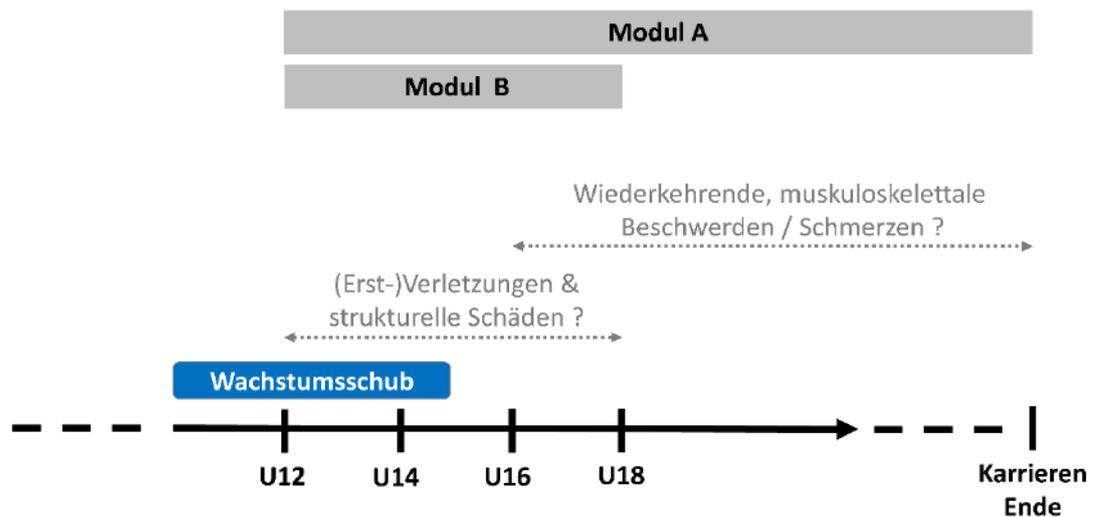
3. Initialer Projektbeschreibung (gemäss den Anträgen an die Stiftungen Passion Schneesport & SFSS vom 22.05.2016, sowie die Balgrist Stiftung vom 22.09.16)

3.1 Projekthintergrund

Ski Alpin ist eine Sportart mit einem relativ hohen Verletzungsrisiko. Aus einer aktuellen Pilot-Studie der Projektinitianten geht hervor, dass beinahe 60% aller Swiss-Ski Athleten bereits in einer frühen Phase ihrer Karriere eine schwere Knieverletzung erleiden. Solche Verletzungen führen fast immer zu einer mehrmonatigen Verletzungspause und leistungsreduzierenden muskuloskelettalen Beschwerden im weiteren Karrieren-Verlauf. Zudem leiden mehr als 20% der Swiss-Ski Athleten an wiederkehrenden Überlastungsbeschwerden im Bereich des Rückens, welche mit grösster Wahrscheinlichkeit auf strukturelle Überlastungsschäden an der Wirbelsäule im Jugendalter zurückzuführen sind. Deshalb kommt einer gezielten Verletzungs-Prävention im Nachwuchsbereich eine besondere Bedeutung zu. Wesentliche Voraussetzungen hierfür sind jedoch fundierte Kenntnisse hinsichtlich der Epidemiologie und Ätiologie solcher Verletzungen, Schäden und Beschwerden, sowie die Entwicklung verlässlicher Tests zur Früherkennung von erhöhtem Risiko.

3.2 Projektmodule

Das geplante Projekt besteht aus zwei Modulen (d.h. zwei wissenschaftlichen Studien), die parallel zu einander durchgeführt werden, und die dem Erreichen der vier zuvor genannten Projektziele dienen sollen:



- **Modul A (Epidemiologie – „alle Stufen“):** Deskriptive epidemiologische Studie über drei Jahre. Während der gesamten Projektdauer sollen Verletzungen und muskuloskelettale Beschwerden auf allen Stufen des Swiss-Ski Nachwuchsfördersystems (d.h. von RLZ bis zur Elite) mittels gängiger wissenschaftlicher Methoden erfasst und eine entsprechende „Verletzten“-Datenbank aufgebaut werden. Eine solche Datenbank ist ein wichtiges Kontroll-Instrument zur Evaluierung spezifischer Trainingsvorgaben und/oder Präventionsstrategien (Interventionen) und ist somit Grundvoraussetzung für das Erreichen der in Modul B verfolgten Projektziele. Bei positiver Zwischenevaluierung des Projekts nach drei Jahren wird eine unbefristete Weiterführung von Modul A angestrebt.
- **Modul B (Epidemiologie, Ätiologie, Risikofrüherkennung und Prävention – „Nachwuchs“):** Prospektive Kohorten-Studie mit 3-Jahres Follow-up. In einer Eingangserhebung sollen alle U12/U13/U14/U15 Athletinnen und Athleten die in einem Nachwuchsfördersystem von Swiss-Ski erfasst sind hinsichtlich verschiedener medizinischer, physiologischer, biomechanischer und psychologischer Parameter getestet werden. Bis zur Vollendung der U16 Stufe bzw. während eines vorläufig befristeten Zeitraums von max. drei Jahren werden sämtliche Verletzungen und Überlastungsbeschwerden dieser Kohorten systematisch erfasst. Zudem werden alle in der Studie involvierten Athleten jeweils nach einem - und gegebenenfalls nach zwei und drei Jahren - hinsichtlich erster struktureller Schädigungen an Knie und Wirbelsäule untersucht. Bis zum vorläufigen Projektende nach drei Jahren wird jedes Jahr eine neue U12 Kohorte in die Studie mitaufgenommen. Basierend auf den bis dahin erhobenen Daten, sollen mögliche Ursachen der auftretenden Verletzungen, Schäden und Beschwerden erforscht, sowie die Vorhersage-Validität der bei der Eingangserhebung erfassten Prädiktoren geprüft werden. Sobald sich erste Hinweise auf mögliche Verletzungsursachen ergeben, soll zudem die Verwendung eines Ätiologie-basierten Interventionsdesigns in Betracht gezogen werden. Bei positiver Zwischenevaluierung des Projekts nach drei Jahren wird die Fortführung der in Modul B beschriebenen prospektiven Studie angestrebt.

3.3 Zeitplanung

Start Projekt	01. Januar 2017
Vorbereitungsphase	01. Januar 2017 – 31. April 2017 (Eigene Mittel)
Durchführungs-/Auswertungsphase	01. Mai 2017 – 31. April 2020 (durch beantragtes Budget zu decken)
Ende Projekt	31. April 2020

3.4 Finanzierung

Die Basisfinanzierung des ISPA Projekts wurde wie folgt getragen:

Stiftung Passion Schneesport



Stiftung zur Förderung des alpinen Skisportes in der Schweiz (SFSS)



Balgrist Stiftung



Swiss-Ski



4. Nachträgliche Projekterweiterungen

4.1 Erweiterungsmodul "ATA" (gemäss Antrag an die Dr. Heinz Grütter Jundt-Stiftung vom 23.05.2018)

Zielsetzung

Nachhaltige Unterstützung der Athletenentwicklung und effiziente Ausschöpfung des Athletenpotentials durch bestmöglich sportmedizinische Betreuung der Athleten bei Swiss-Ski.

