

## Stellungnahme

Öffentliche Anhörung zum Thema „**Wintersport**“ im Deutschen Bundestag

**Prof. Dr. Carmen de Jong, LIVE, Universität Strasbourg, Frankreich**

Freitag, 22. September 2023

Der Wintersport steht vor zwei großen Herausforderungen, zum einem der Klimawandel und zum anderen die Biodiversitätskrise.

### Wintersport und Biodiversitätskrise

Im neuerschienenen Buch zur Sportgeographie herausgegeben von Gans, P., Horn, M., & Zemann, Ch. werden die räumlichen Wirkungen und Konflikte von Natursportarten diskutiert und dabei zeigt sich, dass der alpine Skisport bei weitem den größtem infrastrukturellem Ausbau aller Sportarten verursacht (Braun, 2023). Dazu zählt der Autor aufwendige Liftanlagen, präparierte Pisten und Beschneiungsanlagen und weist auf die damit einhergehenden Eingriffe in das Landschaftsbild und die teilweise massiven ökologischen Folgen hin. Die große Zahl der Sporttreibenden verursacht zudem eine hohe räumliche Konzentration auf entsprechende Bergregionen und benötigt deshalb den regionalen Ausbau der weiteren Infrastruktur (Braun, 2023).

Wir befinden uns laut der WWF in einer Biodiversitätskrise und dabei ist nach dem IPCC der Habitatverlust der wichtigste Faktor. Er ist der entscheidende Faktor beim Ausbau und der intensiven Nutzung von Skigebieten, vor allem bei der künstlicher Beschneigung und dem Bau von Speicherbecken. In den WSL Berichten über Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz wird vor allem auf die „vielfältigen *negativen Auswirkungen von Beschneiungsanlagen und Pisten*“ verwiesen (Gubler, L. et al., 2020). Potentieller Habitatverlust- oder Beschädigungen sind heutzutage der häufigste Grund für juristische Auseinandersetzung (De Jong, C., 2023), (Pro Natura, 2023).

Der DAV bestätigt, dass die Alpen ein Hotspot der Biodiversität sind und dass die Bewahrung unerschlossener Räume ein elementarer Beitrag zur Bewältigung der globalen Biodiversitätskrise ist. Er erkennt für Tourismusinfrastrukturen (bzw. Wintersportorte): „*Der Tourismus in den Alpen ist oft an umfangreiche technische Infrastruktur im Gebirge gebunden, vor allem im Skitourismus. Neuerschließungen, großflächige Zusammenschlüsse sowie der massive Ausbau von Beschneiungsanlagen stehen nach wie vor auf der Tagesordnung.*“ und weiter „*Der DAV lehnt den weiteren Ausbau der Tourismusinfrastruktur im Alpenraum außerhalb bereits erschlossener Gebiete ab. Durch die verbindliche Festlegung klarer Ausbaugrenzen für technische Anlagen muss eine Erschließung neuer Geländekammern alpenweit verhindert werden*“ (DAV, 2014).

Die aktuelle Anpassung von Wintersportorten an den Klimawandel steht im Widerspruch zur Vermeidung der Biodiversitätskrise, da die heutige Anpassung sehr Ressourcen- und Habitatintensiv ist.

*Ich hatte die Ehre für den Tourismusausschuss im Bundestag am 19. April 2023 eine schriftliche Stellungnahme zum Thema Wintersport und Klimawandel zu erstellen. Diesen Bericht verwende ich als Basis für den folgendem Abschnitt.*

## Klimawandel und Zukunft des Wintersports in verschiedenen Höhenlagen

Allein schon aus geographischer Sicht ist es nicht realistisch, die Zukunft des Wintersports an der 1000 m-Grenze festzulegen. Da diese Grenze hauptsächlich Deutschlands Mittelgebirge betrifft ist es verlockend anzunehmen, dass Regionen wie der Schwarzwald, mit mehr als 100 Gipfel höher als 1000 m, von Klimawandelproblemen in naher Zukunft ausgeschlossen sind. Doch selbst an der 1400 m-Grenze (Schwarzwald, Vogesen und Jura) und sogar an der 1700 m-Grenze (Drôme, Frankreich) findet aufgrund des Klimawandels insbesondere seit 2022 ein grundlegendes Umdenken statt. Sogar in den Alpen bleiben hochgelegene Gebiete nicht vom Klimawandel verschont und bieten keine Schneesicherheit mehr. Hierbei sollte Schneesicherheit bedeuten, dass die Saison durchgängig genutzt werden kann und allein von natürlichem Schnee und weder von Kunstschnee noch Schneetransport über Luft- oder Landwege abhängig ist. Jedoch können hochgelegene Gebiete sich heute auch nicht mehr auf intensive, flächenhafte Beschneigung verlassen, weil die Beschneigung aufgrund der globalen Erwärmung oft gar nicht mehr funktioniert.

Der Winter 2022/23 zeigte auf dramatische Weise, dass die Pisteneröffnung auch in hochgelegenen Standorten wie Sölden in Österreich und Zermatt in der Schweiz nicht durch Kunstschnee gesichert werden konnte. In der Lenzerheide (Schweiz) konnten selbst hundert Hubschraubereinsätze mit Schnee das Wegschmelzen des Pistenschnees nicht verhindern. Auch die höchstgelegene Skistation der Alpen, Val Thorens (ab 2400 m), muss seinen Saisonstart immer häufiger verlegen und selbst an der Zugspitze wurde 2022/23 der Saisonstart um 2 Wochen verschoben. Seit den 1970er Jahren hat sich die Dauer der Schneedecke z.B. in den Schweizer Alpen um fast 6 Wochen verkürzt. Alle aktuellen Prognosen deuten auf eine Beschleunigung dieses Trends der Temperaturerhöhung und des Schnee- und Gletscherrückgangs hin. Angesichts der immer größeren Abhängigkeit von weißen Kunstschneebändern in räumlich und zeitlich verzerrten Maßstäben muss bereits jetzt und nicht erst in 20 Jahren ein Umdenken stattfinden.

Das Verhältnis von Schnee zu Regen nimmt auch in den höchstgelegenen Wetterstationen der Alpen stetig ab und der Schnee bleibt immer kürzer liegen. An der Zugspitze sind die mittleren Wintertemperaturen (von Mitte November bis Mitte April) in den letzten 30 Jahren um mehr als 0.6 °C gestiegen. Die Gletscherskigebiete sind vom Klimawandel sehr stark betroffen und benötigen einen sehr hohen technischen Aufwand, um das Skifahren zu ermöglichen. Um dem drastischen Gletscherrückgang nachzukommen, wird unglücklicherweise auch noch Schnee im Gletschernährgebiet abgebaut und mit dutzenden von dieselbetriebenen Pistenraupen als Bedeckung für die immer länger werdende, künstlich erzeugten Rampen zwischen Lift-Talstation und rückschreitendem Gletscherende vor die Gletscherzunge transportiert. Pisten werden beschneit und benötigen dafür oft mehrere Speicherbecken und für LKW befahrbare Straßen. Dafür werden nicht nur die Gletscher, sondern auch das Gletschervorfeld im großen Maßstab zerstört.

Bereits 2013 wies (De Jong, C., 2013 , De Jong et al. 2017) darauf hin, dass der Wintersport im Harz keine Zukunft hat. Selbst der Ausbau von Kunstschneeinfrastruktur und Speicherbecken 2013/14 am Wurmberg (971 m) im Harz, konnte die Betriebstage aufgrund von zu warmen Temperaturen nicht wesentlich steigern. Im Mittel gab es nur 70 Betriebstage mit Kunstschnee - ein Plus von nur 2 Wochen im Mittel gegenüber der Zeit ohne Kunstschnee und weit entfernt von den versprochenen 110 Tagen. Heute ist der Winterbetrieb nur noch ein Nebengeschäft. Dabei kämpft das Gebiet nicht nur mit mangelndem Schneefall und zu warmen Temperaturen, sondern auch mit Sturm infolge des Baumsterbens durch die Klimaerwärmung, Dürren und Insektenbefall, der an 34 Tagen oder 40 % der Zeit zum Ausfall des Liftbetriebes 2022/23 führte. Im Jahr zuvor kam es sturmbedingt zu 70 Tagen Liftausfall im Winter. Im Januar 2023 wurde das

Raumordnungsverfahren im Zusammenhang mit dem geplanten Skiausbau des benachbarten Winterbergs bei Schierke endgültig eingestellt.

