



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

**MeteoSchweiz**



Deutsche Sporthochschule Köln  
German Sport University Cologne



**UNA** Universität Augsburg University



# D-A-CH PERSPEKTIVEN DES SCHNEESPORTS IM ZEICHEN GLOBALER KLIMAWANDELS

2. Gemeinsames Positionspapier Expertenforum **Klima.Schnee.Sport**  
Neuaufgabe 11/2022



**D**er Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel gehören zu den großen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Herausforderungen für unsere Gesellschaft mit globaler Bedeutung. Dabei unterliegt der Wintersport in seiner touristischen und spitzensportlichen Ausprägung unauflöslich den durch den Klimawandel bedingten veränderten Rahmenbedingungen und Unsicherheiten in deren Vorhersage. Trotz beständiger Fortschritte in der Klimaforschung bleiben noch viele Fragen offen, insbesondere bei den zu erwartenden Entwicklungen auf lokaler bzw. regionaler Ebene.

Die Stiftung Sicherheit im Skisport (SIS), die Deutsche Sporthochschule Köln (Institut für Outdoor Sport und Umweltforschung) und das Karlsruher Institut für Technologie (Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung) veranstalteten am 21. und 22. Oktober 2021 das dritte länderübergreifende Expertentreffen „Klima.Schnee.Sport“ zu den Perspektiven des Schneesports im Zeichen des globalen Klimawandels.

## UNTER ANDEREM WURDEN FOLGENDE LEITFRAGEN DISKUTIERT:

- Wie stark ist in den mitteleuropäischen Gebirgsräumen die Klimaerwärmung im Winter im Vergleich zum globalen Trend ausgeprägt?

- Mit welcher Sicherheit können Klimaprognosen und Klimaprojektionen für das Winterklima in Mitteleuropa für die kommenden 20-30 Jahre und die ferne Zukunft (bis 2100) erstellt werden?
- Wie differenziert sich räumlich die zu erwartende Veränderung der Schneedeckendauer und Schneedeckenmächtigkeit in den Mittelgebirgen Deutschlands und im Alpenraum?
- Welchen Einfluss hat die Variabilität der atmosphärischen Zirkulation auf das Winterklima? Welche Auswirkungen sind für die technische Beschneigung zu erwarten?
- Welche Strategien und Maßnahmen zur Anpassung und zum Klimaschutz können empfohlen werden?

Insgesamt wirkten beim Update des vorliegenden gemeinsamen Positionspapiers über 20 Autorinnen und Autoren aus 14 wissenschaftlichen Einrichtungen mit und trugen so dazu bei, den aktuellen Forschungsstand aus ihren Disziplinen und Perspektiven zu präsentieren.

Unser Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen für die Bereitschaft zur konstruktiven, offenen Diskussion und zur Formulierung der vorliegenden Positionen und Handlungsstrategien.

**Prof. Dr. Ralf Roth**  
**Prof. Dr. Hans-Peter Schmid**



# EXPERTENFORUM KLIMA.SCHNEE.SPORT – 2. GEMEINSAMES POSITIONSPAPIER KERNAUSSAGEN

Seit der Veröffentlichung des ersten Positionspapiers im Jahr 2019 sind in der Klimaforschung große Fortschritte erzielt worden. Unter anderem wurde im August 2021 der erste Teil des sechsten Sachstandsberichtes des IPCC veröffentlicht ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)). Dieser bestätigt die bisher getroffenen Aussagen zum menschlichen Einfluss auf das globale Klima und zum erwarteten Fortschreiten des Klimawandels im Laufe dieses Jahrhunderts. Viele Aussagen lassen sich nun mit noch größerer Sicherheit treffen, insbesondere auch für die in der Klimamodellierung als schwierig erkannten Gebirgsregionen.

In dieser aktualisierten, zweiten Version des Positionspapiers bekräftigen die beteiligten Fachwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler sowie Forschungseinrichtungen einvernehmlich die folgenden Kernaussagen für den Alpenraum und die deutschen Mittelgebirge und geben Hinweise auf Wissensdefizite und mögliche Handlungsstrategien.