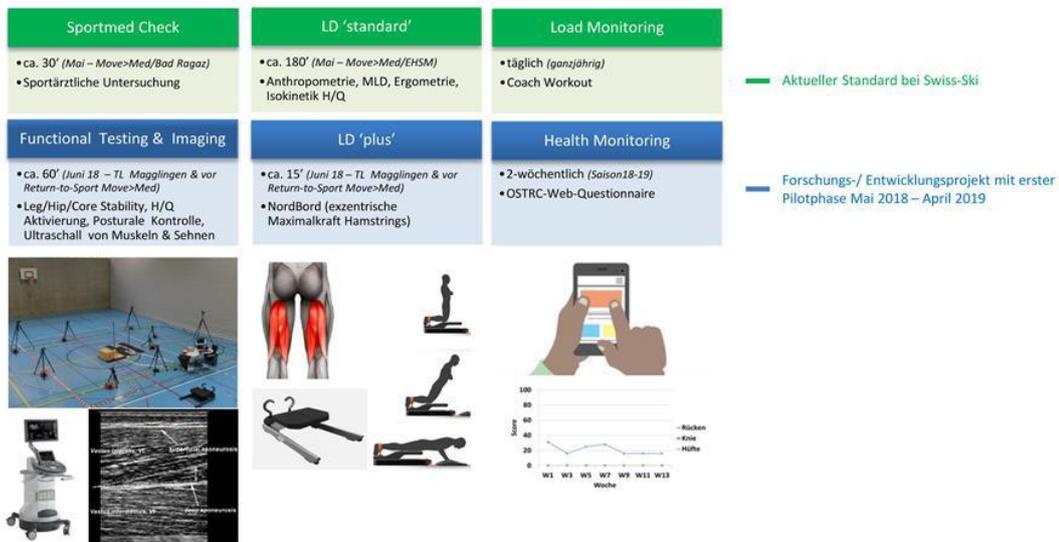
Hintergrund/Inhalt

Aufgrund der erfreulichen Zwischenerfolge und der ausgezeichneten Resonanz des ISPA-Projekts, sollen auf Wunsch und Initiative von Stéphane Cattin (Direktor Ski Alpin, Swiss-Ski) die zuvor genannten Screening-Tests im Rahmen einer zusätzlichen Projekterweiterung auf alle Stufen der Swiss-Ski Kader Ski Alpin transferiert und in das Gesamtkonzept der Leistungsdiagnostik eingebunden werden. Auf diese Weise soll es gelingen, einen durchgehend roten Faden in der sportmedizinischen Betreuung und Verletzungsprävention von Nachwuchs bis Elite zu gewährleisten und das Athletenpotential im Bereich Ski Alpin nachhaltig und bestmöglich auszuschöpfen. Ein solche Projekterweiterung, genannt „Athlete Tracking – Alpine Skiing (kurz: ATA)“, ist demnach als sinnvolle Ergänzung des bereits von der Stiftung unterstützten

Projekts „Injury Screening and Prevention – Alpine Skiing“ (kurz: ISPA) zu verstehen und Gegenstand des vorliegenden Antrags.

Im Rahmen der sportmedizinischen Betreuung bei Swiss-Ski sind aktuell folgende Module Standard: Sportmedizinischer Gesundheitscheck, klassische Leistungsdiagnostik (LD) und Load Monitoring (d.h. das Führen eines Trainingstagebuchs). Basierend darauf lassen sich primär folgende trainings-relevanten Fragen beantworten: „Bin ich gesund/verletzt? Kann ich trainieren?“; „Wie fit bin ich?“; Was und wie viel habe ich trainiert? Habe ich die Vorgaben erreicht?“; und „Konnte ich meine Leistungsfähigkeit steigern?“.

Was sich allerdings aktuell oft nur spekulativ beantworten lässt sind gesundheitsrelevante Fragen wie: „Habe ich verletzungs-relevante, körperliche Defizite?“; „Habe ich Frühstadien von Überlastungsschäden auf die ich ein besonderes Augenmerk sollte?“; „Wann ist der richtige Zeitpunkt um nach einer Verletzung sicher in den Sport zurückkehren zu können? Gibt es hierzu objektive Kriterien?“ – also Fragen betreffend gezielter Verletzungsprävention und individualisierter Rehabilitation. Diese Lücke soll im Rahmen der vorliegenden Projekterweiterung (ATA) und den geplanten zusätzlichen Modulen „Functional Testing & Imaging“, „Leistungsdiagnostik ‚plus‘“ und „Health Monitoring“ geschlossen werden.



Alle Athleten sollen im Zuge einer jährlichen ca. 60‘ dauernden Testung hinsichtlich verletzungs-relevanter körperlicher Defizite (d.h. betreffend Haltung, Bewegungskontrolle, Kraft und Aktivierungsmuster der Bein-Muskulatur), sowie morphologischer Merkmale von Muskeln und Sehnen untersucht werden. Dabei kommen nicht-invasive Messsysteme zur Bewegungsanalyse, sowie ein mobiles Ultraschallgerät und gegebenenfalls Magnetic Resonance Imaging (MRI) zum Einsatz. Dazwischen werden die Athleten gebeten, im 2-Wochen-Rhythmus einen kurzen Web-basierten Fragebogen (ca. 1-5‘) bezüglich Ihrer aktuellen gesundheitlichen Probleme zu beantworten. Im Falle einer schwerwiegenden Verletzung mit nachfolgender Rehabilitation, würden die betroffenen Athleten zudem kurz vor dem Wiedereinstieg in Training und Wettkampf anhand desselben Messprotokolls noch einmal beurteilt, bevor die definitive „Return-to-Sport“ Entscheidung gefällt wird.

Zusatzfinanzierung

Stiftung zur Förderung des alpinen Skisportes in der Schweiz (SFSS):



Swiss-Ski



4.2 Erweiterungsmodul "ISPA_{Imaging}" als Teil des Projekts "US/SWE_{Method}" (sinngemäss zum Antrag an die Balgrist Stiftung vom 17.04.2019)

Zielsetzung (Teil " ISPA_{Imaging} ")

Einsatz bildgebender Verfahren zur Früherkennung von Überlastungsbeschwerden im Knie und Rücken (ISPA Kohorte).

Hintergrund/Inhalt

Querschnittsstudie zur Klärung der Prävalenz von Überlastungsverletzungen an Knie (Studie 1 des Antrags zum Projekt "US/SWE_{Method}") und Rücken (Studie 4 des Antrags zum Projekt "US/SWE_{Method}") bei Nachwuchsskirennfahrern, sowie des Zusammenhangs mit möglichen Risikofaktoren. Die Datenerfassung erfolgt via Oslo Trauma Research Center (OSTRC)-Fragebogen und MRI.

Zusatzfinanzierung

Balgrist Stiftung



(= Finanzierung des gesamten Projekts "US/SWE_{Method}"), wobei dessen Studien 1 auch 4 gleichzeitig auch Wissen im Zusammenhang mit dem Projekt ISPA generiert haben.

5. Zusammenfassung der wichtigsten Projektaktivitäten

5.1 Ausarbeitung Studienprotokolle / Ethikantrag

- Das ISPA Projekt und seine Erweiterungsmodule basieren auf folgenden von der KEK Zürich bewilligten Studienprotokoll-Versionen:
 - Beobachtungsstudie BASEC-NR. 2017-01395 (**Beilage 1**)
 - Klinischer Versuch BASEC-NR. 2018-01807 (**Beilage 2**)
- Zudem liegt für die Studie: „*The athletes’, coaches’ and team supporters’ knowledge and understanding of the management of sports-related injuries in alpine ski racing – A qualitative interview study*“ eine Unbedenklichkeitserklärung der KEK Zürich vor (BASEC-NR. 2017-00593).