Für das höchstgelegene Skigebiet, der Feldberg auf 1493 m im Schwarzwald, wurde 2023 von den Wirtschafts- und Umweltministerien Baden Württembergs bekräftigt, dass keine finanzielle Unterstützung für neue Skiinfrastrukturen zur Verfügung gestellt werden wird (dpa, 2023). Mit dem Finanzierungsstopp für neue Skiinfrastrukturen ist 2023 ein Scharnierjahr für die drei größten und höchstgelegene Mittelgebirgs-Skigebiete in Deutschland und Frankreich. Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bevor die restlichen, viel tiefer gelegeneren Mittelgebirge auf Alpinski verzichten müssen.

### Klimawandel und Schließungen von Skigebieten

Aktuelle wissenschaftlichen Studien weisen alle darauf hin, dass der Klimawandel rasch voranschreitet und fast jedes Jahr zu einem neuem Rekordjahr wird, nicht nur in Bezug auf die Temperaturen, sondern auch auf Schnee- und Gletscherrückgang. Dabei nimmt der Schneeanteil zugunsten vom Regen stetig ab. Daten bis 2012 aus den höchstgelegenen meteorologischen Stationen der Alpen, Sonnenblick (3105 m Höhe) in Österreich und Weissfluhjoch (2540 m Höhe) in der Schweiz zeigen, dass das Verhältnis von Schnee zu Regen jeweils um 1,2 % und 1,3 % pro Jahrzehnt abgenommen hat (Marty & Meister, 2012). Dieser Trend hat sich seither verstärkt. Die 10 höchstgelegenen Skigebiete in der Schweiz und Österreich liegen in diesem vulnerablen Höhenbereich überwiegend auf Gletschern d.h. zwischen 3020 und 3899 m Höhe in der Schweiz und zwischen 2872 und 3440 m Höhe in Österreich. Jetzt schon sind Regen- anstelle von Schneefällen ein Problem in manchen hochgelegenen Skistationen wie z.B. der Winter 2022/23 in Les Menuires, Savoyen, Frankreich selbst auf 2000 m Höhe.

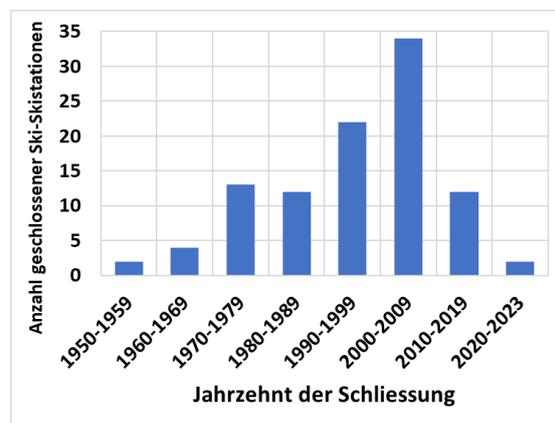
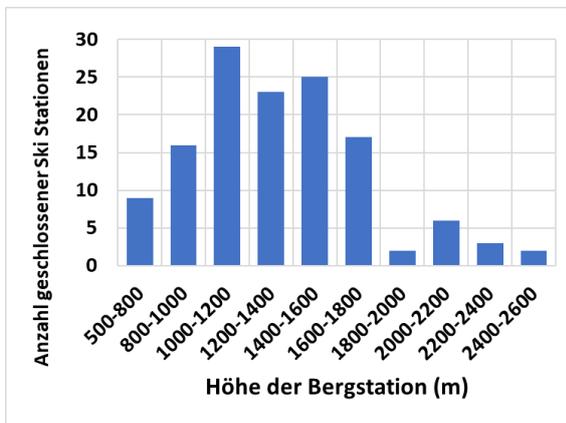
Die neueste Studie zum Thema Schnee- und Klimawandel bestätigt eine vom globalen Temperaturanstieg verursachte Reduktion des Schneeanteils in den Gebirgen der nördlichen Hemisphäre (Ombadi et al., 2023). Es wird nicht nur eine Verschiebung von Schnee zu Regen festgestellt, sondern auch die damit verbundene Gefahr, dass hohe Höhelagen im Gebirge zu „Hotspots“ zunehmender Niederschlagextreme werden. Naturgefahren wie Hochwasser, Muren und Rutschungen sollen zunehmen. Diese Naturgefahren werden bis jetzt im Zusammenhang mit den Skigebieten in vielerlei Hinsicht unterschätzt. Naturgefahren in den Alpen betreffen nicht nur die Verkehrsinfrastrukturen, wie Bahnlinien, Straßen und Tunneleinfahrten, sondern selbst Liftpfeiler und Wintersportinfrastrukturen. Im Sommer 2021 wurde beispielsweise die Bob- und Rodelbahn am Königsee, Bayern, mit einer Starthöhe auf 1250 m in einem Wildbach von einer Mure massiv zerstört.

Der Klimawandel hat im Zusammenhang mit der Schneeabnahme auch Auswirkungen auf die Schließung von Skigebieten. Bisher wurden davon hauptsächlich nur sehr kleine Skigebiete betroffen die nur einen geringen Anteil der alpenweite Skipistenfläche ausmachen. In der Schweiz betreffen 80% der Schließungen Skigebiete deren Bergstation oberhalb von 1000 m Höhe liegen, ca. 25% der gesamten Schließungen liegt sogar oberhalb von 1600 m Höhe. Dies widerspricht der allgemeinen Annahme, dass nur Skigebiete unterhalb von 1000 m Höhe gefährdet sind. Es sind sogar Skigebiete bis zu 2600 m Höhe von Schließungen betroffen. Beinahe die Hälfte aller Schließungen fand seit dem Jahr 2000 statt und die stärkste Welle der Schließungen fand zwischen 2000 und 2010 statt. Seit 2010 nimmt die Anzahl der Schließungen zwar ab, aber dies ist nur als „die Ruhe vor dem Sturm“ zu interpretieren. Laut dem Schweizer National Centre for Climate Services ist eine Welle der Skigebiets Schließungen zu erwarten (NCCS, 2021). Mit dem rasch voranschreitendem Klimawandel wird nach meinen Analysen eine größere Anzahl von größeren

Flächen in höher gelegenen Skistationen (vor allem auch oberhalb von 1400 m) von Schließungen betroffen sein.

Ähnlich wird es in den anderen Skigebieten der Alpen ablaufen. In Frankreich wurde in diesem Jahr (2023) die Skistation La Sambuy, mit einer Gipfelhöhe von 1850 m in den Bauges in der Nähe von Albertville geschlossen. Viele andere Stationen haben auch auf dieser Höhe inzwischen ihren Betrieb eingestellt. Laut Métral (2021) haben ca. 200 der 584 Skistationen in Frankreich inzwischen geschlossen. Einige wurden bereits in den 1930er Jahre eröffnet, aber die meisten Schließungen haben, wie in der Schweiz, in den letzten 20 Jahre stattgefunden. In Frankreich hat 31% der Skistationen bereits geschlossen. Im Mittelgebirge liegt diese Zahl zwar sehr viel höher z.B. haben 60% der Skistationen im Massif Central ihren Betrieb eingestellt, jedoch sind das nur 2% der gesamten Pistenfläche.

Laut einer Studie aus dem Jahr 2011, wurden in Italien 186 Skistationen aufgegeben und 288 sind noch geöffnet (Clavarino, T., 2019).



