

Die Winter in Tirol seit 1895

Eine Analyse amtlicher
Temperatur- und Schneemessreihen



Ein Freerider am Kitzbüheler Horn mit Blick Richtung Pillerseetal. Foto: Michael Werlberger.

MMag. Günther Aigner
HR Dr. Wolfgang Gattermayr
Mag. Christian Zenkl

Empfohlene Zitierung:

AIGNER, Günther; GATTERMAYR, Wolfgang; ZENKL, Christian (2018): Die Winter in Tirol seit 1895.
Eine Analyse amtlicher Temperatur- und Schneemessreihen. www.zukunft-skisport.at.

Innsbruck, im Dezember 2018

INHALT

1	Abstract	3
2	Präambel	5
3	Vorwort	6
4	„Wir leben in Retrotopia“	7
5	Zur Entwicklung der Wintertemperaturen	13
5.1	Seit 30 Jahren: Rückgang der Wintertemperaturen auf Tirols Bergen	14
5.2	Das winterliche Temperaturniveau seit 1968/69 (50 Jahre)	15
5.3	Die Wintertemperaturen seit 1895/96 (123 Jahre)	17
5.4	Die Wintertemperaturen auf Bergstationen im benachbarten Ausland	19
5.5	Hohenpeissenberg: Wintertemperaturen seit 1781	21
6	Zur klimatischen Entwicklung der Bergsommer	23
7	Zur Entwicklung der Schneeparameter	26
7.1	Verfügbare Schneemessreihen ab 1896/97 (122 Jahre)	27
7.2	Verfügbare Schneemessreihen ab 1918/19 (100 Jahre)	29
7.3	Schneemessreihen ab 1988/89 (30 Jahre)	31
7.4	Beginn der Winterdecke	34
7.5	Informationen zu den verwendeten Schneemessreihen	38
7.6	Kritische Gedanken zur Interpretation von Schneemessreihen	39
8	Zur Entwicklung der Skisaisonlängen	43
8.1	Die Entwicklung ab 1987/88	43
8.2	Die Entwicklung ab 1993/94	44
9	Status quo: Keine Indizien für ein Ende des Skisports in Tirol	45
10	Exkurs: Der dominante Einfluss der Großwetterlagen auf das Wetter und Klima im Alpenraum	46
11	Zur Transparenz der Studie	50
12	Biografien	51
13	Fachlicher Austausch	54
14	Weiterführende Literatur	55
15	Pressespiegel Zukunft Skisport	57

1 Abstract

Bei Betrachtung der amtlichen Messdaten sind die klimatologischen Rahmenbedingungen für den alpinen Wintersport in Tirol nach wie vor sehr günstig. Über die letzten 50 Jahre sind die Wintertemperaturen auf Tirols Bergen statistisch unverändert.

Betrachtet man lediglich die letzten 30 Jahre, so sind die Winter in diesem Zeitraum sogar deutlich kälter geworden – um 1,3 Grad Celsius.

Die längsten Schneemessreihen aus den Tiroler Wintersportorten zeigen über die vergangenen 100 Jahre insgesamt keine signifikanten Trends. Weder die jährlich größten Schneehöhen noch die jährliche Anzahl der Tage mit Schneebedeckung zeigen markante Veränderungen. Bei isolierter Betrachtung der letzten 30 Jahre bleiben die jährlich größten Schneehöhen und die Neuschneesummen relativ stabil, während die Anzahl der Tage mit Schneebedeckung leicht abgenommen hat.

Auffallend ist die hohe Variabilität der einzelnen Winter. Die Spannweiten in den Messreihen sind beachtlich – vor allem bei den jährlich größten Schneehöhen. Insgesamt zeigt sich, dass die winterlichen Schneebedingungen primär vom Auftreten der entscheidenden Großwetterlagen abhängen und nur mäßig mit dem Temperaturniveau korrelieren. Auch relativ milde Winter können sehr schneereich sein. Diese unvorhersehbare Dynamik der Großwetterlagen dominiert das Wetter und Klima im Alpenraum.

Im Mittel von zehn Tiroler Skigebieten konnte man innerhalb der letzten 25 Jahre an durchschnittlich 141 Tagen pro Saison Ski fahren. Der lineare Trend ist leicht ansteigend. Diese positive Entwicklung wird auch durch die technische Beschneigung gefördert.

Im Gegensatz zu den Wintermonaten zeigen die Bergsommer seit Anfang der 1980er-Jahre einen markanten Temperaturanstieg. Ein Teil dieser Erwärmung kann mit häufigeren Hochdruckwetterlagen erklärt werden, da auch die Sonnenscheindauer im selben Zeitraum um mehr als 20% zugenommen hat. Dadurch wird der Rückzug der alpinen Gletscher beschleunigt. Dennoch ist das aktuelle Klima für die erfolgreiche Weiterentwicklung des alpinen Ganzjahrestourismus als überaus günstig zu bewerten.

Aus den hier veröffentlichten Auswertungen können keinerlei Prognosen für die Zukunft abgeleitet werden. Auf regionaler und dekadischer Skala dominieren auch in Zukunft die unberechenbaren Großwetterlagen unser Wetter und Klima.

Ein klimabedingtes Ende des alpinen Wintersports ist nach der Auswertung der amtlichen Messdaten derzeit nicht in Sicht.

Abstract English

Under consideration of official measured data, the overall climatologic conditions for Alpine winter sports in the Tyrol still remain very favorable. Over the last 50 years the winter temperatures on the mountains in the Tyrol have not changed statistically.

If one considers solely the last 30 years, then the winters during this time frame have even become colder - by 1.3 degrees Celsius.

The longest series of snow measurements at the Tyrol winter sports locales over the past 100 years overall indicates no significant trends. Neither the annual maximum snowpack, nor the annual number of days with snow coverage exhibit any significant change. An isolated consideration of the last 30 years shows that the greatest annual snowpack and the total amount of new snow appear to be relatively stable, whereas the number of days with snow cover has declined slightly.

The large variability of the individual winters is more striking. The range of measured data is considerable - especially regarding the greatest annual snowpack. Overall it turns out that the winter snow conditions depend primarily on the decisive structure of the over-arching weather situation and are only moderately correlated with the temperature levels. Even relatively mild winters can have significant snowfall. This unpredictable dynamic of the overall weather situation dominates the weather and climate in the Alpine area.