5.2 Rekrutierung und Führung Studienteam / Supervision Wissenschaftliche Arbeiten / Aufbau Methodenkompetenz

Neben der permanenten Projektleitung von PD Dr. Jörg Spörri wurde das Projektteam je nach Projektphase bedarfsorientiert zusammengestellt. Folgende Personen waren direkt in das gesamte bzw. Teilaspekte des ISPA Projekts und/oder seiner Erweiterungsmodule involviert:

▪ **Ärzte:**

Gesamtes Projekt:

Dr. med. Walter O Frey (*Co-Chefarzt UZePs, Universitätsklinik Balgrist*)

Dr. med. Stefan Fröhlich (*Oberarzt UZePS, Universitätsklinik Balgrist*)

Teilaspekte:

Prof. Dr. med. Mazda Farshad (*Chefarzt Orthopädie und Medizinischer Spitaldirektor*)

Prof. em. Dr. med Christian Gerber (*ehem. Chefarzt Orthopädie und Medizinischer Spitaldirektor*)

PD Dr. med. Sandro F Fucentese (*Leitender Arzt Kniechirurgie, Universitätsklinik Balgrist*)

PD Dr. med. Reto Sutter (*Chefarzt Radiologie, Universitätsklinik Balgrist*)

Dr. med. Christoph Stern (*Research Fellow Radiologie, Universitätsklinik Balgrist*)

▪ **Wissenschaftler:**

Gesamtes Projekt:

Prof. Jess Snedeker (*Professor für Orthopädische Biomechanik, ETH Zürich & Universitätsklinik Balgrist*)

Dr. Martino Franchi (*ehem. Postdoc Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Lynn Ellenberger (*Doktorandin Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Regula Schüpbach (*Research Assistant UCAR, Universitätsklinik Balgrist*)

Teilaspekte:

Dr. med. Afsaneh S Cherati (*Research Internship Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Felix Oberle (*ehem. Research Assistant Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Daniel Fitze (*ehem. Research Assistant Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Loris Peterhans (*ehem. Research Assistant Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

Tobias Götschi (*Doktorand Orthopädische Biomechanik, ETH Zürich & Universitätsklinik Balgrist*)

Dr. Gerda Strutzenberger (*Postdoc Forschung Sportmedizin, Universitätsklinik Balgrist*)

▪ **Experten aus der Sportpraxis und Physiotherapie:**

Björn Bruhin (*Swiss-Ski*)

Marie Javet (*Swiss-Ski*)

Serge Allemand (*Swiss-Ski*)

Jan Seiler (*ehem. Swiss-Ski*)

Ruben Bemelmans (*SSGD Davos*)

div. Stakeholder (*RLZs/NLZs/Schulen/Swiss-Ski*)

▪ **Themenspezifische Externe Forschungskollaborationen:**

Prof. Walter Karlen (*Professor für Mobile Health, ETH Zürich*)

Prof. Daniel Hahn (*Professor für Bewegungswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum*)

PD Dr. Silvio Lorenzetti (*ehem. Senior Researcher, ETH Zürich*)

Dr. Brent Raiteri (*Postdoc, Ruhr-Universität Bochum*)

Dr. Michael Romann (*Leiter Trainingswissenschaften, BASPO*)

Patrick Schwab (*Doktorand für Mobile Health, ETH Zürich*)

Anita Meinke (*Doktorandin für Mobile Health, ETH Zürich*)

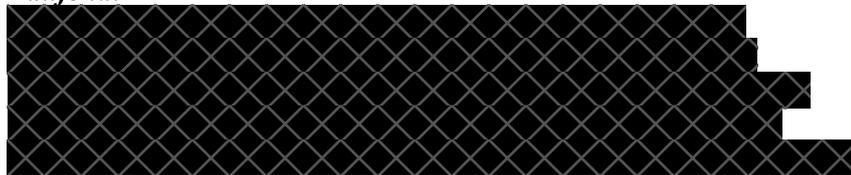
Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurden im Sinne der Erfüllung des Projektauftrags folgende studentischen Arbeiten und Forschungspraktika von Projektleiter PD Dr. Jörg Spörri betreut.

▪ **Studentische Arbeiten / Dissertationen/ Habilitationen:**

Abgeschlossen:

Natalie Maxwell (*Thesis, MSc Sports Injury Management, University of Brighton*)
 Nicole Schulz (*Thesis, MSc Health Sciences and Technology, ETH Zürich*)
 Julia Jermann (*Thesis, MSc Health Sciences and Technology, ETH Zürich*)
 Thierry Schoeb (*Thesis, Master of Medicine, Universität Zürich*)
 Jonas Hanimann (*Thesis, MSc Health Sciences and Technology, ETH Zürich*)
 Moritz Helbling (*Thesis, Master of Medicine, Universität Zürich*)
 Loris Peterhans (*Dissertation, Doctor of Medicine, Universität Zürich*)
 Nadine Engeler (*Thesis, BSc Sports, Motion and Health, Universität Basel*)
 Simon Huser (*Thesis, MSc Health Sciences and Technology, ETH Zürich*)
 Selina Casutt (*Thesis, MSc Health Sciences and Technology, ETH Zürich*)

Laufend:



Studentische Forschungspraktika:

Abgeschlossen:

Anja Duss (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Nadine Engeler (*University of Basel, 2 months*)
 Julia Jermann (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Jonas Hanimann (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Tim Oechsle (*ZHAW Zürich, 7 Monate*)
 Andrea Nüesch (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Selina Casutt (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Nicole Schulz (*D-HEST, ETH Zürich, 3 Monate*)
 Kirsten Kiers (*Utrecht University, 8 Monate*)
 Tim Meyer (*German Sport University Cologne, 2 Wochen*)

Laufend:



Zudem konnte projektbezogen in den folgenden Bereichen umfangreiche Methodenkompetenzen aufgebaut und weiter vertieft werden:

- Verletzungsepidemiologie
- Datamanagement (RedCap)
- Dataprocessing (Matlab)
- Kinematik (Vicon)
- Kinetik (Kistler Kraftmessplatten)
- Elektromyografie (Myon)
- Ultraschall/SWE- und MRI-basiertes muskuloskelettales Imaging

5.3 Forschungsaktivitäten

Zielgruppe „Nachwuchs“ (= Modul A & B Projekt ISPA)