**Skigebiets-Schließungen in der Schweiz nach Höhe (links) und Jahr (rechts). Daten bearbeitet nach (Fehr, R., 2023). Die Daten sind unvollständig.**

Für Österreich ist die Datenlage unklar. Dieses Jahr (2023) hat das Skigebiet Kasberg (Bergstation bei 1600 m Höhe) in Oberösterreich den Betrieb eingestellt und im Jahr 2021 das Skigebiet Ötztal (Bergstation 1426 m) in Oberösterreich.

Dagegen sind bereits heute in den südlichen Alpen und am Alpenrand viel höhere Skigebiete auf mehr als 3200 m von Schließungen betroffen. Dort wird die Schließungswelle noch viel schneller voranschreiten. Gravierend ist bereits der Anfang einer Schließungswelle in hochgelegenen Gletschergebieten in den Hautes Alpes in Frankreich. Im Jahr 2023 wurde das Chiaupe Gletscher Skigebietes in La Plagne, Savoyen, Frankreich auf 3250 m Höhe nach fast 50 Jahren Betrieb aufgrund des Klimawandels geschlossen. Auch die sommerliche Schließung der beiden Gletscherskigebiete Tignes und Val d’Isere in Frankreich letztes Jahr (2022) wird sich wohl häufiger wiederholen. Noch eindeutiger ist das Verschwinden von ganzen Gletschern. Der bisher im Sommer für Skitraining genutzte Sarenne Gletscher, Isère, Frankreich, auf einer maximalen Höhe von 3323 m, wurde 2023 von der IGS (International Glaciological Society) für „tot“ erklärt. Dort wurde trotz des rasch zurückschreitenden Gletschers 2014 für 7,5 Millionen Euros ein neues Wasser-Speicherbecken und Kunstschneefinfrastruktur ausgebaut.

In Österreich hat das Gletscherskigebiet Dachstein, in der Steiermark, auf 2999 m Höhe der höchste Gletscher in den Ostalpen, im Jahr 2022 endgültig geschlossen

### Reaktion anderer Länder auf den Schneemangel in den Wintersportregionen

Die Region Grand Est in Frankreich unternimmt auf Grund des Klimawandels keine neuen Investitionen in Ski- und Kunstschnee-Infrastrukturen in den Vogesen (Ott 2023). „Man sollte schrittweise aufhören, in Skifahren zu investieren und schneller (auf den jetzigen Zustand) reagieren“, so Thomas Cron, der Geschäftsführer von Markstein, der zwischen 1100 und 1340 m höchstgelegenen Skistation der Vogesen. Ebenfalls verzichten seit 2022 die zwischen 1200 bis 1700m noch höher gelegenen Skigebiete im Vercors, Department Drôme, gänzlich auf neue Beschneiungsanlagen und bemühen sich stattdessen um den Schutz der Wasserressourcen in den Skigebieten. Im französischen Jura sieht die Station Métabief (900 -1463 m) ein offizielles Ende des alpinen Skibetriebes im Zeitfenster 2030-2035 vor und wird dabei als Klimawandelanpassungsmaßnahme durch das Ministerium für den Ökologischen Übergang unterstützt (MTECT, 2022).

Wintersportregionen in Europa leiden nicht nur unter Schnee-, sondern zunehmend auch unter Wassermangel und Wasserkonflikten. In Südtirol (Italien) wurde ab März 2023 die künstliche Beschneigung von Pisten wegen Wasserknappheit infolge einer mehrjährigen Dürre verboten (RAI, 2023). Seit dem Dürrewinter 2006/07 sind sowohl die Alpen als auch Mittelgebirge verstärkt von Problemen der Wasserversorgung für die Beschneigung betroffen, jedoch wurde die Beschneigung fast immer von Verordnungen zur Wasserknappheit und der damit verbundenen vorübergehenden Schließungen von Skigebieten ausgeschlossen oder mit Ausnahmeregelungen umgangen. Beschneigungsverbote werden auf Grund von Wasserknappheit in Zukunft häufiger erforderlich sein und dazu führen, dass die Schneesicherheit noch weniger gewährleistet ist.

### Ganzjahreskonzepte für Wintersportregionen und Diversifizierung des Angebotes

Der Schlüssel beim alternativen Wintersport basiert, wie beim sanften Tourismus, auf den „gleichgewichtigen Einbezug der Forderungen nach wirtschaftlicher Ergiebigkeit, nach intakter Umwelt sowie nach der Berücksichtigung der Bedürfnisse aller beteiligten Menschen, insbesondere auch der einheimischen Bevölkerung“ (Müller 2011). Durch die Abkehr vom klassischen Wintertourismus werden die Kosten für die Infrastruktur und deren Instandhaltung stark reduziert. Sowohl die Hauptsaison, wie die Nebensaison, wird ausgebaut und der Fokus liegt auf den regionalen und lokalen Besonderheiten (Schmid 2017). Erfolgskonzepte aus der Schweiz beinhalten die eigene Fortbewegung durch Human Powered Mobility, verknüpft mit Lehrpfaden zur Entdeckung der lokalen Produkte, Brauchtum und Traditionen bis hin zu interessensweckender Geologie, Botanik und Fauna und/oder Natur- und Nationalparks. Qualitativ hochwertige Angebote und wiederkehrende Events in den Bereichen Musik, Kunst, Sport, aber auch Gesundheit oder Geschäftstourismus führen ebenfalls zum Erfolg.

Andere Vorreiter der Ganzjahreskonzepte sind die 33 Bergsteigerdörfern in den Alpen. Sie richten sich an strengen Kriterien wie Ortsbild- und Landschaftsqualität aus und, wie bereits der Name andeutet, geht es hier um Schneeschuh- und Skitouren im Winter, um Bergsteigen und Wandern im Winter, wie im Sommer, ohne technische Aufstiegshilfen, um den Erhalt des Dorfcharakters und um kulinarische sowie kulturelle Angebote. Massenwintertourismus ist hier ausgeschlossen.

Wie sich in diesem Winter auch im Schwarzwald gezeigt hat, haben die Skigebiete mit Sommer- und Wellnessangeboten am besten die schneelose Zeit überlebt. Initiativen, die sich mit den Konzepten der lokalen Kommunen verbinden lassen, zur lokalen Wirtschaft beitragen und alle Altersgruppen ansprechen, sind zukunftsfruchtig. Von Mountainbiking ist Abstand zu nehmen, da es im wörtlichen Sinn tiefe Spuren durch Erosion in der Landschaft hinterlässt.

Im Interreg Projekt BeyondSnow (*Beyond Snow. Alpine Space Interreg, 2023*) wird zwar das Alpinski fahren auf kleiner Flamme beibehalten, aber parallel dazu alternative Wintersportangebote stark entwickelt. In der Übergangsphase zum Ende des alpinen Skibetriebs sollen in Métabief sowohl öffentliche als auch private Investoren ermutigt werden, in das kulturelle und natürliche Erbe in der Region zu investieren. Auch lokale Kenntnisse sollen erforscht und mobilisiert werden. Es wird geplant, ein „Mountain Hub“ zu kreieren mit neuen Angeboten im Gebirge, im respektvollen Umgang mit der Biodiversität und anderen menschlichen Aktivitäten, wie die Landwirtschaft und Forst. Vorgesehen sind unter anderem Sommerrodelbahn, Mountain Biking, eine Mountain Bike Schule und Waldgipfelpfade. Am Mont d’Or Massif sind Wandern, Mountain Biking, Paragliding, Trail Running and Naturentdeckung geplant. In den anderen Pilotgebieten des BeyondSnow Projektes z.B. Werfenweng, werden Ski-, Schneeschuh- und Schlittentouren, Winterwandern vorgeschlagen. Überlegungen zur Nachhaltigkeit beim Transport sollten die Verkehrsangebote miteinbeziehen. Wo Wintersportgebiete mit guten Zug- und Busverbindungen (z.B. neues 49-Euro-Ticket) im unmittelbaren Umkreis von Großstädten angeknüpft sind, kann ein Ganzjahresbetrieb erfolgreich sein.