**D**ie Fachwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler der Forschungseinrichtungen sind sich in ihren Erwartungen einig, dass sich trotz geplanter globaler Klimaschutzmaßnahmen die Jahresmitteltemperatur im Alpenraum und den Mittelgebirgen bis zum Ende des Jahrhunderts um mindestens weitere 2°C erhöhen wird. Die Zunahme der Temperatur betrifft alle Jahreszeiten und ist weiterhin im Alpenraum deutlich stärker ausgeprägt als im globalen Mittel.

Nur durch Umsetzung von weiteren tiefgreifenden Maßnahmen zur globalen Emissionsreduktion, wie sie im Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 vorgesehen sind und bei der COP26 in Glasgow beschlossen wurden, könnte dieser Wert unterschritten werden.

Die menschengemachte Erwärmung ist bestimmt durch die Gesamtmenge von fossilen CO<sub>2</sub>-Emissi-

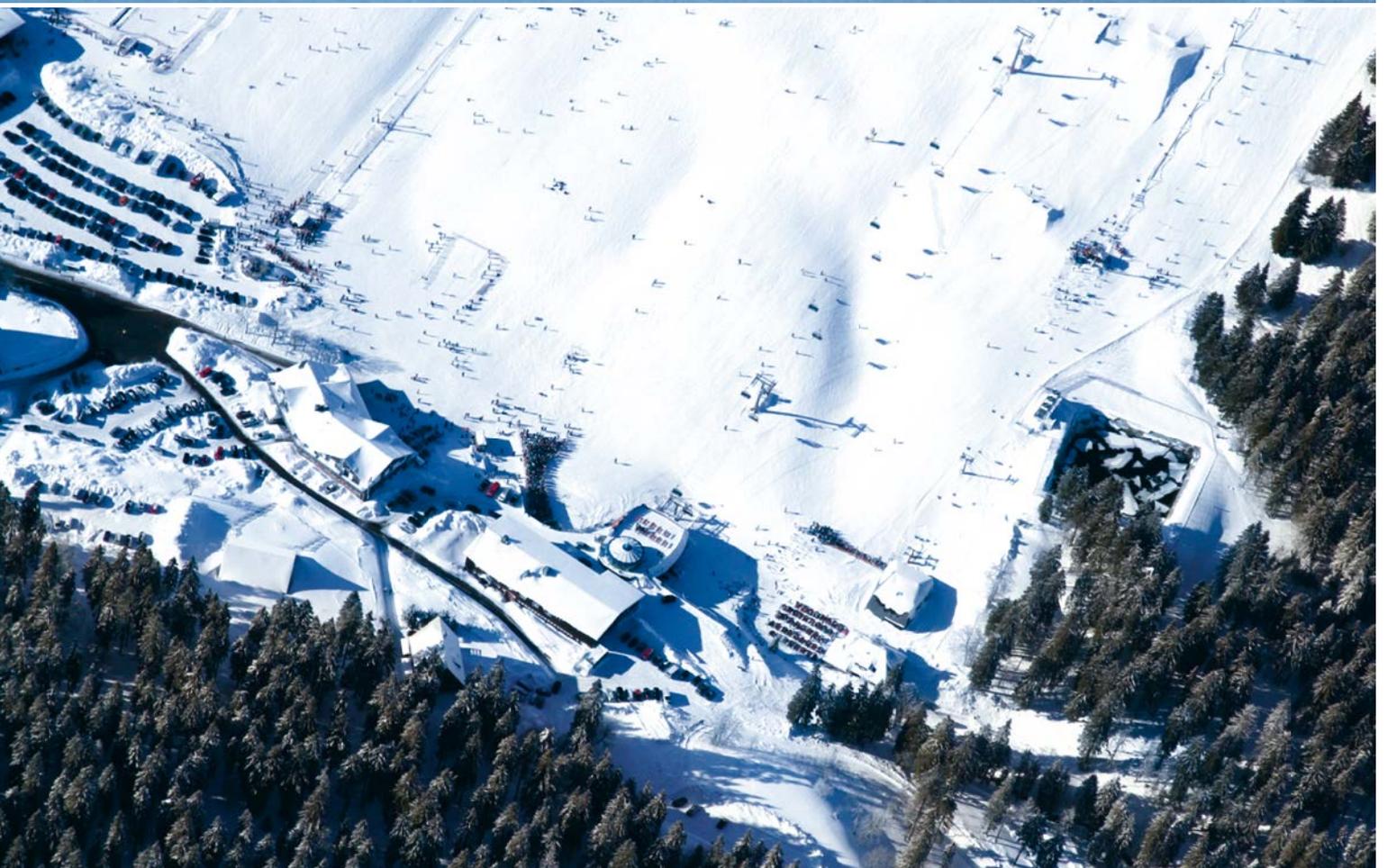
onen seit Beginn der Industrialisierung. Jede weitere zukünftige Emission heizt das Klima weiter an. Die Erreichung der Pariser Klimaziele erfordert ein schnelles Zurückfahren der Emissionen bis auf null, und sogar die Entfernung von bereits emittiertem CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre.