- **Beobachtungsstudie:** Im Rahmen einer prospektiven Kohorten-Studie wurden insgesamt 184 U16-Nachwuchsskirennfahrer rekrutiert und hinsichtlich Verlauf und Entwicklung verschiedener medizinischer, physiologischer und biomechanischer Parameter im Längsschnitt beobachtet. Die dabei erhobenen Daten dienen primär der deskriptiven Beschreibung des Ausmasses und des Schweregrades gesundheitlicher Probleme bei Nachwuchsskirennfahrern (Modul A), sowie der Ursachenklärung auftretender gesundheitlicher Probleme und der Entwicklung aussagekräftiger Screening-Tests zur Früherkennung von erhöhtem Risiko gesundheitlicher Probleme (Modul B). Alle eingesetzten Testprotokolle wurden zudem hinsichtlich Testgütekriterien überprüft, und zielgruppenspezifische normative Referenzdaten wurden erarbeitet. Erfreulicherweise ist das ISPA Studienprogramm bei der Zielgruppe der 13/14-jährigen Nachwuchsskirennfahrer und ihren Eltern auf ausgesprochen positive Resonanz gestossen. So wurden beispielsweise bei der 2-wöchentlichen Gesundheitsbefragung während der gesamten Studiendauer durchschnittliche Antwortraten von über 95% erreicht. Lediglich 48 Dropouts (= Abbruch der sportlichen Karriere) wurden registriert; dem gegenüber standen 16 Neueintritte anfangs zweites Studienjahr. Die Datenauswertung dieses Projektteils konnte vor kurzem abgeschlossen werden. Der Publikationsprozess ist in vollem Gange und wird voraussichtlich bis Sommer 2021 abgeschlossen sein.
- **Erweiterungsmodul ISPA_{Imaging}:** Aufgrund des sehr positiven Projektfortschritts und basierend auf ersten Zwischenresultaten, fand im Zeitraum von Dezember 2018 bis Januar 2019 eine zweite umfassende MRI/Ultraschall/SWE-basierte Teilstudie am Swiss Center for Musculoskeletal Imaging (SCMI) mit 108 Nachwuchsskirennfahrern statt. Dabei wurden insbesondere Zusammenhänge zwischen gesundheitlichen Problemen und allfälligen (im MRI/Ultraschall/SWE sichtbaren) Schädigungen bzw. Veränderungen untersucht. Die Datenauswertung dieser Teilstudie konnte dank der vorliegenden Projektfinanzierung erfolgreich durchgeführt, und auf Basis der zusätzlichen Unterstützung der Balgrist Stiftung für das Projekt „US/SWE_{Method}“ erweitert und abgeschlossen werden. Der entsprechende Publikationsprozess ist ebenfalls in vollem Gange und wird voraussichtlich bis Sommer 2021 abgeschlossen sein.
- **Klinischer Versuch:** Im Rahmen einer im Oktober 18 angelaufenen Interventionsstudie mit 129 Athleten der ISPA Kohorte wurden die Teilnehmenden für die Wichtigkeit einer überdurchschnittlichen „maximalen exzentrischen Hamstringskraft“, „Beinachsenstabilität“ und „Rumpfstabilität“ sensibilisiert und individuell zur Durchführung eines entsprechenden Ergänzungstrainings motiviert und angeleitet. Basierend auf umfangreichen Eingangs- und Ausganstests, sowie einer 2-wöchentlichen Gesundheitsbefragung wurde in weitere Folge die Effektivität eines massgeschneiderten Trainingsprogramms zur Verletzungsprävention ("ISPA Präventionsprogramm"; **Beilage 3**) überprüft. Die einjährige Interventionsphase, die Datenerhebung, sowie die Datenauswertungen sind bereits abgeschlossen. Entsprechende Publikationen sind bis Sommer 2021 zu erwarten.
- **Wissenstransfer:** Parallel dazu wurden vertiefte Analysen des bereits generierten Datenpools dazu genutzt, um praktische Konsequenzen und sinnvolle Massnahmen für systematisches Gesundheits-Screening und effektive Verletzungsprävention abzuleiten. In Bereichen, in denen während des Projektverlaufes bereits genügend Evidenz aufgezeigt werden konnte, haben wir zudem damit begonnen erste Projektergebnisse gezielt in die Trainer Aus- und Weiterbildung einfließen zu lassen. So wurde beispielsweise das Thema „Prävention“ bzw. „Hamstringstraining“ in die Swiss-Ski Kids „Off Snow-Broschüre“ und den Swiss-Ski „Rahmentrainingsplan“ eingearbeitet (→ siehe **Beilage 4 & Beilage 5**), sowie im Rahmen des Swiss-Ski Trainerforums 2019 lanciert. Dieses Thema wurde zudem im Juni 2019 im

Rahmen von 3 Swiss-Ski Coach Points weiter vertieft. Das Trainerforum 2020 stand ganz im Zeichen des "ISPA Präventionsprogramms" das auf die U16 Stufe abzielt.

Zielgruppe „Elite“ (= Erweiterungsmodul ATA)

- Wie bereits eingängig kurz beschrieben, wurden die Datenerhebungen der beiden Projektmodule A und B auf Wunsch von Swiss-Ski auf das gesamte Swiss-Ski Team (Stufen Nationalmannschaft, A-, B- & C-Kader; n=52) ausgeweitet. Entsprechende Eingangstests konnten im Juni 2018 in Magglingen erfolgreich durchgeführt und die prospektive Datenerhebung mittels 2-wöchentlicher Belastungs- und Gesundheitsbefragung im vergangenen Projektjahr erfolgreich vollendet werden. Auch in diesem Projektteil ist die Datenauswertung bereits vollständig abgeschlossen. Der entsprechende Publikationsprozess ist ebenfalls in vollem Gange und wird voraussichtlich bis Sommer 2021 abgeschlossen sein.

6. Projektbezogene wissenschaftliche Publikationen und Preise

Im Rahmen des vorliegenden Projekts, sind 14 Peer-Review Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften (2 davon noch in peer-review) und 4 Conference Proceedings - Abstracts entstanden:

6.1 Peer-Review Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Bereich Epidemiologie/Ätiologie (ISPA Kohorte)

Publikation 1: Schoeb T, Peterhans L, Fröhlich S, Frey WO, Gerber C, Spörri J. Health problems in youth competitive alpine skiing: a 12-month observation of 155 athletes around the growth spurt. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(9):1758-1768. → *Impact Factor:* 3.255.
<https://dx.doi.org/10.1111/sms.13740>

Publikation 2: Peterhans L, Fröhlich S, Stern C, Frey WO, Farshad M, Sutter R, Spörri J. High rates of overuse-related structural abnormalities in the lumbar spine of youth competitive alpine skiers: a cross-sectional MRI study in 108 athletes of the U16 category. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(5): 2325967120922554. → *Impact Factor:* 2.492.
<https://dx.doi.org/10.1177/2325967120922554>

Publikation 3: Fröhlich S, Peterhans L, Stern C, Frey WO, Sutter R, Spörri J. Remarkably high prevalence of overuse-related knee complaints and MRI abnormalities in youth competitive alpine skiers: a descriptive investigation in 108 athletes aged 13 to 15 years. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2020;6(1):e000738. → *Impact Factor:* pending.
<https://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000738>

Publikation 4: Stern C, Galley J, Fröhlich S, Peterhans L, Spörri J, Sutter R. Distal femoral cortical irregularity (DFCI) on Knee MRI: Increased prevalence in youth competitive alpine skiers. *Radiology*. 2020;296(2):411-419. → *Impact Factor:* 7.931.
<https://dx.doi.org/10.1148/radiol.2020192589>

Publikation 5: Fröhlich S, Helbling M, Fucentese SF, Scherr J, Frey WO, Spörri J. Injury risks among top elite competitive alpine skiers are season period and sex dependent: results from a prospective cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;[Epub ahead of print]. → *Impact Factor:* 3.166.
<https://dx.doi.org/10.1007/s00167-020-06110-5>

Publikation 6: Fröhlich S, Pazeller S, Cherati AS J, Müller E, Frey WO, Spörri J. Overuse injuries of the knee, back and hip in female elite competitive alpine skiers during the off-season preparation period: prevalence, severity and their association with traumatic pre-injuries and training load. [in peer-review].

Bereich Früherkennung/Screening (ISPA Kohorte)

Publikation 7: Franchi MV[¶], Ellenberger L[¶], Javet M, Bruhin B, Romann M, Frey WO, Spörri J. Maximal eccentric hamstrings strength in competitive alpine skiers: cross-sectional observations from youth to elite level. *Front Physiol.* 2019;10:88. [¶]these authors contributed equally to this work. → *Impact Factor:* 3.201.
<https://dx.doi.org/10.3389/fphys.2019.00088>.