Noch interessanter sind aktuelle Beispiele aus Italien wo Skigebiete ganz geschlossen haben. Zum Beispiel hat Panarotta 2002 (Bergstation auf 2002 m) letztes Jahr den Betrieb ganz aufgegeben. Als erster Schritt wurde sein Name auf „Panarotta Skialp-Natur“ umbenannt. Diese Destination ist Skitouren im Winter gewidmet und Wandern im Sommer. Ähnlich wurde im nahegelegenen ehemaligen Skigebiet Gaver (Bergstation 1500 m) das bereits 2014 geschlossen wurde, vorgegangen.

### Nachhaltigkeit beim Wintersportangebot

Die Nachhaltigkeit von Skigebieten steht vor vielen Herausforderungen und wird oft nur auf den Ausstoß von CO<sub>2</sub> reduziert, ohne dabei die viele anderen Umweltaspekte miteinzubeziehen (De Jong, C., 2013, 2020a & b, De Jong, C., 2023). Viele Umweltprobleme bedrohen, zum Teil irreversibel, durch Übernutzung und Verschmutzung von natürlichen Ressourcen die Nachhaltigkeit von Wintersportgebieten. Je intensiver die Beschneigung und je höher der technische Aufwand bei der Pistenbearbeitung, desto stärker der Druck auf die Ressourcen Wasser und Energie. Dies beeinträchtigt sowohl die Wasserqualität- und -quantität, die Biodiversität sowie die Bodendurchlässigkeit und führt zu Luft- und Lichtverschmutzung. Der ständig zunehmende Bau von Speicherbecken für das Beschneigungswasser (schätzungsweise mehr als 1200 in den Alpen) führt oft zum Verlust von wichtigen natürlichen CO<sub>2</sub>-Senken wie natürliche Seen und Feuchtgebieten und beeinträchtigt den Restwasserabfluss. Als Folge kann es zu gravierendem Biodiversitätsverlust kommen, wie z.B. der Vernichtung von alpin-endemischen Spezies in Obergurgl (2020).

Die Situation wird infolge von Dürren und unzureichenden winterlichen Wasserressourcen zunehmend kritischer. Oft reicht das Wasser aus den lokalen Quellen und Bächen nicht mehr aus und es wird Wasser über hunderte von Höhenmetern von den Flüssen aus dem Talboden hochgepumpt. Manche neugebauten Speicherbecken sind zu 100% abhängig vom Talwasser, so auch das Becken am Wurmberg im Harz. Ein beunruhigender Trend im Zusammenhang mit Dürren in den Alpen und Mittelgebirgen ist die Vergabe von Genehmigungen zum Anzapfen von Trinkwassernetzwerken und neuerdings auch Grundwasser. Beispielsweise darf Wasser aus bis zu 50 m Tiefe aus dem Isartal bei Lenggries über 600 Höhenmeter zum Füllen des Brauneck-Speicherbeckens hochgepumpt werden, wobei das Grundwasser im Talboden auch zur Trinkwasserversorgung der Gemeinden dient.

Die Wasserversorgung für die künstliche Beschneigung stellt nach (CIPRA Deutschland, 2023) die größte Herausforderung dar. Auch in der Schweiz ist man sich darüber bewusst „Die Beschneigung benötigt jedoch viel Wasser, das im Herbst und Winter in den Höhenlagen meist nicht natürlicherweise vorhanden ist“ und weiter „Die Bergbahngesellschaften bauen zunehmend Speicherbecken für Schmelz- und Niederschlagswasser, was die Landschaftsqualität beeinträchtigen kann. Vielerorts muss aber auch Wasser aus tieferen Lagen für die Beschneigung hinaufgepumpt werden, was viel Energie kostet“ (NCCS, 2021). Auch über die Tatsache, dass es bis zu 38% Wasserverluste geben kann ist man sich bewusst (Grünewald & Wolfsperger, 2019), (De Jong, 2013).

Es bleibt anzuzweifeln, ob alle wasserrechtlichen Genehmigungen für die flächenhafte künstliche Beschneigung von Pisten rechtskonform sind oder nicht eindeutig im Widerspruch zum Tourismusprotokoll der Alpenkonvention (2002) und zum europäischen Recht stehen. Es wird immer öfter medial diskutiert, ob Baugenehmigungen für Kunstschneeinfrastruktur von den Seilbahnbetreibern im Widerspruch zu Umweltvorschriften umgangen oder durch Ausnahmeregelungen im Nachhinein ermöglicht werden. Im Fall des geplanten Speicherbeckens Montafon (Österreich) ging es darum, ob Beschneigungsanlagen UVP pflichtig sind. Die beauftragten Verfassungs- und Verwaltungsjuristen schlussfolgerten, dass die UVP-Regelungen in Österreich hinsichtlich Beschneigungsanlagen EU-konform auszulegen seien (Bußjäger und Ennöckl 2019). Geklärt werden konnte es damals nicht, weil der Antrag auf Bau der Beschneigungsanlage zurückgezogen wurde, aber zur Frage der UVP-Pflicht von Beschneigungsanlagen läuft zurzeit ein Vertragsverletzungsverfahren der EU gegen Österreich (2021). In Bayern normiert das Bayerische Wassergesetz für Beschneigungsanlagen nur dann eine UVP-Pflicht, wenn der künstlich erzeugte Schnee auf mehr als 15 ha Fläche verteilt werden soll oder die Anlage auf mehr als 1800 m üNN liegt. Es versteht sich von selbst, dass unter den oben-angeführten Bedingungen Anlagen keiner UVP-Prüfung unterliegen, selbst wenn Grundwasser verwendet wird oder Moore betroffen sind.

Im Prinzip sind schneeunabhängige Angebote oder Angebote ohne pistenbasierten Alpinski im Winter am besten an den Klimawandel angepasst und am umweltverträglichsten. Der gravierende Wassermangel in Südtirol, der letztendlich zum Verbot der künstlichen Beschneigung führte, sollte unser Bewusstsein dazuhin wecken, dass Wasser zu wertvoll ist, um es für den Wintertourismus zu verschwenden.

### Olympische Winterspiele und das Dilemma des Naturschutzes

In seinem neuem Buch beschreibt Bätzing, W. (2023) wie der Mensch auch in den Wintersportgebieten zum „Homo destructor“ wird und bezieht sich dabei auf seine langjährige empirischen Analysen der Mensch-Umwelt-Beziehungen in den Alpen: „Indem er (der Mensch) davon ausgeht, dass ihm die gesamte Welt unmittelbar zur Verfügung steht und er alle seine Möglichkeiten ins Unendliche perfektionieren kann, wird er zum Homo destructor, und er macht aus seiner lebendigen, vielfältigen und attraktiven Lebenswelt eine rein funktionale, sterile und lebensfeindliche Welt, die zugleich alle natürlichen Grundlagen ihrer Existenz zerstört.“

Diese Feststellung lässt sich gut übertragen auf die Umgestaltung von ganzen Gebirgshängen- und Regionen für Ski-Wettkämpfe, sowohl in den Alpen als besonders auch in Naturschutzgebieten in anderen Gebirgen weltweit, wo es ausschließlich um die Rekordlänge und -Neigung von Abfahrtspisten ankommt.