Als Folge der Erwärmung wird die für den Schneesport geeignete natürliche Schneedecke langfristig besonders bis in die mittleren Lagen im Alpenraum sowie in den Mittelgebirgen weiter zurückgehen. Dabei verkürzt sich die Dauer der Schneebedeckung um Wochen im Spätwinter, etwas weniger stark auch im Frühwinter.

In diesem Zusammenhang ändern sich ebenfalls die meteorologischen Rahmenbedingungen für die technische Schneeerzeugung: Sowohl die Anzahl als auch die Dauer der potenziellen Schneizeiten werden sich verringern.



Die Klimaforschung erkennt Signale hinsichtlich einer Erhöhung der Winterniederschläge im Alpenraum – doch bis in dortige mittlere Lagen sowie in den Mittelgebirgen ist mit einem Rückgang des Schneefalls zu rechnen, weil verstärkt Regen fallen wird..





Die Unsicherheit, ob eine für den Schneesport nutzbare Schneedecke durchgehend (über die Hauptsaison) mit technischen Mitteln erhalten werden kann, nimmt zu.

Der aufgrund weiter steigender Treibhausgasemissionen hervorgerufene langfristige Klimatrend wird jedoch deutlich von der natürlichen Klimavariabilität überlagert. Vor allem auf kurzen (von Jahr zu Jahr) und mittleren (20 bis 30 Jahre) Zeitskalen können diese zum Teil markanten Schwankungen den langfristigen Temperatur- und Schneedeckentrend regional sowohl verstärken als auch abschwächen.

Beim Winterniederschlag ist die natürliche Variabilität besonders hoch und es lassen sich vielerorts keine klaren Trends beobachten. In den aktuellen Klimaszenarien zeigen sich aber bereits robuste Signale hinsichtlich einer Erhöhung der Winter-

niederschläge im Alpenraum und der Intensivierung kurzzeitiger Niederschlagsextreme. Jedoch ist bis in mittlere Lagen im Alpenraum sowie in den Mittelgebirgen mit einem Rückgang des Schneefalls zu rechnen, da Niederschlag aufgrund der höheren Temperaturen vermehrt als Regen anstelle von Schnee fallen wird.

Auch lokalklimatologische Besonderheiten können durch die regionale Klimaänderung beeinflusst werden. Dies kann für einzelne Standorte zu lokalen – zeitlich und räumlich stark begrenzten – Abweichungen vom großräumigen Klimatrend führen. Grundsätzlich bieten solche Besonderheiten (z.B. geländeabhängiger Strahlungshaushalt und Windsysteme, Inversionslagen, Kaltluftseen) Optimierungspotential für lokal angepasste, zielgerichtete Nutzung, z.B. durch angepasstes Schneemanagement oder alternative Nutzungsformen.





## WISSENSDEFIZITE UND FORSCHUNGSBEDARF

Wissensdefizite und Forschungsbedarf sehen die Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler in folgenden Themengebieten:

**PERSISTENZ VON WETTERLAGEN:** Es gibt Anzeichen dafür, dass aufgrund der mit dem Klimawandel im Zusammenhang stehenden Änderungen der atmosphärischen Zirkulation bestimmte Wetterlagen tendenziell länger andauern (erhöhte Persistenz) und z.B. eine Wintersaison prägen können. Dieser Prozess sollte weiter untersucht werden.

**EXTREMEREIGNISSE:** Die Anzeichen mehren sich, dass sich Extremereignisse sowohl häufen als auch in verstärkter Weise auftreten; Forschungsbedarf besteht bezüglich eines besseren Verständnisses der Ursachen und Dynamik solcher Extremereignisse und ihrer statistischen Einordnung.