Publikation 8: Franchi MV, Fitze DP, Raiteri BJ., Hahn D, Spörri J. Ultrasound-derived Biceps Femoris Long Head Fascicle Length: Extrapolation Pitfalls. *Med Sci Sports Exerc.* 2020;52(1):233-243. → *Impact Factor:* 4.478.
<https://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000002123>.

Publikation 9: Ellenberger L, Oberle F, Lorenzetti S, Frey WO, Snedeker JG, Spörri J. Dynamic knee valgus in competitive alpine skiers: observation from youth to elite and influence of biological maturation. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30:1212-1220. → *Impact Factor:* 3.255.
<https://dx.doi.org/10.1111/sms.13657>.

Publikation 10: Ellenberger L, Jermann J, Fröhlich S, Frey WO, Snedeker JG, Spörri J. Biomechanical quantification of deadbug bridging performance in competitive alpine skiers: reliability, reference values, and associations with skiing performance and back overuse complaints. *Phys Ther Sport.* 2020;45:56-62. → *Impact Factor:* 1.926.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.05.013>

Publikation 11: Franchi MV, Fitze DP, Hanimann J, Sarto F, Spörri J. Panoramic ultrasound vs. MRI for the assessment of hamstring muscles morphology. *Sci Rep.* 2020;10:14144. → *Impact Factor:* 3.998.
<https://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-71123-6>

Publikation 12: Götschi T, Schulz N, Snedeker JG, Hanimann J, Franchi MV, Spörri J. Three-dimensional mapping of shear wave velocity in human tendon: a proof of concept. [in peer-review].

→ Zur Info: geplant sind vier weitere bisher unveröffentlichte Studien bis Sommer 2021 zu den Themen (Datenerhebung, Datenanalyse und Statistik bereits abgeschlossen; entsprechende Publikationen werden dem Stiftungsrat nach Veröffentlichung weitergeleitet werden):

- U1: Quadriceps/Hamstrings-Aktivierungsmuster-basiertes Screening
- U2: Swiss-Ski Power Test-basiertes Screening
- U3: Biceps Femoris Ultraschall-basiertes Screening
- U4: 3D Shear Wave Elastographie (SWE)-basiertes Screening der Patellarsehne

Bereich Prävention (ISPA Kohorte)

Publikation 13: Maxwell N, Readhead L, Verhagen E, Spörri J. Ski racers' understanding of sports-related concussion and its management: are contemporary findings and clinical recommendations reaching the target audience, the racers themselves? *Br J Sports Med.* 2020;54(17):1017-1018. → *Impact Factor: 12.022.*
<https://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2019-101544>.

Publikation 14: Schoeb T, Fröhlich S, Frey WO, Verhagen E, Farshad M, Spörri J. Effectiveness of the ISPA_{Int} injury prevention programme in youth competitive alpine skiers: a controlled 12-month training intervention study. [in peer-review].

6.2 Konferenz Proceedings - Abstracts

Abstract 1: Franchi MV, Fitze DP, Raiteri B, Hahn D, Spörri J. In-vivo ultrasound assessment of biceps femoris long head fascicle length: so far not so good. In: Abstract Book of the 24th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS), 2019, Prague; pp. 98-99.

Abstract 2: Spörri J, Schoeb T, Gerber C, Frey WO. Injury-related health problems and illnesses in youth alpine skiers: a 6 month prospective cohort study of 167 athletes. In: Abstract Book of the 8th Int. Congress on Science and Skiing (ICSS), 2019, Vuokatti; pp.66.

Abstract 3: Ellenberger L, Frey WO, Spörri J. Biomechanical analysis of jump landings in competitive alpine skiers: cross-sectional observations from youth to elite. In: Abstract Book of the 8th Int. Congress on Science and Skiing (ICSS), 2019, Vuokatti; pp.25.

Abstract 4: Spörri J, Fitze DP, Ellenberger L, Fröhlich S, Frey WO, Franchi MV. Hamstrings screening and ACL-injury prevention on the example of alpine ski racing: novel perspectives on an old story. In: Abstract Book of the 25th Annual Congress of the European College of Sports Science (ECSS), 2020, Sevilla; n/a.

6.3 Projekt-bezogene wissenschaftliche Preise

10/2020	Thierry Schoeb (Supervisor: PD Dr. Jörg Spörri), 2nd Place, Swiss Olympic Science Award 2020
10/2019	Lynn Ellenberger (Supervisor: PD Dr. Jörg Spörri), 3rd Place, Swiss Olympic Science Award 2019

7. Zusammenfassung der wichtigsten Projektergebnisse

Im Rahmen des ISPA Basisprojekts und seinen Erweiterungsmodulen konnten insgesamt 236 Athleten der Stufen U16 bis Elite rekrutiert und unter anderem 781 komplexe Athleten Screenings durchgeführt werden. Auf Basis dieses international einzigartigen Datensatzes und entsprechender wissenschaftlicher Publikationen, sollen nachfolgend die wichtigsten inhaltlichen Projektergebnisse zusammengefasst werden.

7.1 Epidemiologie /Ätiologie

Es ist allseits bekannt, dass Skirennfahrer ein überdurchschnittlich hohes Verletzungsrisiko haben. Frühere Studien mit Daten des Internationalen Skiverbandes (FIS) auf Stufe Weltcup (WC) berichteten von absoluten Verletzungsraten von 36 Verletzungen / 100 Athleten pro Saison. Allerdings wusste man bei Start des vorliegenden Projekts nur wenig zu den Verletzungshäufigkeiten auf tieferen Leistungsstufen (Europa-Cup, FIS Level, und U16 Bereich). Eben-

falls berücksichtigen bisherige Studien einzig Verletzungen die medizinische Abklärung erfordern und die in der Wettkampfsaison erfolgen. Bisher vernachlässigt wurden Verletzungen die unter dem "Radar" des medizinischen Personals verlaufen und Verletzungen während der Vorbereitungsperiode. Bis dahin ungeklärt war auch der Einfluss von biologischem Alter auf die Verletzungshäufigkeit. Im Rahmen des ISPA Basisprojekts wurde versucht diese Wissenslücken zu schliessen.

Neue Erkenntnisse U16 Bereich

In einer zwölfmonatigen Beobachtungsstudie mit 155 Athleten der U16 Stufe betrug die durchschnittliche zweiwöchentliche Prävalenz* von traumatischen Verletzungen, Überlastungsbeschwerden und Krankheiten 42,2 %. Bei 19.8% waren die gesundheitlichen Probleme derart gross, dass Sie zu einer Reduktion des Trainings oder Absenz von Wettkämpfen führten (**Publikation 1**). Mädchen hatten höhere Verletzungsraten als Knaben zu verzeichnen, und U15 Athleten waren grundsätzlich stärker betroffen als U14 Athleten. Der geschlechterspezifische Unterschied auf U16 Stufe dürfte allerdings massgeblich durch das unterschiedliche biologische Alter bei kalendarisch gleichaltrigen Mädchen und Knaben beeinflusst sein (Age at Peak Height Velocity – APHV; Mädchen bei 14.36 Jahren; Knaben bei 12.44 Jahren). So wurde auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen fortschreitender biologischer Entwicklung und einem vermehrten Auftreten von traumatischen Verletzungen beobachtet. Im U16 Bereich betrafen traumatische Verletzungen primär das Knie, bei Überlastungsbeschwerden waren vor allem Knie und Rücken am stärksten betroffen.