Folgender Abschnitt (S. 8 - 12) wurde aus dem Buchkapitel de Jong (2023) Kapitel 7. *Umweltauswirkungen von Skigebieten und Olympischen Winterspielen in Gans, P., Horn, M., & Zemann, Ch. (Hrsg.), Sportgeographie. Ökologische, ökonomische und soziale Perspektiven (S. 18). Springer Spektrum übernommen (De Jong, C., 2023).*

„Aktuelle Studien zeigen, dass sich im Laufe der Zeit die Nachhaltigkeit der Olympischen Winterspiele immer mehr verschlechterte (Müller et al., 2021, Boykoff, 2021). Während Wissenschaftler sogar von vorsätzlichen und irreversiblen Umweltschäden ausgehen (Geeraert und Gauthier 2018), behauptet unterdessen das International Olympic Committee (IOC), dass die heutigen Spiele positive Auswirkungen auf die Umwelt haben. Bemerkenswerterweise unterstützen alle ebenfalls am Genfersee ansässigen Umweltorganisationen International Union for Conservation of Nature (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP) und World Wide Fund for Nature (WWF) diese Behauptung. Auch das im Voraus vergebene ISO-Nachhaltigkeitszertifikat, das ausdrücklich die Durchführung der Spiele miteinbeziehen sollte, verstärkt nur diesen Widerspruch und den Missbrauch des Begriffes der Nachhaltigkeit. Die Olympischen Winterspiele sind jedoch nicht nur wasser- und energieintensiver als der Betrieb einer normalen Skisaison in einem vergleichbaren Zeitraum, sondern sie benötigen auch einen viel größeren infrastrukturellen Ausbau. Ihr großes Prestige führt dazu, dass das Umweltrecht eigentlich weder im Zusammenhang mit dem Ausbau noch während der Spiele respektiert wird. Kompromisse, wie die Übernahme von existierenden Standorten oder Verlegung in weniger spektakuläre Räume außerhalb von Naturschutzgebieten oder eine Absage laufender Spiele wegen inakzeptabler Maßnahmen zur Sicherung des Pistenschnees bei Tauwetter, werden erst gar nicht in Erwägung gezogen. Dabei verstößt das IOC gegen seine eigenen Nachhaltigkeitsstrategien, z. B. „Respekt vor Naturschutzgebieten“ und „Nutzung von existierenden Infrastrukturen“ (IOC 2017). Zudem schließt das IOC nicht nur vor Rechtsverstößen die Augen, sondern trägt in seinen Evaluierungsberichten aktiv zum *greenwashing* bei. Sachkundige werden ausgeklammert, z. B. gibt es keinen einzigen Umweltexperten im Umweltbeirat des IOC.

Beunruhigend ist, dass seit Sotschi 2014 vom IOC zunehmend exotischere Ziele in niederen Breiten von 27 bis 43° N zugelassen werden. Bis 2010 fanden die 21 Spiele mit fünf Ausnahmen (wovon Nagano 1998 auf der damals niedrigsten Breite von 36° N inzwischen wegen des Klimawandels aufgegeben wurde) viel weiter nördlich zwischen 44° und 61° N statt. Seither werden bei jedem neuen Austragungsland neue Skianlagen mit neuen Rekorddimensionen für Skipisten, Beschneiungsanlagen, Sprungschanzen, Bobbahnen usw. gebaut. Infolgedessen wurden bei den letzten drei Winterspielen große Teile – bis hin zu gesamten Kernzonen – von extrem geschützten, oft weltweit einzigartigen Gebirgsökosystemen für den Neubau zerstört. Betroffen sind vor allem Rote-Liste-Spezies. Obwohl es nur noch ca. 20 Individuen des Persischen Leoparden in ganz Russland und 20 Individuen des Goldenen Leoparden in ganz China gibt, wurden genau die wenigen, zu deren Schutz dienenden Naturschutzgebiete für die alpinen Skiabfahrten von Sotschi 2014 und Peking 2022 geopfert. Unter dem Deckmantel des internationalen Sports werden zunehmend Eingriffe in die international bedeutungsvollsten Naturschutzgebiete der Welt gerechtfertigt, anstatt den Sport zu nutzen, um Bewusstseinsbildung und Unterstützung für die Umwelt zu generieren (WWF 2015).

Bei der Anlage neuer Skipisten werden vielmehr die von FIS/IOC definierten Kriterien für standardisierte Skipisten und künstliche Beschneigung „mit ausreichender Kapazität“ (meistens 100 %) umgesetzt. Dies bedeutet nicht nur, dass ein Höhenunterschied von mindestens 800 m mit steilem Gefälle eingehalten werden soll, sondern auch der infrastrukturelle Ausbau von

Speicherbecken und Kunstschneeleitungen. Bei der Suche nach geeigneten Standorten wird das Gebirge zur Kulisse, ganz unabhängig von Naturschutzwürdigkeit und Wasserverfügbarkeit für die Beschneigung. Paradoxe Weise erhielten sowohl Pyeongchang 2018 wie Peking 2022 bereits zwei bzw. drei Jahre im Voraus die ISO 20121 Umweltzertifizierung (IOC 2019). Dabei wurden Umweltaspekte entweder überhaupt nicht oder nur unzureichend berücksichtigt.

Schlimmer noch, werden nach den Spielen Verpflichtungen gegenüber dem IOC zur Einhaltung von Umweltschutz oder Umweltkompensation fast immer auf Grund von fadenscheinigen Argumenten gestrichen. Der touristische Aus- und Neubau von Skigebieten geschieht selbst dort, wo der Rückbau Bedingung war (Lee 2019). In manchen Fällen ist der postolympische Ausbau von Skigebieten noch invasiver als der olympische Ausbau. Bereits ein Jahr nach Sotschi wurde anstelle der versprochenen Einrichtung von zwei neuen Naturschutzgebieten am Rande des westkaukasischen Weltnaturerbes eine massive Erweiterung von Skigebieten auf Kosten der Reduzierung des zweitgrößten Naturschutzgebietes Europas durchgeführt (WWF 2015). Die Wiedereinführung des Persischen Leoparden in die Region im Jahr 2016 hatte wegen der Fragmentierung der Hauptwanderwegen durch die Skigebiete bisher nur wenig Erfolg.

### **Vancouver 2010**

Seit 2010 übertrifft sich jeder Standort mit dem Anspruch die „grünsten und nachhaltigsten Spiele je“ zu sein. Doch Vancouver 2010 wurde extrem energie- und wasserintensiv. Am subalpinen Cypress-Mountain-Standort wurde Wasser zur Beschneigung hochgepumpt und im Vorfeld gespeichert. Dennoch kam es kurz vor Start zu Schneemangel wegen Tauwetters bei Temperaturen von +12 °C und Regen. Der drei Monate im Voraus produzierte und vor Ort gelagerte sowie bereits auf den Pisten verteilte Kunstschnee schmolz in den niedrigen Lagen weg. Zur Rettung der Spiele wurden ca. 1.000 Strohballen (57 Tonnen) im Fünf-Minuten-Takt per Hubschrauber herantransportiert, um aus Stroh eine drei Meter hohe Grundlage für die Pisten zu erzeugen. Es folgte Schnee, der aus höheren Lagen in dreistündiger Entfernung mit ca. 350 Lkw-Ladungen hertransportiert und dann mit ca. 300 Hubschrauberladungen auf dem Stroh verteilt wurde. Alle Schneedepots wurden zur Rettung per Hubschrauber in die höheren Lagen transportiert. Pistenschnee wurde mit Trockeneis gekühlt. Insgesamt benötigten die Spiele ca. 850.000 m<sup>3</sup> Wasser zur Beschneigung. Erstaunlicherweise spiegeln sich die außerordentlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Stroh- und Schneetransport sowie der hohe Wasserverbrauch für die Beschneigung in keinerlei Energiebilanz oder wissenschaftlicher Studie wider (Müller et al. 2021). Trotz der bereits 2010 auftretenden Probleme und neuen Wasserengpässen am höheren Whistler-Standort ist es unverständlich, warum Vancouver als Standort der Olympischen Winterspiele in Szenarien sogar bis 2080 als äußerst schneesicher gilt (Scott et al. 2022).