On average over the last 25 years, skiing has been possible for 141 days per season at a sample of ten Tyrol ski areas. The linear trend is slightly increasing. This positive development is also being promoted by artificial snow-making.

In contrast to the winter months, the mountain summers have undergone a significant increase in temperature since the beginning of the 1980s. A portion of this warming can be explained by more frequent high pressure weather patterns, since the number of hours of summer sunshine has increased by more than 20% in the same time period. This has accelerated the retreat of the Alpine glaciers. Nonetheless, the present climate is judged to be quite positive for continued successful development of all-year Alpine tourism.

It is not possible to draw any conclusions about the future from the assessments published herein. On a regional scale and when viewed over decades, the unpredictable overall weather situation will continue to dominate our weather and climate.

Any climate-based end to Alpine winter sports is not in sight, based on an evaluation of official measured data.

2 Präambel

Das „FORUM ZUKUNFT SKISPORT“ beteiligt sich weder an der zum Teil sehr emotional geführten Diskussion über die klimatische Zukunft der alpinen Winter noch an jener über die globale Erwärmung. Diese Diskussionen sollten Geo- und Atmosphärenphysikern vorbehalten bleiben.

Computersimulationen der zukünftigen Schneesicherheit sind eine äußerst komplexe Aufgabe. Vor allem die regionalen Klimamodelle sind solchen Herausforderungen noch nicht gewachsen.

Das „FORUM ZUKUNFT SKISPORT“ geht deshalb einen anderen Weg. Wir analysieren die amtlichen Klimadaten im Alpenraum über möglichst lange Zeiträume. Sie zählen weltweit zu den hochwertigsten Datensammlungen und ermöglichen eine zuverlässige Abschätzung der tatsächlichen Situation. Der Blick in die Klimavergangenheit sagt oft mehr über die gegenwärtigen Zustände aus als rein theoretische Simulationen.

In dieser Studie finden Sie somit keine Antwort auf Fragen zur zukünftigen Schneesicherheit. Vielmehr widmen sich die Inhalte der Frage, wie sich die Schneesicherheit seit dem Beginn des alpinen Skisports entwickelt hat.

Das „FORUM ZUKUNFT SKISPORT“ zweifelt weder an Klimaänderungen noch am anthropogenen Anteil der jüngsten globalen Erwärmung. Wir beschreiben detailliert den tatsächlichen Zustand des Klimas im Alpenraum mithilfe amtlicher Messdaten.

3 Vorwort

Das moderne Skifahren kann präzise wie keine andere Sportart sein Geburtsdatum angeben: Es begann mit der Durchquerung Grönlands auf Skiern durch Fridtjof Nansen im Jahre 1888. Sein Expeditionsbericht erschien 1890 in norwegischer und 1891 in deutscher Sprache (ULMRICH 1978). Angeregt durch die Schilderungen Nansens experimentierten erste Pioniere ab Mitte der 1890er Jahre quer durch den Alpenraum und meist unabhängig voneinander mit den nordischen Sportgeräten und adaptierten diese für die steileren alpinen Abfahrten im Vergleich zur skandinavischen Hügellandschaft.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, in einem Überblick den Verlauf der Wintertemperaturen, der Schneemessreihen und der Skisaisonlängen in Tirol darzulegen. Einzelne Messreihen aus benachbarten grenznahen Regionen Salzburgs, Südtirols, Deutschlands und der Schweiz runden den Blick ab. Der betrachtete Zeitraum soll bis zur Gründerzeit des Skisports in Tirol zurückgehen. Wenn es die Datenlage zulässt, starten die Auswertungen mit dem Winter 1895/96.

Sämtliche verwendeten Daten stammen von amtlichen Institutionen – vom Hydrographischen Dienst Tirol (HD Tirol), von der Österreichischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), vom Deutschen Wetterdienst (DWD), dem Lawinenwarndienst Salzburg und von der MeteoSchweiz. Die Daten zur Anzahl der Skibetriebstage wurden von den jeweiligen Skiliftgesellschaften zur Verfügung gestellt.

Die Standorte der Wetterstationen sind über die Jahrzehnte nicht unbedingt ortsfest geblieben, wie auch die Beobachter vor Ort von Zeit zu Zeit gewechselt haben. Nähere Informationen dazu können bei den jeweiligen Messnetzbetreibern eingeholt werden.

Die in dieser Studie veröffentlichten Auswertungen stehen zum Teil in krassem Gegensatz zur veröffentlichten und öffentlichen Meinung. Einige Beispiele dieses Meinungsbiotops liefert das Kapitel 3. Die vorliegende Studie möchte Fakten bieten und helfen, die emotionale Debatte zu versachlichen.

In der vorliegenden Studie wird nicht gegendert. Die Autoren verstehen die Gleichstellung von Mann und Frau als selbstverständlich.

Wir wünschen allen Lesern viel Vergnügen bei der Lektüre!

4 „Wir leben in Retrotopia“

„Wir leben derzeit in einer sehr hysterischen, pessimistischen Zeit. Die vorherrschende Stimmung ist die Zukunftsangst“, schrieb der bekannte deutsch-österreichische Zukunftsforscher Matthias Horx im Mai 2018 in seiner Einladung zur Veranstaltung „Future Day“. Er bezog sich dabei auf den polnisch-britischen Soziologen Zygmunt Bauman (1925 – 2017), der in seinem letzten Werk, dem posthum erschienenen Buch „Retrotopia“, die Gegenwart als Hort der schlechten Nostalgie betrachtet. Seine These: **Der Glaube an eine bessere Zukunft werde heute ersetzt durch die Hinwendung zur Vergangenheit.** Die Verklärung der Vergangenheit und eine „*verzweifelte Sehnsucht nach Kontinuität in einer fragmentierten Welt*“, beides stehe derzeit weltweit hoch im Kurs. Es setzten sich gegenwärtig nostalgische Denkweisen durch, die sich nicht mehr aus der Zukunft speisen, „*sondern aus der verlorenen, geraubten, verwaisten, jedenfalls untoten Vergangenheit*“ (Bauman 2017).