In drei MRI-basierten Studien konnte zudem gezeigt werden, dass U16 Nachwuchsskirennfahrer bereits in jungem Alter eine sehr hohe Zahl an überlastungsbedingten strukturellen Abnormalitäten in Knie (88%) und Rücken (39%) haben (**Publikationen 2-4**). Bei symptomatischen Athleten war eine signifikant höhere Rate an Abnormalitäten betreffend Patellarsehne zu beobachten, wobei rund zwei Drittel der Athleten im Jahresverlauf Schmerzen im Bereich der distalen oder proximalen Patellarsehne berichteten. Im Vergleich zu einer gleichaltrigen, nicht leistungssportlichen Kontrollgruppe wurde bei U16 Skirennfahrern zudem eine massive Häufung von kortikalen Abnormalitäten im Bereich des distalen Femurs (Distal femoral cortical irregularities - DFCIs) entdeckt (63% der Athleten), die jedoch keinen Zusammenhang mit Knieschmerzen zeigten. Im Bereich des Rückens hatten symptomatische Athleten eine signifikant höhere Rate an Abnormalitäten betreffend Bandscheibendegenerationen und Endplattenveränderungen zu verzeichnen. Ein aus präventiver Sicht interessantes Ergebnis ist die Tatsache, dass das Auftreten solcher Abnormalitäten signifikant mit dem Querschnitt des paraspinalen Muskels M. Multifidus korreliert, der entsprechend auf trainiert werden könnte.

Ebenfalls praxisrelevant ist der Sachverhalt, dass für einen Grossteil der Verletzungen und Überlastungsbeschwerden ein direkter Einfluss von Geschlecht, Alter, sowie biologischem Alter und akzentuiertem Längenwachstum nachgewiesen werden konnte. Diese Faktoren sollten demnach bei der Verletzungsprävention berücksichtigt werden; vor allem angesichts der Tatsache, dass in diesem Alterssegment Mädchen und Knaben mit gleichen Trainingsinhalten in denselben Trainingsgruppen trainieren.

Bereich Elite

Gemäss einer weiteren Beobachtungstudie auf der Stufe Elite, liegt die absolute Verletzungsrate in den Swiss-Ski Kadern bei 184 Verletzungen/100 Athleten pro Saison (**Publikation 5**). D.h. wenn man sowohl die Wettkampfsaison als auch die Vorbereitungsperiode, alle Leistungsstufen (FIS, EC, und WC), sowie Verletzungen jeden Schweregrades inkludiert, ist die tatsächliche absolute Verletzungsrate in Wirklichkeit fünfmal höher als bisher aufgrund der Zahlen der FIS angenommen. Als Prävalenz ausgedrückt bedeutet dies, dass 93%

der Athleten mindestens eine Verletzung pro Saison erleiden, was alarmierend hoch ist. Auf Stufe Elite betreffen traumatische Verletzungen primär den Kopf, den Unterschenkel und das Knie, während sich Überlastungsbeschwerden vor allem im unteren Rücken, Knie und der Hüfte manifestieren. Anders als auf der U16 Stufe kommt zudem der Vorbereitungsphase aus Sicht der Verletzungshäufigkeit (und -prävention) eine höhere Bedeutung zu, da sich in dieser Phase hohe Trainingsumfänge aus den Off-Snow und On-Snow Trainings akkumulieren.

Betreffend Überlastungsverletzungen konnte zudem gezeigt werden, dass die Disziplinen-Spezialisierung der Athleten, traumatische Vorverletzungen, sowie die totale Trainingsbelastung eine wesentliche Rolle spielen und im Sinne einer massgeschneiderten Prävention berücksichtigt werden sollten (**Publikation 6**). Zudem sollte basierend auf den Studienresultaten der Verhinderung ersten schweren Knieverletzung in jungen Jahren höchste Priorität beigemessen werden.

7.2 Früherkennung

Basierend auf dem aktuellen Wissensstand betreffend Risikofaktoren und Verletzungsmechanismen in der Sportart Ski Alpin, sowie den die Epidemiologie/Ätiologie betreffenden Ergebnissen aus dem vorliegenden Projekt, wurden die folgende funktionalen und strukturellen Testprotokolle zur Risikofrüherkennung abgeleitet bzw. weiter untersucht:

- **Maximal Exzentrische Hamstringskraft** (*Norbord*) → siehe **Publikation 7**
- **Biceps Femoris Morphologie** (*Ultraschall*) → siehe **Publikationen 8 & 11, sowie U3**
- **Dynamische Knievalgus Kontrolle** (*Vicon, Force Plate, EMG*) → siehe **Publikation 9**
- **Deadbug Bridging Performance** (*Vicon*) → siehe **Publikation 10**
- **Quadriceps/Hamstrings-Aktivierungsmuster bei Drop Jump Landungen** (*EMG*) → siehe **U1**
- **Swiss-Ski Power Test** (*Feldtest*) → siehe **U2**
- **3D Shear Wave Velocity Patellasehne** (*Ultraschall*) → siehe **Publikation 12 & U4**

Für alle Früherkennungstests wurden, falls noch nicht vorhanden, die Testgütekriterien geprüft, normative Referenzdaten erarbeitet, der Einfluss von biologischem Alter analysiert und die klinische Relevanz untersucht. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass eine Verbesserung der Stabilisierungsfähigkeit beim Deadbug Bridging Test um eine Einheit (1mm weniger relative Auslenkung der Beckenmarker), die Wahrscheinlichkeit einer Rücken Überlastungsverletzung um 4.9 % reduziert. Ebenso wurde für eine Vergrößerung des Biceps Femoris Querschnitts um eine Einheit (1 cm²), eine Reduktion der Verletzungswahrscheinlichkeit der unteren Extremitäten von 29 % beobachtet.

7.3 Prävention

Bereich Concussion:

Hinsichtlich der Frage ob aktuelle Studienergebnisse und klinische Empfehlungen zur Erkennung und Behandlung sport-bezogener Hirnerschütterungen Ihre Zielgruppe (d.h. die Athleten selbst) erreichen, konnte mittels qualitativer Interviewstudie am Beispiel Ski Alpin aufgezeigt werden, dass es diesbezüglich noch fundamentale Defizite in der Translation von Wissen gibt. Ebenfalls konnten aus den Experten Interviews mögliche Lösungsansätze zur verbesserten Verbreitung von evidenzbasiertem Wissen abgeleitet werden (**Publikation 13**).

Bereich Muskuloskelettale Verletzungen:

In einem klinischen Versuch mit 129 Nachwuchsskirennfahrern wurde zudem ein massgeschneidertes neuromuskuläres Präventionsprogramm (genannt *ISPA_{Int}*, oder vormals "ISPA Präventionsprogramm") hinsichtlich seiner Wirksamkeit überprüft (**Publikation 14**). Dabei konnte gezeigt werden, dass durch regelmässige Screening Tests und ein einmal wöchentliches präventives Training die Verletzungshäufigkeit bei U16 Skirennfahrer nachweislich um mehr als 30% gesenkt werden kann. Eine signifikante Reduktion der Verletzungshäufigkeit wurde für beinahe alle Lokalisationen von traumatischen Verletzungen und Überlastungsbeschwerden beobachtet. Die grösste Wirksamkeit hatte das Programm allerdings bei Knie- und Rückenverletzungen, den Verletzungs-Hotspots im U16 Bereich der Sportart Ski Alpin.