### **Sotschi 2014**

Sotschi stand nicht nur 2014 vor noch größeren Herausforderungen. Es ist bis heute mit katastrophalen Langzeitfolgen konfrontiert. Bereits 2007 appellierten 47 russische Umweltorganisationen ohne Erfolg an das IOC gegen den Ausbau in den Naturschutzgebieten. Das Gebirge rund um die Skiorte Krasnaya Polyana und Rosa Khutor war vor den Winterspielen nicht nur unverbaut, sondern auch Teil der Kernzone des Sotchi National Park und Caucasian State Biosphere Reserve (Shevchenko 2018). Grünes Licht zur Aufhebung der Naturschutzgebiete wurde vom Umweltminister persönlich gegeben (Shevchenko 2018). Der widerrechtliche Ausbau der Skiinfrastrukturen und Olympischen Dörfer auf unbebaubarem Land zerstörte ca. 60 km<sup>2</sup> des kaukasischen Reservates durch Fragmentierung (O'Hara 2015) und verursachte 2013 im Sotchi National Park beinahe das Aussterben des Braunbären (*Ursus arctos meridionalis*; Gazaryan und

Shevchenko 2014). Ferner wurde versehentlich der Buchsbaumzünsler bei der Begrünung der Wettkampfstätten 2012 miteingeführt, was beinahe das Aussterben der lokalen Buchsbäume am Nordhang des Kaukasus verursachte (NABU 2016).

Auch Menschen waren vom Ausbau betroffen. 2009 wurden beim Bau von Auto- und Eisenbahn alle Brunnen des Dorfes Akhshtyr oberhalb des Flusses Mzymta verschüttet. Es gab daraufhin kein fließendes Wasser mehr. Gegen diese humanitäre Katastrophe wurde nichts unternommen, obwohl Human Rights Watch sechs Jahre vor Sotschi den IOC-Präsidenten dazu aufforderte (O'Hara 2015). Ferner führten die Entwaldung und Bauarbeiten im Gebirge zu Verschmutzungen und Niedrigwasser der Flüsse Achipse, Laura sowie Mzymta und reduzierten ihre Fischbestände fast auf null (O'Hara 2015).

Die Entwaldung für den Pistenbau auf den steilen Hängen vermehrte Naturgefahren durch Muren, Rutschungen und Lawinen. Meterhohe Muren unterbrachen die einzige Straße zum Olympischen Dorf von Krasnaya Polyana bereits wenige Monate nach den Spielen (persönliche Mitteilung Nikolay Kazakov, ehemaliger Leiter des Institute of Avalanche and Debris Flows, Russian Federation). Inzwischen haben die Muren derart zugenommen, dass sie Menschenleben gefährden (Shvarev et al. 2021). Lawinen beschädigten oder zerstörten ebenfalls mehrmals jährlich fast alle im Bau befindlichen sportlichen Einrichtungen und Zufahrtsstraßen (Kazakov et al., 2012). Wegen massiver Entwaldung, künstlicher Versteilung der Skipisten und Bearbeitung der Schneedecke nahm die Lawinengefahr stark zu, und infolge mangelnder Lawinen-Prävention (d. h. künstlicher Auslösung) gab es bereits einen Monat nach den Spielen zwei Lawinenopfer.

Zugleich litt Sotschi trotz 80 Prozent künstlicher Beschneigung unter Schneemangel. Ein Teil der 450.000 m<sup>3</sup> Kunstsnee, der über den Winter gespeichert wurde, schmolz gegen Ende der Spiele ebenfalls bei Temperaturen von +12 °C weg. Der Pistensnee wurde mit 24 Tonnen grobkörnigem Salz „gerettet“, das mit einem gecharterten Flugzeug aus Zürich eingeflogen wurde. Die Auswirkungen des Salzes auf das Ökosystem und die Infrastrukturen waren immens. Auch hier fehlt eine wissenschaftliche Energie- oder Umweltbilanz.

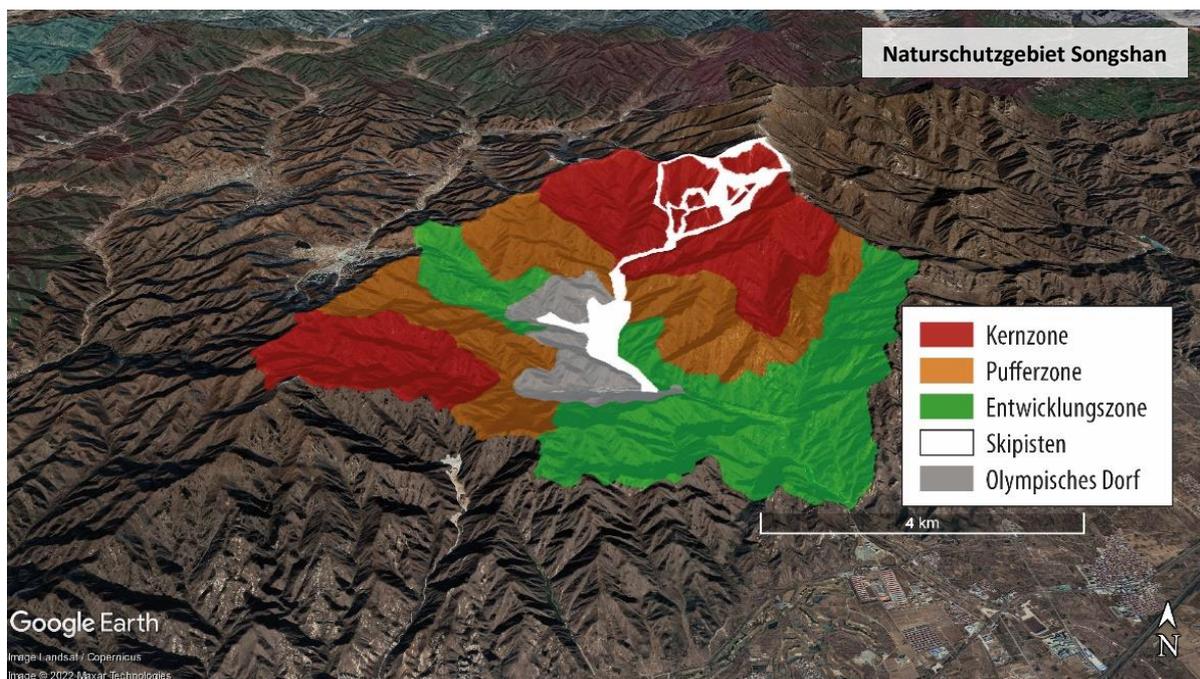
### **Pyeongchang 2018**

Pyeongchang 2018 war zu 90 Prozent beschneit und setzte sich ebenfalls auf gravierende Weise über Naturschutzgesetze hinweg. Der alpine Skistandort von Jeongseon unterhalb des Berges Gariwang zerstörte Teile eines der bedeutendsten Naturschutzgebiete mit Urwald weltweit ((Lee, 2021). Der einzigartige Gebirgswald enthält 500 bis 1.000 Jahre alte Bäume. 2008 stellte der südkoreanische Forstdienst den Wald als genetisches Ressourcenschutzgebiet unter Schutz. Doch strich der Forstdienst 2013 eigenhändig den Namen des Naturschutzgebietes aus seiner Liste der genetischen Schutzgebiete für den alpinen Skiausbau. Das Organisationskomitee setzte sich über die verbleibenden Einschränkungen für das Naturschutzgebiet hinweg, indem es erfolgreich ein speziell für die Olympischen Spiele erstelltes Gesetz einforderte. Die Entscheidung wurde mit den FIS-Auflagen zur Anlage von Pisten gerechtfertigt. Das IOC berücksichtigte nicht die Aufforderung von Umweltgruppen, bestehende Skigebiete mit kürzeren, in Ausnahmefällen zulässigen Hängen auszuwählen (Lee, 2019). Koreanische Umweltaktivistinnen und -aktivisten schickten vergebens eine Petition an das IOC, um die Pläne für die Entwaldung zu verwerfen. In der Folge wurden ca. 58.000 Bäume, darunter seltene Arten wie die nur in Korea vorkommende riesige Wangsasure-Hybrid-Espe sowie Eiben und Koreas älteste Eichen auf 78 Hektar des insgesamt 2.175 Hektar großen Schutzgebietes gefällt. Die lokale, selbstsuffiziente Bergbevölkerung verlor durch den Verlust des Berghabitats sowohl ihre Ernährungsgrundlage als auch ihr Einkommen (Yoon, 2020). Das unrealistische Versprechen, die uralten Bäume umzupflanzen und nach den Spielen jüngere

Bäume auf die Piste zu setzen, wurde nicht eingehalten. Man erweiterte das Skigebiet mit dem absurden Argument, Öko-Tourismus betreiben zu wollen (Lee 2019).