**UNSIKERHEITEN DER DATENLAGE:** Die Aussagen zur mittleren Temperaturentwicklung sind relativ zuverlässig. Diejenigen zur Niederschlagsentwicklung dagegen sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Hier besteht dringender Bedarf, die Datenlage auch durch Integration neuer Beobachtungsmethoden und – bei allen Schwierigkeiten – mehr Messungen auch in höheren Lagen weiter zu verbessern.

**KLIMAPROGNOSEN:** Deutliche Verbesserungen bei den saisonalen und dekadischen Wetter- und Klimaprognosen u.a. durch eine Verfeinerung der räumlichen und zeitlichen Auflösung der dazu verwendeten Modelle sind nötig zur Abbildung der kurz-

und mittelfristigen Variabilität der lokalen meteorologischen Besonderheiten und Schneedeckeneigenschaften.

**KIPPPUNKTE:** Eingehende Untersuchungen zum möglichen sprunghaften Einfluss wichtiger lokaler Effekte auf die Schneedecke (z.B. Absinkeffekt der Schneefallgrenze in Tälern, Temperaturinversionen) im Zuge der Klimaänderung im alpinen Raum sollten durchgeführt werden.

**HÖHENABHÄNGIGER KLIMAWANDEL:** Es bedarf einer Verbesserung des Verständnisses und der Datenlage bzgl. gebirgsklimatischer Prozesse mit starker Höhenabhängigkeit (z.B. Komponenten der Energie- und Massenbilanz).

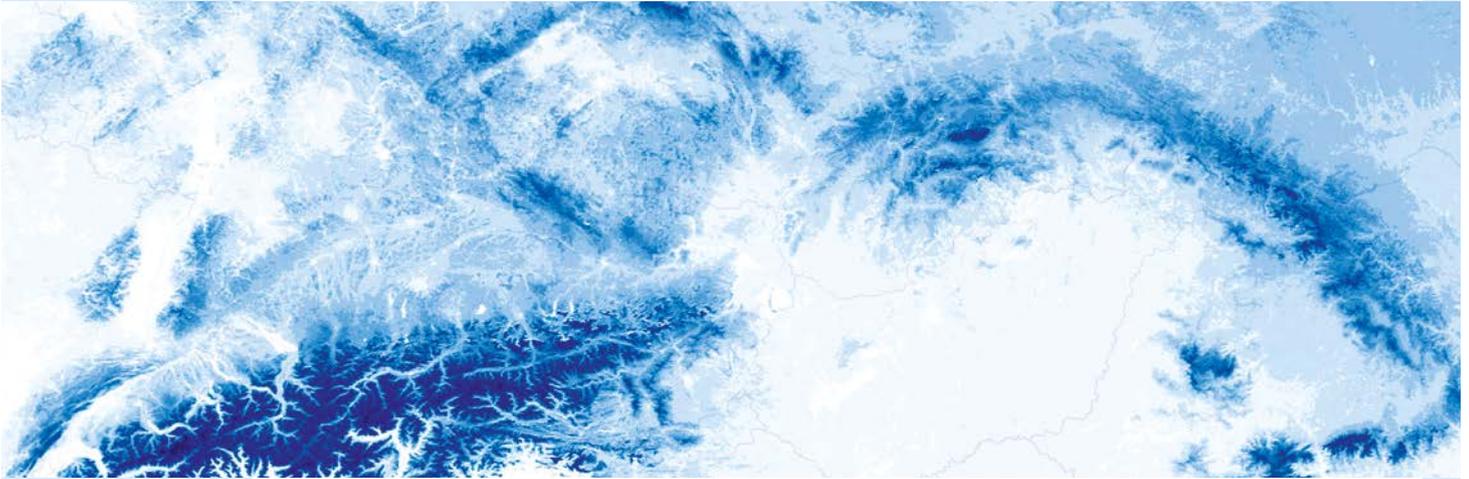
**MIKROKLIMA:** Lokale Besonderheiten des Klimas und deren Entwicklung im sich ändernden regionalen Klima sollten vor Ort mit Hilfe von Expertinnen und Experten sowie Messprogrammen für die jeweilige Wintersportregion untersucht werden.

**NACHHALTIGES SCHNEEMANAGEMENT:** Die Entwicklung, Evaluierung und Anwendung von modernen Methoden wie automatisiertes Monitoring, Modellierung, Fernerkundung, Datenassimilation und/oder Einsatz künstlicher Intelligenz sollte angestrebt werden.