8. Zusätzliche wissenschaftliche Publikationen (indirekter Projekt Bezug)

Dank der grosszügigen Unterstützung der Balgrist Stiftung im Rahmen der Projekte "ISPA" und "US/SWE_{Method}", sowie anderweitiger Finanzierungsquellen, konnte in den vergangenen 3.5 Jahren am Standort Balgrist eine international renommierte Forschungsgruppe Sportmedizin aufgebaut werden. Neben den oben erwähnten, ISPA-Projekt bezogenen Publikationen sind unter der Leitung von PD Dr. Jörg Spörri auch folgende zusätzliche 24 Review Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften (4 davon noch in peer-review), 2 Peer-Reviewed Conference Papers – Long Versions und 4 Conference Proceedings - Abstracts entstanden:

8.1 Peer-Review Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

P_Additional 1: Spörri J, Kröll J, Fasel B, Aminian K, Müller E. The Use of Body Worn Sensors for Detecting the Vibrations Acting on the Lower Back in Alpine Ski Racing. *Front Physiol.* 2017;8:522. → *Impact Factor:* 3.367.
<https://dx.doi.org/10.3389/fphys.2017.00522>.

P_Additional 2: Fasel B, Spörri J, Schütz P, Lorenzetti S, Aminian K. Validation of functional calibration and strap-down joint drift correction for computing 3D joint angles of knee, hip, and trunk in alpine skiing. *PLoS One.* 2017;12(7):e0181446. → *Impact Factor:* 2.740.
<https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0181446>.

P_Additional 3: Fasel B, Spörri J, Schütz P, Lorenzetti S, Aminian K. An Inertial Sensor-Based Method for Estimating the Athlete's Relative Joint Center Positions and Center of Mass Kinematics in Alpine Ski Racing. *Front Physiol.* 2017;8:850. → *Impact Factor:* 3.367.
<https://dx.doi.org/10.3389/fphys.2017.00850>.

P_Additional 4: Spörri J, Kröll J, Fasel B, Aminian K, Müller E. Standing Height as a Prevention Measure for Overuse Injuries of the Back in Alpine Ski Racing: A Kinematic and Kinetic Study of Giant Slalom. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(1):2325967117747843. → *Impact Factor:* 2.492.
<https://dx.doi.org/10.1177/2325967117747843>.

P_Additional 5: Gilgien M, Kröll J, Spörri J, Crivelli P, Müller E. Application of dGNSS in Alpine Ski Racing: Basis for Evaluating Physical Demands and Safety. *Front Physiol.* 2018;9:145. → *Impact Factor:* 3.367.
<https://dx.doi.org/10.3389/fphys.2018.00145>.

P_Additional 6: Spörri J, Kröll J, Schwameder H, Müller E. The role of path length- and speed-related factors for the enhancement of section performance in alpine giant slalom. *Eur J Sport Sci.* 2018;18(7):911-919. → *Impact Factor:* 2.781.
<https://dx.doi.org/10.1080/17461391.2018.1453870>.

P_Additional 7: Fasel B, Gilgien M, Spörri J, Aminian K. A New Training Assessment Method for Alpine Ski Racing: Estimating Center of Mass Trajectory by Fusing Inertial Sensors with Periodically Available Position Anchor Points. *Front Physiol.* 2018;9:1203. → *Impact Factor:* 3.367.
<https://dx.doi.org/10.3389/fphys.2018.01203>.

P_Additional 8: Spörri J, Kröll J, Supej M, Müller E. Reducing the back overuse-related risks in alpine ski racing: let's put research into sports practice. *Br J Sports Med.* 2019;53(1):2-3. → *Impact Factor:* 12.022.
<https://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-100040>.

P_Additional 9: Fasel B, Spörri J, Kröll J, Müller E, Aminian K. A Magnet-Based Timing System to Detect Gate Crossings in Alpine Ski Racing. *Sensors (Basel).* 2019;19(4):E940. → *Impact Factor:* 3.275.
<https://dx.doi.org/10.3390/s19040940>.

P_Additional 10: Ostrek M, Rhodin H, Fua P, Müller E, Spörri J. Are Existing Monocular Computer Vision-Based 3D Motion Capture Approaches Ready for Deployment? A Methodological Study on the Example of Alpine Skiing. *Sensors (Basel).* 2019;19(19):E4323. → *Impact Factor:* 3.275.
<https://dx.doi.org/10.3390/s19194323>.

P_Additional 11: Supej M, Spörri J, Holmberg HC. Methodological and Practical Considerations Associated with Assessment of Alpine Skiing Performance Using Global Navigation Satellite Systems. *Front. Sports Act. Living.* 2020;1:74. → *Impact Factor:* pending.
<https://dx.doi.org/10.3389/fspor.2019.00074>.

P_Additional 12: Pastor T, Fröhlich S, Spörri J, Schreiber T, Schweizer A. Cartilage abnormalities and osteophytes in the fingers of elite sport climbers: An ultrasonography-based cross-sectional study. *Eur J Sport Sci.* 2020;20(2):269-276. → *Impact Factor:* 2.781.
<https://dx.doi.org/10.1080/17461391.2019.1631389>.

P_Additional 13: Gilgien M, Crivelli P, Kröll J, Luteberget LS, Müller E, Spörri J. Preventing injuries in Alpine Skiing Giant Slalom: Shorten the vertical distance between the gates rather than increase the horizontal gate offset to control speed. *Br J Sports Med.* 2020;54(17):1042-1046. → *Impact Factor:* 12.022.
<https://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2019-101692>

P_Additional 14: Claussen MC, Zimmermann SM, Spörri J, Seifritz E, Scherr J, Fröhlich S. Mental health in competitive sports in times of COVID-19. *Sport & Exercise Medicine Switzerland.* 2020;68(3):26-27. → *Impact Factor:* pending.
<https://dx.doi.org/10.34045/SEMS/2020/26>

P_Additional 15: Claussen MC, Fröhlich S, Spörri J, Seifritz E, Markser VZ, Scherr J. Psyche and Sport in Times of COVID-19. *Dtsch Z Sportmed.* 2020;71(5):E1-E2. → *Impact Factor:* 0.320.

<https://dx.doi.org/10.5960/dzsm.2020.435>

P_Additional 16: Claussen MC, Fröhlich S, Spörri J, Hasan A, Seifritz E, Scherr J, Markser VZ. Fact sheet: Sport psychiatric and psychotherapeutic aspects in competitive sports in times of the COVID 19 pandemic. *Dtsch Z Sportmed.* 2020;71(5):E1-E2. → *Impact Factor:* 0.320.

<https://dx.doi.org/10.5960/dzsm.2020.436>

P_Additional 17: Sarto F, Impellizzeri FM, Spörri J, Porcelli S, Olmo J, Requena B, Suarez-Arrones L, Arundale A, Bilsborough J, Buchheit M, Clubb J, Coutts A, Nabhan D, Torres Ronda L, Villanueva AM, Mujika I, Maffiuletti NA, and Franchi MV. Impact of potential physiological changes due to COVID-19 home confinement on athlete health protection in elite sports: a call for awareness in sports programming. *Sports Med.* 2020;50(08):1417-1419. → *Impact Factor:* 8.551.

<https://dx.doi.org/10.1007/s40279-020-01297-6>

P_Additional 18: Bekker S, Bolling C, Ahmed OH, Badenhorst M, Carmichael J, Fagher K, Hägglund M, Jacobsson J, John JM, Litzy K, Mann RH, McKay CD, Mumford S, Tabben M, Thiel A, Timpka T, Thurston J, Truong LK, Spörri J, van Nassau F, Verhagen E. Athlete health protection: why qualitative research matters. *J Sci Med Sport.* 2020;23(10):898-901. → *Impact Factor:* 3.607.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2020.06.020>

P_Additional 19: Fröhlich S, Zimmermann SM, Sutter R, Frey WO, Spörri J. Medial Malleolar Bursitis in an Elite Competitive Alpine Skier: A Case Report. *Curr Sports Med Rep.* 2020;19(10):399-401. → *Impact Factor:* 1.510.