### Peking 2022

Peking 2022 wurde vom IOC erstmals als „grün“ und „CO<sub>2</sub>-neutral“ angekündigt. Die Spiele wurden aber wegen des Mangels an natürlichem Schnee, dem ariden Klima und der extremen Wasserknappheit eher die „unnachhaltigsten Winterspiele aller Zeiten“ (Ungoed-Thomas, J., 2021). Es wurden nicht nur 100 Prozent der Skipisten, sondern auch alle Zufahrtsstraßen für die Pistenfahrzeuge beschneit. Hohe Windgeschwindigkeiten verursachten hohe Schnee- und Verdunstungsverluste. Die Böden mussten im Vorfeld für die Haftung des Kunstschnees benässt werden. Für die Beschneigung wurde drei- bis viermal so viel Wasser pro Hektar wie in den Alpen benötigt, insgesamt waren es mindestens 2,5 Millionen m<sup>3</sup>. Das Wasser wurde überwiegend aus Reservoiren für Trink- und Bewässerungswasser aus 30 km hertransportiert und anschließend in den beiden Standorten auf 1.000 m Höhe in Zhangjiakou und auf 1.700 m Höhe in Yanqing hochgepumpt. Um genügend Wasser für die Beschneigung bereitzustellen, musste sogar die Bewässerung über große Flächen im Vorfeld eingestellt werden.



**Skiabfahrten der Olympischen Winterspiele in Yanqing, Peking 2022, quer durch die Kernzone (rot) des Naturschutzgebietes Songshan (gesamte farbige Flächen), Stand 2015. Nach eigener Kartierung (© CNN; Google Earth).**

Die alpinen Skiabfahrten von Yanqing legte man quer durch die ehemalige Kernzone des Naturschutzgebietes Songshan, ausgewiesen zum Schutz von Rote-Liste-Arten wie dem Goldenen Leoparden, Goldenen Adler oder seltenen Orchideen (Abb. 7.5). Anstatt den olympischen Standort zu verlegen, hob man die Kernzone auf und verlegte die Grenzen des Naturschutzgebietes. Die Existenz des Naturschutzgebietes wurde im Sustainability Report (Beijing Organising Committee 2022) nicht erwähnt. Für die Skipisten, Zufahrtsstraßen, Straßen, Park- und Hubschrauberlandeplätze wurden ca. 20.000 Bäume in der Kernzone entfernt. Mehrere Dörfer wurden abgebaut und durch Bobbahn, Sprungschanze, Autobahnen, Parkplätze oder Teile

der Olympischen Dörfer ersetzt. Die traditionellen landwirtschaftlichen Terrassen in Zhangiakou mussten dem Bau von Skipisten und Unterküften oder Plantagen mit europäischen Fichten weichen, um als alpine Hintergrundkulisse zu dienen.

Inwiefern die Olympischen Winterspiele in Cortina d'Ampezzo 2026 nachhaltiger sein werden, wenn Standorte 400 km entfernt voneinander liegen und warum die Infrastruktur der Spiele von Turin 2006 nicht wiedergenutzt wurde, bleibt offen. Seit den letzten Winterspielen in Cortina d'Ampezzo 1956 ist die mittlere Wintertemperatur von  $-1,45\text{ °C}$  um beinahe  $4\text{ °C}$  auf  $+2,4\text{ °C}$ <sup>1</sup> gestiegen und wird sicherlich die Schneesicherheit in Frage stellen.“

### Fazit

Der Wintersport wird zunehmend mit dem Problem konfrontiert, dass auf Aufgrund des Klimawandels immer mehr Sommertrainings-Skigebiete auf Gletschern in den Alpen entweder ganz, oder verfrüht im Sommer schließen müssen. Zudem wird der geplante Eröffnungstermin der Wintersaison, nicht nur in den klassischen Wintersportgebieten, sondern selbst auf den Gletschern, immer unsicherer und schränkt die Wintersaison ein. Insgesamt wird schon heute die Trainingszeit immer häufiger um mehrere Wochen verkürzt.

Diese Erfahrungen zeigen, dass ein radikaler Kurswechsel beim Wintersport erforderlich ist. Vor dem Hintergrund der drohenden Skigebiets-Schließungen auch auf höheren Lagen und selbst von hochgelegenen Gletscherskigebiete, sollte der gesamte Wintersport neu angedacht werden. Politische Entscheidungsträger sollten erkennen, dass die künstliche Beschneigung, Pistenbearbeitung und das Ausweichen von Skigebieten in höhere Lagen keine Umwelt- und klimagerechte Lösung sind. Da viele Skigebiete jetzt schon am Limit der Wasserverfügbarkeit stehen, ist eine Zunahme der Beschneigung keine sinnvolle Strategie. Auch die Frage der hohen Energiekosten unterstützen dieses hochtechnisierte Wintersport-Modell nicht mehr wie sich anhand der Energiekosten bedingten Schließungen und Teilschließungen von Skigebieten im letzten Jahr gezeigt hat.

Unter den gegebenen Rahmenbedingungen des stark zunehmenden Klimawandels, der abnehmenden Nachhaltigkeit von Wintersportstätten und dem zunehmenden Widerstand gegen Olympische Winterspiele aus der europäischen Bevölkerung (Beispiel Kandidatur für München 2022) ist es sehr fraglich, ob überhaupt noch Wintersport-Grossveranstaltungen und Winterspiele in Deutschland zu verantworten sind. Auch ein länderübergreifender Verbund von Winterspiel-Austragungsorten würde diese Situation nicht verändern.

---

<sup>1</sup> eigene Berechnungen mit Daten von ARPAV <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo>