## STRATEGISCHE HANDLUNGSANSÄTZE UND EMPFEHLUNGEN

Der Klimawandel stellt insbesondere auch für den Wintersport eine große Herausforderung dar. Es liegt im langfristigen Interesse des Schneesports, Nachhaltigkeit und Klimaschutz auf allen Ebenen zu fördern. Unser Ansatz löst sich so vom kurzfristigen Denken und Planen und ist Ausdruck von Verantwortung für kommende Sport- und Tourismusgenerationen.



**Die gesamte Branche: Seilbahnbetreiber, touristische Unternehmen, Wintersportverbände, Wintersportindustrie, Sportfachhandel und Destinationen mit ihren Gästen ist deshalb angehalten, sich aktiv an der gesamtgesellschaftlichen Herausforderung Klimawandel mit entsprechenden Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an die Folgewirkungen zu beteiligen.**

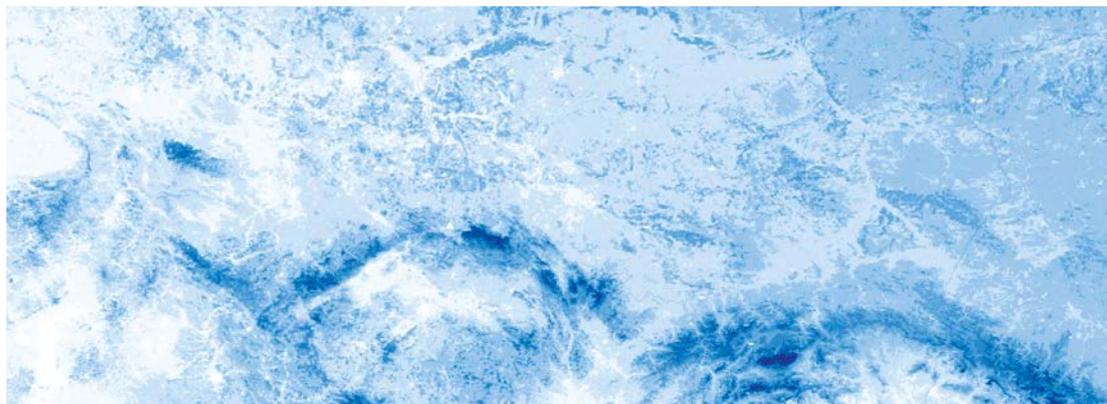
- 1.** Erstellung von CO<sub>2</sub>-Bilanzen in allen relevanten Sektoren/Unternehmen als Potenzialanalyse zur Minimierung der schädlichen Klimawirkung und als Grundlage für Geschäftsentscheidungen mit Bezug auf den Klimaschutz.
- 2.** Durchführung von standortsbezogenen Vulnerabilitätsanalysen zur Erfassung und Bewertung klimatologisch relevanter Parameter (Exposition), der Empfindlichkeit (Sensitivität) und Anpassungskapazität (Resilienz) des jeweiligen Wintersportgebietes. Hier sollten inter- und transdisziplinäre Teams aus den Natur- und Sozialwissenschaftlern sowie Stakeholdern eingebunden werden, die wissenschaftliche Grundlagen zur nachhaltigen Strategieentwicklung beitragen können.
- 3.** Implementierung von nachhaltigen technologischen und organisationalen Innovationen sowie Diversifikation der Angebote zur Sicherung und Weiterentwicklung des Wintersports vor dem Hintergrund der unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels.
- 4.** Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in allen Sektoren des Wintersports. Ziel sollte sein, bezüglich der Treibhausgasemissionen vorbildlich auch für andere Sektoren zu werden; dazu Nutzung modernster Geräte sowie Methoden.
- 5.** Intensivierung der wintersportbezogenen Nachhaltigkeits-, Klimawandel- und Anpassungsforschung.
- 6.** Implementierung von Nachhaltigkeits- und Resilienz-Strategien zur Verbesserung der Widerstands- und Anpassungsfähigkeit und der Stärkung der Innovationsfähigkeit des Wintersports in allen relevanten Handlungsfeldern.
- 7.** Etablierung inter- und transdisziplinärer Partnerschaften, Netzwerke und Systeme zum Informationsaustausch auf allen Ebenen sowie Einbindung der Medien zur Versachlichung der öffentlichen Diskussion.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Expertenforum Klima.Schnee.Sport ist sich in ihren Erwartungen einig, dass sich die Jahresmitteltemperatur in den Gebirgsräumen bis zum Ende des Jahrhunderts um weitere 2 Grad erhöhen wird. Als Folge der Erwärmung wird die für den Schneesport geeignete natürliche Schneedecke langfristig in mittleren Lagen weiter zurückgehen. In diesem Zusammenhang ändern sich ebenfalls die meteorologischen Rahmenbedingungen für die technische Schneeerzeugung. Unsicherheiten und Schwankungen auf regionaler Ebene betreffen besonders die Niederschlagsvorhersage. Alle Akteure der Schneesportbranche sind gefragt, den Klimaschutz zu fördern, insbesondere die Minimierung starker Emissionstreiber und Steigerung der Ressourceneffizienz.