Und so kam es, dass die Besucher beim „Future Day“ in Frankfurt am 07. Juni 2018 in großen Lettern empfangen wurden: „Wir leben in Retrotopia“. Die Ähnlichkeiten zum Skitourismus sind frappierend: Die goldenen Zeiten scheinen längst vorbei zu sein, „*Skiing goes downhill*“ (ECONOMIST 2018). Seit etwa 30 Jahren erleben wir eine teils sehr emotional geführte Klimadiskussion, dass es bald weder ausreichend Schnee noch Kälte für den Wintersport geben werde. Die öffentliche und veröffentlichte Meinung sieht keine Zukunft für den Schneesport. Die Menschen sehnen sich zurück nach den Wintern ihrer Kindheit.

Wie konnte es passieren, dass die Öffentlichkeit den Glauben an zukünftige Winter mit Schnee und Kälte verloren hat? Nachfolgend finden sich einige Zitate, Meldungen und Statements aus Medien und Wissenschaft, welche exemplarisch die düsteren Zukunftserwartungen für den Skitourismus widerspiegeln sollen.

- Am 01. April 2000 zitiert der „**SPIEGEL**“ den führenden deutschen Klimaforscher Mojib Latif: „*Winter mit starkem Frost und viel Schnee wie noch vor zwanzig Jahren wird es in unseren Breiten nicht mehr geben.*“ (DER SPIEGEL, 2000).
- Ein Jahr später schreibt der Weltklima-Rat **IPCC**, dass die Klimaerwärmung „*in der nördlichen Hemisphäre, auf Landflächen und im Winterhalbjahr*“ am schnellsten voranschreiten werde (IPCC 2001).
- Eine am 02. Dezember 2003 in Turin vorgestellte **UNO-Studie** mit dem Titel „Klimawandel und Wintersport: Ökologische und ökonomische Bedrohungen“ (BÜRKI / ELSASSER / ABEGG 2003) prophezeit für die Zukunft massiv mildere Winter, mehr Niederschlag

und eine Zunahme von extremen Wetterereignissen. Namentlich erwähnen sie den bekannten Wintersportort Kitzbühel. Mit einer Seehöhe von nur 761 m relativ niedrig gelegen, hätte die Gamsstadt schon in wenigen Jahrzehnten in skitouristischer Hinsicht existentielle Probleme zu erwarten.

- Am 13. Oktober 2005 zitiert die **Tiroler Tageszeitung** auf der Titelseite der Printausgabe den Zukunftsforscher Andreas Reiter: „2040 werden Tirols Skilehrer Wein anbauen.“
- 2005 verfasst die **Deutsche Sporthochschule Köln** (Verfasser: ROTH, PRINZ & KRÄMER.) eine Studie, nach der die Anzahl natürlicher Schneetage pro Jahr in Baden-Württemberg bis **2025** dramatisch absinken werde (Abb. I). Der Wintersport im Schwarzwald und der Schwäbischen Alb käme bei diesem „wahrscheinlichsten“ Szenario (S 46) vollständig zum Erliegen (Anm.: bei weniger als 14 Tagen mit einer Schneedeckenhöhe von mind. 10 cm).