## Literatur

- Bätzing, W. (2023). *Homo Destructor. Eine Mensch-Umwelt-Geschichte. Von der Entstehung des Menschen zur Zerstörung der Welt*. C.H. Beck.
- Beijing Organising Committee. (2022). *Sustainability for the Future. Beijing 2022 Pre-Games Sustainability report* (S. 69).
- Beyond Snow. Alpine Space Interreg. (2023). [https://www.instagram.com/beyondsnow\\_alps/](https://www.instagram.com/beyondsnow_alps/)
- Boykoff, J. (2021). Olympic sustainability or Olympian smokescreen. *Nature sustainability*, 4(4), 294–295.
- Braun, B. (2023). Natursportarten–räumliche Wirkungen und Konflikte. In Gans, P., Horn, M., & Zemann, Ch. (Hrsg.), *Sportgeographie: Ökologische, ökonomische und soziale Perspektiven* (S. 37–48). Springer.
- CIPRA Deutschland. (2023). *Facts4Tourism Dossier zur Vermittlung tourismusrelevanter Forschungsergebnisse für den deutschen Alpenraum* (S. 218).
- Clavarino, T. (2019). *Seduced and abandoned: Tourism and climate change in the Alps*. <https://www.theguardian.com/environment/2019/dec/09/seduced-abandoned-tourism-and-climate-change-the-alps>
- Cross, T.C., Krueger, T.A., Gonella, P.M., Robinson, A.S., & Fleischmann, A.S. (2020). Conservation of carnivorous plants in the age of extinction. *Global Ecology and Conservation*, 24, 30.
- DAV. (2014). *Grundsatzprogramm zum Schutz und zur nachhaltigen Entwicklung des Alpenraumes sowie zum umweltgerechten Bergsport* (S. 40).
- De Jong, C. (2013). *Stellungnahme: Touristische Schwerpunkte im Harz. Infrastrukturantrag der Stadt Wernigerode – Projekt Schierke*: (S. 8).
- De Jong, C. (2013). (Über)Nutzung des Wassers in den Alpen). *Jahrbuch Verein zum Schutz der Bergwelt*, 78, 19–44.
- De Jong, C. (2020). Umweltauswirkungen der Kunstschneeproduktion in den Skigebieten der Alpen. *Geographische Rundschau*, 6, 34–39.
- De Jong, C. (2023). Kapitel 7. Umweltauswirkungen von Skigebieten und Olympischen Winterspielen. In Gans, P., Horn, M., & Zemann, Ch. (Hrsg.), *Sportgeographie. Ökologische, ökonomische und soziale Perspektiven* (S. 18). Springer Spektrum.
- De Jong, C., Knolle, F., Reinboth, Ch., & Wendenkampf, O. (2017). Das Projekt „Natürlich.Schierke“— Eine kritische Betrachtung. *Unser Harz*, 11, 216–223.
- dpa. (2023, März 29). *Tourismus: Schneekanonen fürs Skigebiet? Zurückhaltung in Ministerien*. <https://www.landtag-bw.de/home/aktuelles/dpa-nachrichten/2023/Maerz/KW13/Mittwoch/25078fec-fb13-41eb-9ad4-657533d2.html>
- Fehr, R. (2023). *Diese Schweizer Skigebiete wurden schon stillgelegt*. <https://www.watson.ch/schweiz/winter/251012087-diese-169-skigebiete-und-dorflifte-wurden-in-der-schweiz-stillgelegt>
- Gazaryan, S. & Shevchenko, D. (2014). *Sochi-2014: Independent environmental report*. Environmental Watch on North Caucasus. <https://fayllar.org/environmental-watch-on-north-caucasus-sochi-2014-independent-e.html>
- Geeraert, A., & Gauthier, R. (2018). Out-of-control Olympics: Why the IOC is unable to ensure an environmentally sustainable Olympic Games. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 20(1), 16–30.
- Grünewald, T., & Wolfsperger, F. (2019). Water losses during technical snow production: Results from field experiments. *Frontiers in Earth Science*, 7, 78.
- Gubler, L., Ismail, S.A., & Seidl, I. (2020). *Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz* (96; S. 219). WSL Berichte.
- IOC. (2017). *IOC Sustainability Strategy* (S. 54).

- IOC. (2019, November 8). *Beijing 2022 receives international sustainable event certification*. <https://olympics.com/ioc/news/beijing-2022-receives-international-sustainable-event-certification>
- Kazakov, H. A., Gensiorovsky, Ю. В., & Kazavoka, E. H. (2012). Лавинные процессы в бассейне реки Мзымты и проблемы противолавинной защиты Олимпийских объектов в Красной Поляне (Avalanche processes in the Mzimta River basin and anti-avalanche protection problems of the Olympic objects in Krasnaya Polyana). *Геориск (Georisk)*, 2, 10.
- Lee, J. W. (2019). A winter sport mega-event and its aftermath: A critical review of post-Olympic PyeongChang. *Local Economy*, 34(7), 745–752.
- Lee, J. W. (2021). A thin line between a sport mega-event and a mega-construction project: The 2018 Winter Olympic Games in PyeongChang and its event-led development. *Managing Sport and Leisure*, 26(5), 395–412.
- Marty, C., & Meister, R. (2012). Long-term snow and weather observations at Weissfluhjoch and its relation to other high-altitude observatories in the Alps. *Theoretical and Applied Climatology*, 110, 573–583.
- Métral, P.-A. (2021). Les trajectoires de reconversion post-touristiques des stations de ski fermées françaises. *Géocarrefour*, 95(95/2).
- MTECT. (2022). La station de Métabief: Un exemple de station en transition. *Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique. Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires*.
- Müller, M., Wolfe, S. D., Gaffney, C., Gogishvili, D., Hug, M., & Leick, A. (2021). An evaluation of the sustainability of the Olympic Games. *Nature sustainability*, 4(4), 340–348.
- NABU. (2016). Gut gedacht, schlecht gemacht. Invasion des Buchsbaumzünslers bedroht Natur im Kaukasus. In *Naturschutz ohne Grenzen. Die internationale Arbeit des NABU und der NABU International Naturschutzstiftung 2015/2016* (S. 31).
- NCCS. (2021). *Schweizer Gewässer im Klimawandel. Hydrologische Szenarien Hydro-CH2018*. National Centre for Climate Services (S. 15).
- O'Hara, M. (2015). 2014 Winter Olympics in Sochi: An environmental and human rights disaster. *The State of Environmental Migration 2015*, 204.
- Ombadi, M., Risser, M. D., Rhoades, A. M., & Varadharajan, C. (2023). A warming-induced reduction in snow fraction amplifies rainfall extremes. *Nature*, 619(7969), 305–310.
- Ott, J.F. (2023, April 13). Massif des Vosges Enneigement: Vingt-cinq ans de sursis pour le ski. *DNA*.
- Pro Natura. (2023). *Wildes Wettrüsten für den Wintermärchentraum* (1; S. 15).
- RAI. (2023, März 22). *Südtirol. Wassernotstand verhängt: Pistenbeschneigung verboten*. <https://www.rainews.it/tgr/tagesschau/articoli/2023/03/wasserknappheit-pistenbeschneigung-verboten--c91555ff-3f11-4046-8942-6c0bae1d3333.html>
- Schmid, K. (2017). *Alternativen zum klassischen Wintersporttourismus in kleinen und mittelgrossen Skigebieten in den Alpen Eine Forschungsarbeit durchgeführt im Rahmen des Praktikums Nachhaltige Entwicklung*. [Mountain Wilderness Schweiz]. Bern, Schweiz.
- Scott, D., Knowles, N. L., Ma, S., Ruddy, M., & Steiger, R. (2022). Climate change and the future of the Olympic Winter Games: Athlete and coach perspectives. *Current Issues in Tourism*, 1–16.
- Shevchenko, D. (2018). *Environmental Watch on North Caucasus Sochi-2014* (S. 80) [Independent environmental report].
- Shvarev, S. V., Kharchenko, S. V., Golosov, V. N., & Uspenskii, M. I. (2021). A Quantitative Assessment of Mudflow Intensification Factors on the Aibga Ridge Slope (Western Caucasus) over 2006–2019. *Geography and Natural Resources*, 42(2), 122–130.
- Umweltbundesamt. (2021). *8. UVP-Bericht an den Nationalrat. Bericht über die Vollziehung der Umweltverträglichkeitsprüfung in Österreich*. Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

- Ungoed-Thomas, J. (2021). *Mounting concern over environmental cost of fake snow for Olympics*. <https://www.theguardian.com/world/2021/nov/06/mounting-concern-over-environmental-cost-of-fake-snow-for-olympics>
- WWF. (2015). *Controversial construction plan threatens world heritage and tarnishes Olympic legacy*. [https://wwf.panda.org/wwf\\_news/?256878/Controversial-construction-plan-threatens-world-heritage-and-tarnishes-Olympic-legacy](https://wwf.panda.org/wwf_news/?256878/Controversial-construction-plan-threatens-world-heritage-and-tarnishes-Olympic-legacy)
- Yoon, L. (2020). Understanding local residents' responses to the development of Mount Gariwang for the 2018 PyeongChang Winter Olympic and Paralympic Games. *Leisure Studies*, 39(5), 673–687.