## ABSTRACT

The expert forum Climate.Snow.Sport agrees in their expectations that the annual mean temperature in mountain areas will increase by a further 2 degrees until the end of the century. As a result of the warming, the natural snow cover that is suitable for snow sports will continue to decline in the long term at medium altitudes. In this context, the meteorological conditions for technical snow production will also change. Uncertainties and fluctuations at the regional level particularly affect precipitation forecasts. All players in the snow sports industry are asked to promote climate protection, in particular the minimization of strong emission drivers and an increase in resource efficiency.



## AUTORENSCHAFT: BETEILIGTE FACHWISSENSCHAFTLERINNEN UND FACHWISSENSCHAFTLER, SOWIE INSTITUTIONEN

- **Dr. Andreas Becker**  
Deutscher Wetterdienst (DWD),  
Abteilung Hydrometeorologie
- **Dr. Pirmin Ebner**  
WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF), Forschungsgruppe, Industrieprojekte und Schneesport
- **PD Dr. Andrea Fischer**  
Institut für interdisziplinäre Gebirgsforschung Innsbruck (IGF), Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW)
- **PhD Kay Helfricht**  
Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung Innsbruck (IGF), Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW)
- **Mag. Roland Koch**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),  
Abteilung Klimaforschung
- **Dr. Sven Kotlarski**  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
- **Prof. Dr. Harald Kunstmann**  
KIT-Campus Alpin, Institut für Meteorologie und Klimaforschung und Universität Augsburg
- **Prof. Dr. Michael Lehning**  
WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF),  
Forschungsgruppe Schneeprozesse, Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne
- **Gudrun Mühlbacher**  
Deutscher Wetterdienst, Regionales Klimabüro München
- **Dr. Marc Olefs**  
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG),  
Abteilung Klimaforschung
- **Hansueli Rhyner**  
WSL Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF),  
Forschungsgruppe Industrieprojekte und Schneesport
- **Prof. Dr. Ralf Roth**  
Deutsche Sporthochschule Köln (DSHS), Institut für Outdoor Sport und Umweltforschung, Vorstand Stiftung Sicherheit im Skisport (SIS), Leitung Expertenforum
- **Michael Rothleitner**  
Schneezentrum Tirol am Management Center Innsbruck
- **Prof. Dr. Hans-Peter Schmid**  
KIT-Campus Alpin, Institut für Meteorologie und Klimaforschung TU München
- **Prof. Dr. Ulrich Strasser**  
Universität Innsbruck, Institut für Geographie
- **Dr. Michael Warscher**  
Universität Innsbruck, Institut für Geographie
- **Dr. Karl-Friedrich Ziegahn**  
Karlsruhe Institut of Technology (KIT), Bereich IV Natürliche und gebaute Umwelt

## INFOS UND KONTAKT



**VERANSTALTER**  
Stiftung Sicherheit  
im Skisport  
Hubertusstr. 1  
82152 Planegg  
[www.stiftung.ski](http://www.stiftung.ski)

**LEITUNG**  
**Prof. Dr. Ralf Roth**  
Deutsche Sporthochschule Köln  
Institut für Outdoor Sport und Umweltforschung

E-Mail:  
[roth@dshs-koeln.de](mailto:roth@dshs-koeln.de)

**ORGANISATION**  
**Anika Bichlmeier**  
Stiftung Sicherheit im Skisport,  
DSV-Referentin für Sportraumentwicklung und Nachhaltigkeit

**Alexander Krämer**  
Deutsche Sporthochschule Köln