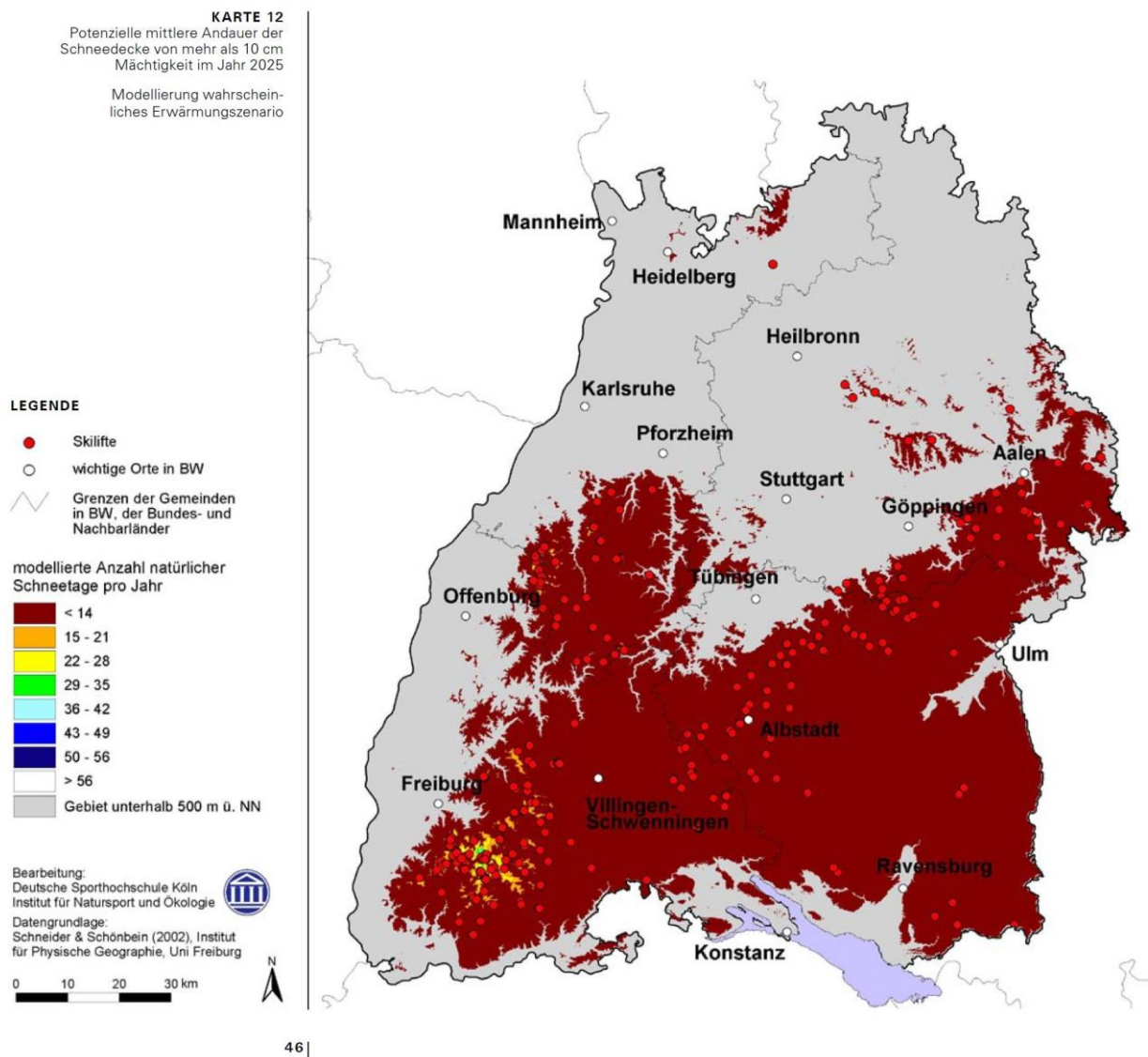


Abb. I: Anzahl natürlicher Schneetage pro Jahr in Baden-Württemberg (ROTH et al., 2005, Seite 46)

- Im Jahr 2006 verunsichert eine Abbildung, welche die Schneesicherheit der Skigebiete in Tirol und Südbayern im Jahr **2020** skizziert, die heimische Wintersportszene. Praktisch der gesamte südbayerische Raum sowie fast alle Skigebiete im Tiroler Unterland werden im Jahr 2020 nicht mehr schneesicher sein. Siehe dazu die Abb. II. Obwohl die Grafik trotz intensiver Recherche keiner publizierten Studie zuordenbar scheint, war sie noch im Jahr 2016 Lehrstoff an einer österreichischen Tourismushochschule.

Ski resorts and snow reliability – 2020

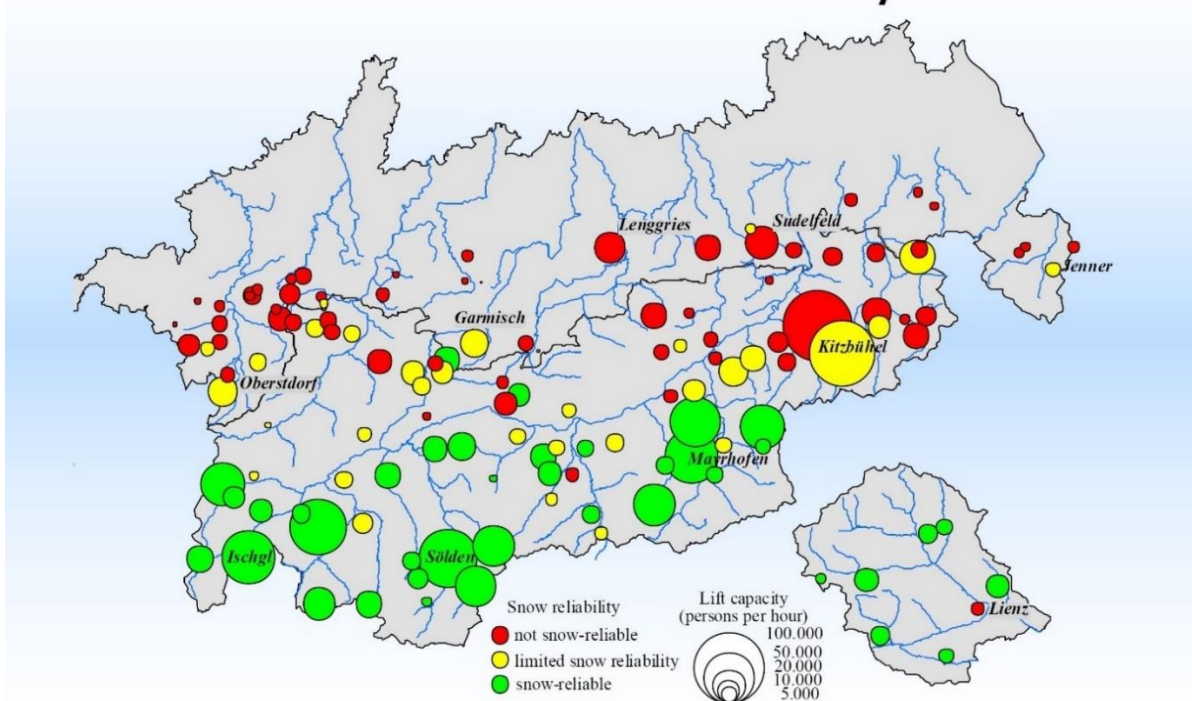


Abb. II: Der Status der Schneesicherheit in Skigebieten Tirols und Südbayerns im Jahr 2020

- Am 04. Oktober 2006 referiert der Innsbrucker Tourismusgeograf und Finanzwissenschaftler Robert Steiger (Universität Innsbruck, Institut für Geografie) beim **OECD-Workshop** „Adaptation to the Impacts of Climate Change in the European Alps“ im schweizerischen Wengen und präsentiert dabei eine Folie (Abb. III) zum Status der natürlichen Schneesicherheit von Skigebieten in Tirol und Südbayern im Jahr 2050. Ganz Südbayern (außer die Zugspitze) und das gesamte Nordtiroler Unterland werden nicht mehr, das Zillertal nur noch limitiert schneesicher sein (STEIGER 2006).
- Am 15. Jänner 2007 zitiert „**Die ZEIT**“ (Printausgabe) Michael Müller, Staatssekretär im dt. Umweltministerium: „Das mehr als ungewöhnlich milde Januarwetter ist ein weiteres Extremereignis und gibt einen Vorgeschmack der vor uns liegenden Winter ... Die globale Temperatur wird sich jedes Jahr um 0,2 Grad erhöhen.“ Die Anzahl der Jahreszeiten werde auf drei schrumpfen: „Winter, Frühling und einen heißen Sommer.“