<https://dx.doi.org/10.1249/JSR.0000000000000757>

P_Additional 20: Carraro A, Gnech M, Sarto F, Sarto D, Spörri J, Masiero S. Lower back complaints in adolescent competitive alpine skiers: a cross-sectional study. *Appl. Sci.* 2020;10(21):7408. → *Impact Factor:* 2.474.

<https://dx.doi.org/10.3390/app10217408>

P_Additional 21: Spörri J[¶], Sarto F[¶], Fitze D, Narici MV, Franchi MV. Implementing ultrasound imaging for the assessment of muscle and tendon properties in elite sports: practical aspects, methodological considerations and future directions. [in peer-review]. [¶][these authors contributed equally to this work.

P_Additional 22: Gilgien M, Crivelli P, Kröll J, Luteberget LS, Müller E, Spörri J. Injury prevention in Super – G alpine ski racing: speed control through course setting. [in peer-review].

P_Additional 23: Katircioglu I, Rhodin H, Constantin V, Spörri J, Salzmann M, Fua P. Self-supervised Training of Proposal-based Segmentation via Background Inpainting. [in peer-review].

P_Additional 24: Wieloch N, Kimmich N, Spörri J, Mattter S, Scherr J. Leistungssport & Schwangerschaft – aktuelle Empfehlungen und Güte der aktuellen Evidenzlage. [in peer-review].

8.2 Peer-Reviewed Conference Papers – Long Versions

CL_Additional 1: Bachmann R, Spörri J, Fua P, Rhodin H. Motion Capture from Pan-Tilt Cameras with Unknown Orientation. *2019 International Conference on 3D Vision (3DV)*, Québec City, QC, Canada, 2019, pp. 308-317. <https://dx.doi.org/10.1109/3DV.2019.00042>

CL_Additional 2: Rhodin H, Spörri J, Katircioglu I, Constantin V, Meyer F, Müller E, Salzmann M, Fua P. Learning Monocular 3D Human Pose Estimation from Multi-view Images. *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. Salt Lake City, UT, 2018, pp. 8437-8446. <https://dx.doi.org/10.1109/CVPR.2018.00880>

8.3 Conference Proceedings - Abstracts

CA_Additional 1: Gilgien M, Kröll J, Spörri J, Müller E. The physical demands in alpine skiing. In: *Book of Abstracts – 23rd Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS)*, 2018, Dublin; 557-558.

CA_Additional 2: Ritsche P, Bernhard T, Roth R, Lichtenstein E, Kohler C, Franchi M, Spörri J, Zahner L, Faude O. Physical performance screening in high level-youth soccer players from under 15 to under 21 teams: a cross-sectional analysis. In: *Book of Abstracts – 11th Annual Congress of the Swiss Society of Sports Sciences (SGS)*, 2019, Freiburg; pp. 61.

CA_Additional 3: Bachmann R, Rhodin H, Spörri J, Fua P. Automatic 3D motion capture in alpine skiing using deep learning and computer vision. In: *Abstract Book of the 8th Int. Congress on Science and Skiing (ICSS)*, 2019, Vuokatti; pp.14.

CA_Additional 4: McPhail J, Spörri J, Linnamo V. Neuromuscular testing using force-plates and an overview of the physical preparation of competitive youth snowboarders, freeskiers and alpine skiers. In: *Book of Abstracts – Youth and Winter Sports Congress 2020*, Lausanne; pp. 69.

8.4 Wissenschaftliche Preise

03/2019 Roman Bachmann (Supervisor: PD Dr. Jörg Spörri), 1st Place, Young Investigator Award, 6th International Congress on Skiing and Science, St. Christoph a. Arlberg, Austria

9. Schlusswort und Ausblick

Im Rahmen des von der Balgrist Stiftung geförderten Projekts "Injury Screening and Prevention - Alpine Skiing" (kurz: ISPA), sowie dessen Erweiterungen "ATA" und "ISPA_{Imaging}", konnten wie zuvor dargestellt umfangreiche, wissenschaftlich fundierte Grundlagen der Verletzungsprävention erarbeitet werden. Alle initialen Projektziele wurden erreicht und die entsprechenden Projektmodule erfolgreich und fristgerecht zum Abschluss gebracht. Neben substantiellem Erkenntnisgewinn sind auch international einzigartige Verletzungserfassungstools, valide und reliable Screening-Testprotokolle, sowie stufengerechte Präventionsansätze entstanden, die es nun nachhaltig in der Praxis zu verankern und in den Strukturen von Swiss-Ski umzusetzen gilt.

In diesem Zusammenhang freue ich mich dem Stiftungsrat der Balgrist Stiftung mitteilen zu können, dass Swiss-Ski aufgrund des sehr erfolgreichen ISPA Basisprojekts, das Projekt mit einer weiterführenden 3-jährigen Implementierungsphase (ISPA 2.0) erweitern möchte, und die Stiftung Passion Schneesport im Juli 2020 hierfür zusätzlich 180'000.- CHF zur Verfügung gestellt hat. Die Hauptziele der Projektverlängerung seitens Swiss-Skis sind (1) die Komplettierung der Forschungsergebnisse aus dem ISPA Basisprojekt, (2) der Praxistransfer und digitale Aufbereitung der evidenz-basierten Präventionsinhalte, und (3) die Implementierung und Evaluierung einer nationalen Screening- und Präventionsstrategie innerhalb der Nachwuchsförderstrukturen von Swiss-Ski. Damit bleibt die Universitätsklinik Balgrist (trotz des Weggangs von Projekt-Mitinitiator Dr. med. Walter O Frey) im Forschungsbereich sehr eng mit Swiss-Ski verbunden. Ebenfalls ist eine allfällige Kooperation mit dem Internationalen Ski Verband FIS zu gleicher Thematik in Diskussion. In diesem Zusammenhang wurde PD Dr. Jörg Spörri bereits anfangs Jahres in die neu gegründete "Injury Surveillance and Prevention Programme (ISPP)" Working Group des Internationalen Skiverbandes berufen.

Ich hoffe, dass ich dem Stiftungsrat mit diesen Ausführungen einen umfassenden Überblick zum Abschluss des ISPA Projekts geben konnte. Bei allfälligen Rückfragen stehe ich selbstverständlich gerne persönlich zur Verfügung. Herzlichen Dank für die grosszügige Unterstützung der Balgrist Stiftung, die das ISPA Basisprojekt, damit den Aufbau der Forschungsgruppe Sportmedizin am Standort Balgrist erst möglich gemacht hat!

Mit freundlichen Grüssen

PD Dr. Jörg Spörri



10. Appendix

- **Beilage 1:** Studienprotokoll - Beobachtungstudie
- **Beilage 2:** Studienprotokoll – Klinischer Versuch
- **Beilage 3:** ISPA Präventionsprogramm
- **Beilage 4:** Swiss-Ski Kids Off-Snow Broschüre - Kapitel Prävention
- **Beilage 5:** Swiss-Ski Rahmentrainingsplan - Erweiterung Hamstringstraining
- **Publikationen 1-14:** ISPA Projektbezogene Peer-Review Publikationen
- **Abstracts 1-4:** ISPA Projektbezogene Conference Proceedings - Abstracts
- **P_Additional 1-24:** Zusätzliche Peer-Review Publikationen
- **CL_Additional 1-2:** Zusätzliche Peer-Reviewed Conference Papers – Long Versions
- **CA_Additional 1-4:** Zusätzliche Conference Proceedings - Abstracts