Ski resorts and snow reliability - 2050

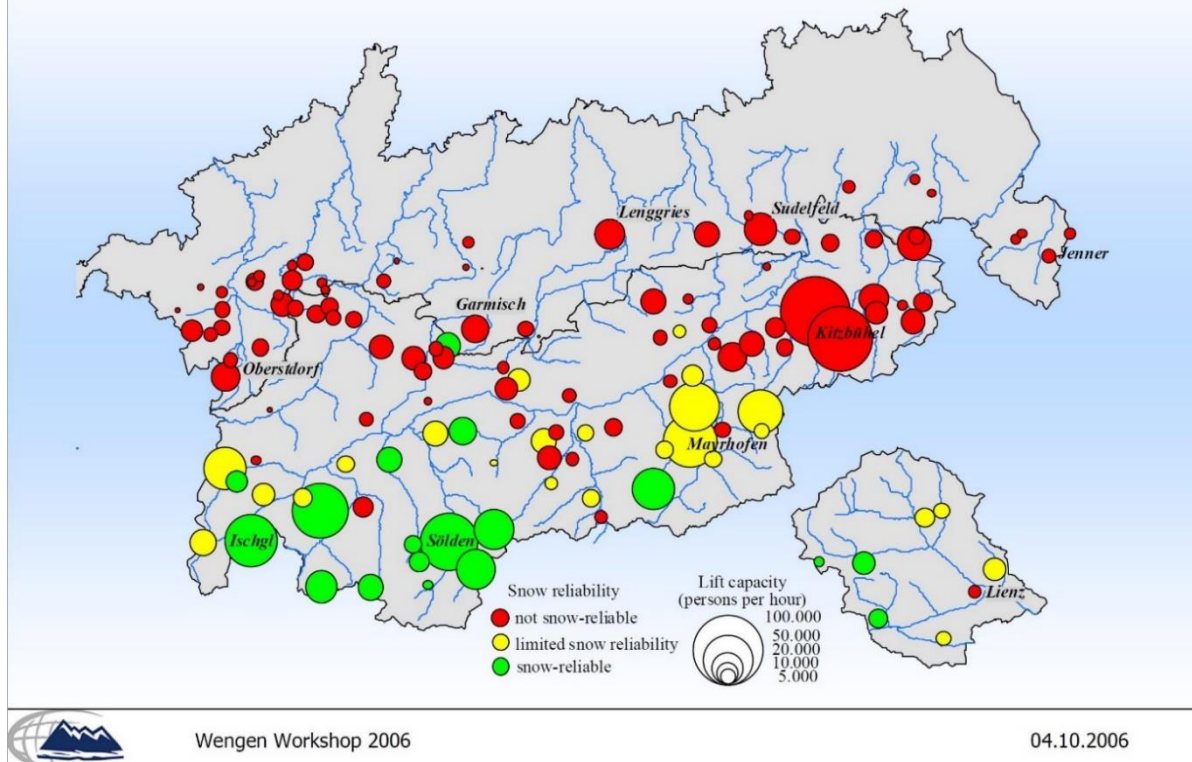


Abb. III: Der Status der Schneesicherheit in Skigebieten Tirols und Südbayerns im Jahr 2050. Rote Kreise stehen für „nicht schneesichere“ Skigebiete. (STEIGER 2006)

- Am 30. September 2010 titelt die „**WELT**“: „Ab dem Jahr 2030 wird der Frühling im Januar beginnen.“, und zitiert dabei Univ.-Prof. Christoph Müller vom Institut für Pflanzenökologie der Universität Gießen.

ZEIT  ONLINE

Suche 

Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur • Wissen Digital Campus • Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin Podcasts mehr • 

Ökologie

Skifahren im grünen Bereich

Skiliftbetreiber gelten als skrupellose Kapitalisten, Alpinsportler als Umweltschweine. Kann man als halbwegs verantwortungsbewusster Mensch noch Ski fahren?

Von **Jakob Schrenk**

24. Januar 2015, 17:36 Uhr / [46 Kommentare](#)

Abb. IV: „Skifahren im grünen Bereich“, zeit.de vom 24. Jänner 2015

- Am 05. Dezember 2015 zitiert die Wochenzeitung „**Hallo München**“ in ihrer Printausgabe den Wirtschaftsgeographen Univ.-Prof. Jürgen Schmude (LMU München): *„Wir werden in Deutschland in 10 bis 20 Jahren fast keinen Skitourismus mehr haben.“*
- Am 08. April 2016 zitiert die **Tiroler Tageszeitung** in ihrer Printausgabe den Meteorologen Rudi Mair, Leiter des Lawinenwarndienstes Tirol: *„Man wird künftig häufiger mit schneeärmeren Wintern rechnen müssen, und damit, dass der Winter immer später startet“*. Die günstigen Tage für das technische Beschneien würden seltener, das Skitourengehen würde sich *„in die hochalpinen Regionen verlagern.“*
- Am 09. November 2017 sagt der deutsche Sportwissenschaftler Univ.-Prof. Ralf Roth (Deutsche Sporthochschule Köln) in seiner Key Note beim Wintersportkongress **„Dein Winter. Dein Sport.“** am Tegernsee, dass es aus wissenschaftlicher Sicht keinen Zweifel am Szenario 2100 und einem Anstieg der mittleren Wintertemperatur im Alpenraum um 2 Grad Celsius gebe. *„Leute, diskutiert das nicht mehr – der heutige warme Winter wird in Zukunft ein Durchschnittswinter“*. (ISPO 2017)
- Am 27. Jänner 2018 titelt der renommierte **„Economist“**: *„Skiing goes downhill“*. Die zentrale Abbildung (Abb. V) zeigt einen Skifahrer auf schmaler Piste. Die Landschaft ist grün, die Berge im fernen Hintergrund leicht angezuckert. Der wenige vorhandene Schnee kommt - in Echtzeit produziert - aus der Schneekanone. Auch der Inhalt des Artikels ist wenig ermutigend: Die globale Erwärmung sei einer der größten Risikofaktoren für die Zukunft des Wintersports. Die Seilbahnbranche verschärfe mit ihren Gegenmaßnahmen, vor allem mit der technischen Beschneigung, die Situation zusätzlich. Der Skisport in Australien sei dem Untergang geweiht. (THE ECONOMIST, 2018)
- Am 12. Februar 2018 zitiert **„Die ZEIT“** den deutschen Kulturgeographen und Theologen Univ.-Prof. em. Werner Bätzing (Universität Erlangen-Nürnberg), der das Ende des Skisports in den Alpen spätestens 2038 erwartet: *„Teils wird heute schon mit großem Aufwand künstlich beschneit, etwa 15 Jahre lang mag das mit immer höheren Kosten noch gehen, aber in 20 Jahren nicht mehr.“* (DIE ZEIT, 2018)
- Am 12. Februar 2018 schreibt die **Tiroler Tageszeitung** in ihrer Printausgabe: *„Düstere Prognose für Skitourismus. Die Schneemenge in den Alpen soll laut einem Klimatologen in 80 Jahren um 70 Prozent zurückgehen.“* Die Zitate im Artikel beziehen sich auf den Schweizer Klimatologen Christoph Marty vom SLF (Institut für Schnee- und Lawinenforschung) in Davos.



Winter sports

Skiing goes downhill

PUNTA SERAUTA, ST MORITZ AND WANLONG

Global warming and ageing populations pose a double threat to winter sports. The industry's response is making it all worse

THE great limestone peaks of the Dolomites glow ochre and pink in the summer, a result of the beginning of the Industrial Revolution have so far warmed the world by roughly

that the number of skier-days (visits to slopes for part of or a whole day) in the world's main ski destinations fell from about 350m in the 2008-09 season to about 320m in 2015-16. This includes declines in the United States, Canada, France, Switzerland, Italy and, most markedly, fast-ageing Japan. The drop would be larger still were it not for breakneck growth in China, where skier-days nearly tripled the same period to 11m. American resorts (usually small ones) have been closing

Abb. V: „Skiing goes downhill“ titelt der „Economist“ am 27. Jänner 2018.

- Beim „Talk im Hangar“ zum Thema „Alpen in Gefahr: Skifahren vor dem Aus?“ am 15. Februar 2018 argumentiert Gebhard Mair, Klubobmann der „Grünen“ im Tiroler Landtag: „Wenn man anfängt, das Wasser vom Tal 1.000 Höhenmeter aufzu-pumpen, dann ist das ein ganz anderes Wasser, mit anderer chemischer Zusammensetzung, Keime ...“ ... (Zwischenruf M. Walchhofer: „Das stimmt nicht!“) ... dann fährt Mair fort: „Ja natürlich hat das Wasser unten eine andere chemische Zusammensetzung als das Wasser oben.“ (TALK IM HANGAR, 2018)
- Im „profil“ vom 18. Mai 2018 schreibt Chefredakteur Christian Rainer im Leitartikel: „Falls die Erde in die Wechseljahre kommt, ist die Menschheit geliefert. Was tun, damit die Enkel uns nicht des Massenmordes beschuldigen?“
- Am 02. Oktober 2018 erklärt Johann Hiebl, Klimaforscher bei der ZAMG, im ORF-Report „spezial“ ein eigens für die Sendung angefertigtes regionales Klimamodell für Saalbach-Hinterglemm: „Bis Ende des 21. Jahrhunderts ist eine Abnahme des Schneefalls am Gesamtniederschlag von 80% möglich.“

5 Zur Entwicklung der Wintertemperaturen

Die ZAMG, der DWD und die MeteoSchweiz verfügen über lange Temperaturmessreihen von Bergstationen, die innerhalb oder knapp außerhalb der Landesgrenzen Tirols positioniert sind.

In dieser Studie finden Sie die Auswertung von sieben verfügbaren Temperaturmessreihen. Es wurden ausschließlich amtliche Messdaten ausgewertet. Private Messreihen (Seilbahngesellschaften, Privatpersonen) wurden nicht eingesehen.

Die Temperaturanalysen betreffen den meteorologischen Winter, welcher auf der Nordhalbkugel am 01. Dezember beginnt und bis zum 28. (bei Schaltjahr: 29.) Februar andauert. Die Sommertemperaturen (Kapitel 5) werden in einem Zeitraum vom 01. Juni bis zum 31. August gemessen.

Dem Leser sollen vier Zeiträume der winterlichen Temperaturentwicklung angeboten werden:

- 1) **30 Jahre.** Der kürzeste klimarelevante Zeitraum und zudem die so genannte „Klimanormalperiode“ laut WMO. Gleichzeitig begann vor ca. 30 Jahren während einer Häufung schneearmer und milder Winter die emotional geführte Debatte, ob künftig noch ausreichend Schnee und Kälte für den Skisport verfügbar sein würden.
- 2) **50 Jahre.** Dieser Zeitraum bietet einen Überblick über ein halbes Jahrhundert Winterklima, gleichzeitig einen Blick zurück bis zum allmählichen Beginn des Massenskilaufs.
- 3) **123 Jahre.** Mit diesem Zeitraum können wir die gesamte Skigeschichte in Tirol überblicken.
- 4) **237 Jahre.** Die Messdaten vom Hohenpeissenberg, der ältesten Bergwetterstation der Welt, erlauben uns eine faszinierende winterliche Zeitreise bis zurück zur so genannten „Kleinen Eiszeit“, welche in den Alpen sehr wahrscheinlich zu den kältesten Klimaepochen seit der letzten Eiszeit (Holozän, ca. 12.000 Jahre) zählt.

7 verwendete Stationen (von West nach Ost)

Name	Institution	Seehöhe	Daten seit	
Säntis	MeteoSchweiz	2.502 m	1864/65	
Ischgl-Idalpe	ZAMG	2.312 m	1984/85	verlängert über Korrelation ($r^2 = 0,94$)
Obergurgl	ZAMG	1.938 m	1895/96	
Patscherkofel	ZAMG	2.247 m	1931/32	
Hohenpeissenberg	DWD	977 m	1781/82	
Hahnenkamm	ZAMG	1.802 m	1993/94	verlängert über Korrelation ($r^2 = 0,991$)
Schmittenhöhe	ZAMG	1.954 m	1895/96	

5.1 Seit 30 Jahren: Rückgang der Wintertemperaturen auf Tirols Bergen

Die Winter auf den Bergen Tirols sind in den vergangenen 30 Jahren im Mittel von sieben amtlichen Bergwetterstationen deutlich kälter geworden. Im linearen Trend sank die Temperatur von minus 3,35 auf minus 4,65 Grad Celsius – das heißt um 1,3 Grad.

Der Winter 2009/10 war mit minus 6,7 Grad Celsius der kälteste der letzten 30 Jahre. Der mildeste Winter der Periode war 1989/90 mit einer Temperatur von minus 1,2 Grad Celsius im Mittel dieser sieben Stationen. Siehe dazu die Abbildung 1.

Arithmetisches Mittel: Minus 4,2 Grad Celsius

Standardabweichung: 1,6 Grad Celsius

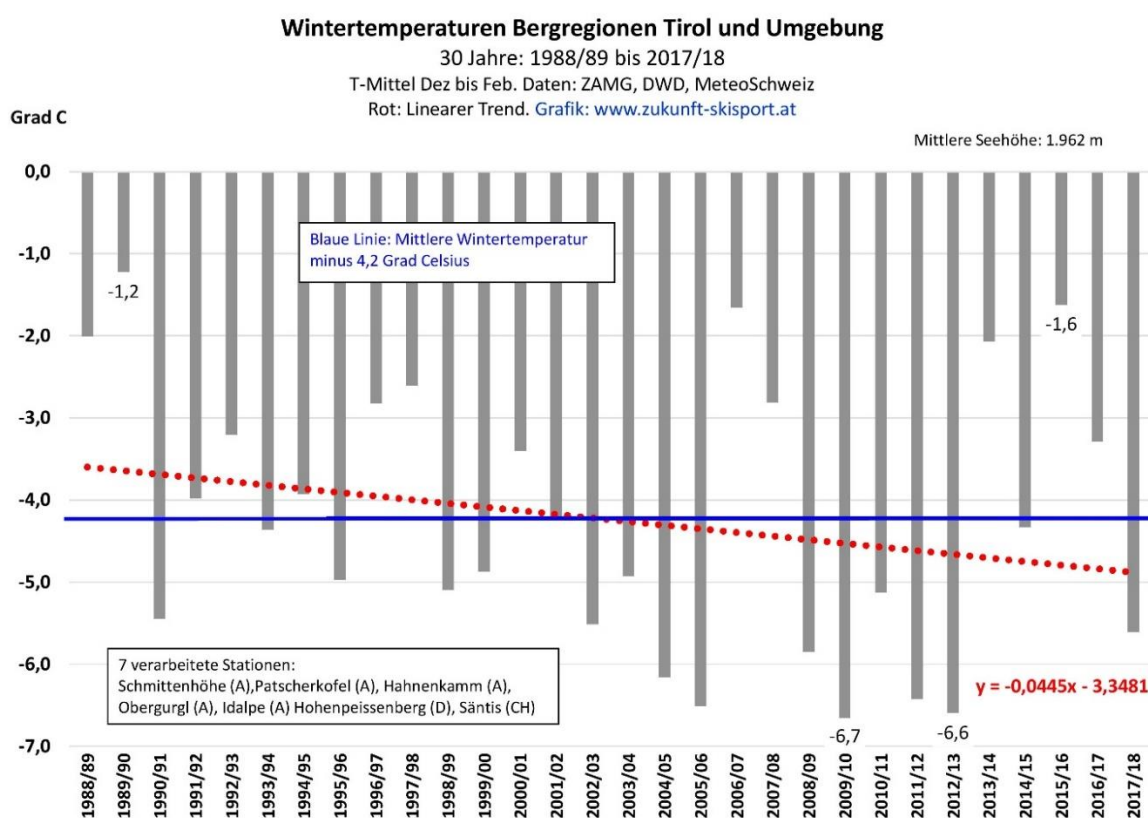


Abb. 1: Die Entwicklung der Wintertemperaturen auf sieben amtlichen Bergwetterstationen in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Daten: ZAMG, DWD, MeteoSchweiz. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Sieben der letzten zehn Winter sind kälter als das 30-jährige Mittel (Abb. 1).

Anm.: Wegen des Mangels an langen Zeitreihen in Tirol wurden zusätzlich drei Stationen aus unmittelbar benachbarten Regionen hinzugezogen. In diesem Sample wurden somit sieben amtliche Bergwetterstationen verarbeitet, die innerhalb und außerhalb der Landesgrenzen Tirols positioniert sind: Ischgl-Idalpe (2.312 m), Obergurgl (1.938 m), Patscherkofel (2.252 m), Kitzbüheler Hahnenkamm (1.802 m), Schmittenhöhe (1.954 m), Säntis (CH, 2.502 m), Hohenpeissenberg (D, 977 m).

5.2 Das winterliche Temperaturniveau seit 1968/69 (50 Jahre)

Die Wintertemperaturen auf den Bergen Tirols sind seit 1968/69 statistisch unverändert*. Über die letzten 50 Jahre zeigt sich weder eine nachhaltige Erwärmung noch eine Abkühlung.

**Anm.: t-Test zur Signifikanzprüfung durchgeführt von Dr. Friedrich Brunner (Universität Innsbruck).*

Arithmetisches Mittel: Minus 4,6 Grad Celsius

Standardabweichung: 1,5 Grad Celsius

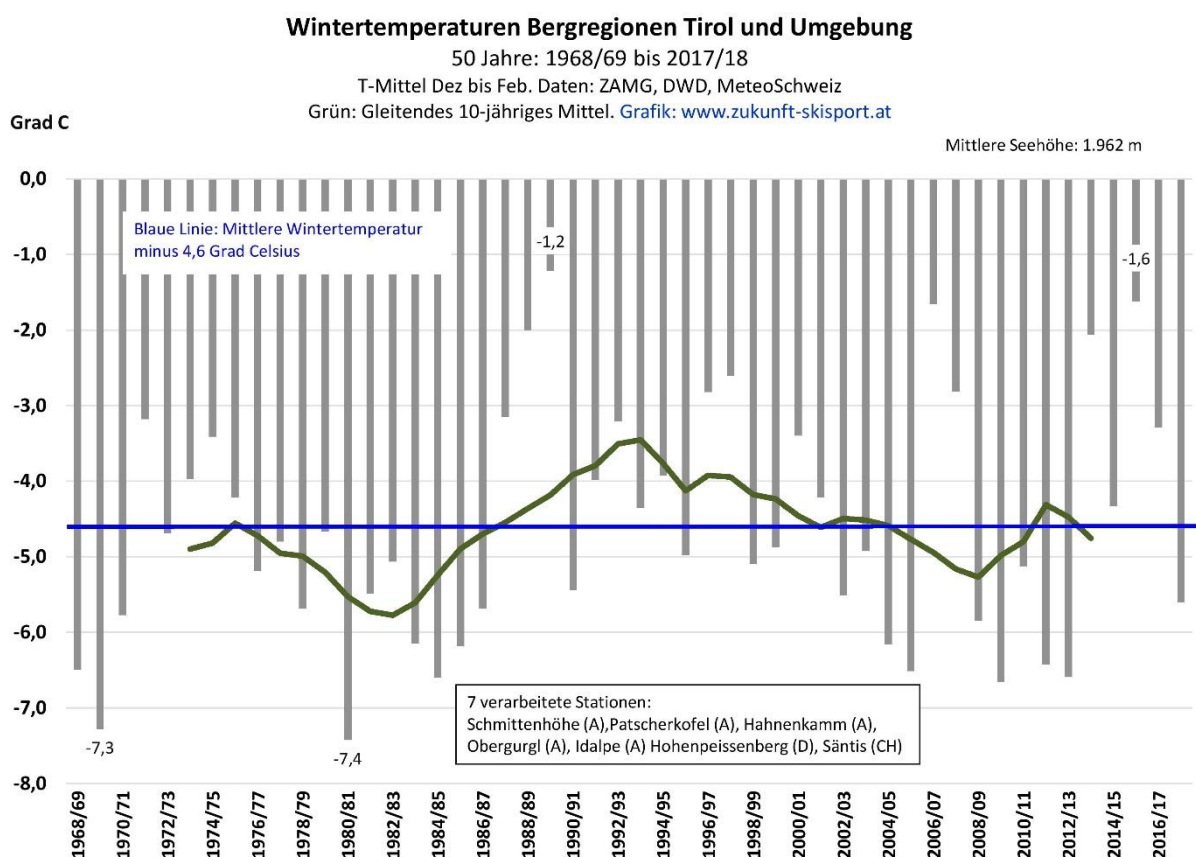


Abb. 2: Die Entwicklung der Wintertemperaturen auf sieben amtlichen Bergwetterstationen in und um Tirol von 1968/69 bis 2017/18. Daten: DWD, MeteoSchweiz, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Sechs der letzten zehn Winter sind kälter als das 50-jährige Mittel (Abb. 2).

Anm.: Wegen des Mangels an langen Zeitreihen in Tirol wurden zusätzlich drei Stationen aus unmittelbar benachbarten Regionen hinzugezogen. In diesem Sample wurden somit sieben amtliche Bergwetterstationen verarbeitet, die innerhalb und außerhalb der Landesgrenzen Tirols positioniert sind: Ischgl-Idalpe (2.312 m), Obergurgl (1.938 m), Patscherkofel (2.252 m), Kitzbüheler Hahnenkamm (1.802 m), Schmittenhöhe (1.954 m), Säntis (CH, 2.502 m), Hohenpeissenberg (D, 977 m).

Die Einzeljahre zeigen eine beachtliche Spannweite von 6,2 Grad Celsius, welche aus den beiden Extremwerten resultiert, die innerhalb von nur zehn Jahren auftraten: minus 7,4 Grad Celsius (1980/81) und minus 1,2 Grad Celsius (1989/90).

Auch das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) veranschaulicht die hohe Variabilität des winterlichen Temperaturniveaus. Der Schnitt der letzten zehn Winter liegt gegenwärtig bei minus 4,8 Grad Celsius. Die ersten zehn Winter im Beobachtungszeitraum (1968/69 bis 1977/78) ergeben ein Mittel von minus 4,9 Grad Celsius – sie sind nahezu unverändert. In Folge der relativ milden 1990er-Jahre erreichte das 10-jährig gleitende Mittel mit minus 3,5 Grad Celsius sein vorläufiges Maximum. Eine Häufung relativ kalter Winter fand in den frühen 1980er-Jahren statt – die grüne Kurve erreichte hier ihr Minimum bei minus 5,8 Grad Celsius.

Dies bedeutet beispielsweise, dass sich für einen heute etwa 60-jährigen Skisportler, der seit seiner frühesten Jugend auf Tirols Bergen Ski fährt, hinsichtlich der Wintertemperaturen insgesamt keine nachhaltige Veränderung ergeben hat.

Auch in der Schweiz ist die winterliche alpine Temperaturentwicklung der letzten fünf Jahrzehnte untersucht worden. BADER / FUKUTOME (2015, Seite 7) schreiben zu den Wintertemperaturen der letzten 50 Jahre am Jungfrauoch (3.480 m): *„In der hier betrachteten Periode 1957/58 bis 2012/13 mit einer Länge von über 50 Jahren ist für den Messstandort Jungfrauoch im Winter insgesamt kein signifikanter Temperatortrend nachweisbar. Diese Feststellung gilt ebenfalls für die Gipfellen Sântis, Weissfluhjoch und Gütsch, sowie für die Passlage Gd. St. Bernard und für die tiefer gelegenen alpinen Messstandorte Arosa und Grächen. In den vergangenen über 50 Jahren beschränkte sich die hochalpine Temperaturentwicklung im Winter also im wesentlichen auf periodische Erwärmungs- und Abkühlungsphasen, während über die gesamte Zeitspanne 1957/58 bis 2012/13 für den Hochgebirgswinter in der Schweiz weder eine eindeutige Erwärmung noch eine eindeutige Abkühlung nachzuweisen ist.“*

5.3 Die Wintertemperaturen seit 1895/96 (123 Jahre)

Seit der Pionierzeit des alpinen Skisports Mitte der 1890er-Jahre sind die Wintertemperaturen auf den Bergen Tirols im linearen Trend um 1,4 Grad Celsius gestiegen. Bei Diskussionen über den Verlauf der Wintertemperaturen in Tirol ist also die Festlegung des Zeitraumes von großer Bedeutung.

Abb. 3 zeigt die winterliche Temperaturentwicklung im Mittel von vier verfügbaren langjährigen Bergwetterstationen in und um Tirol. Die über 123 Jahre gemittelte Wintertemperatur (1895/96 bis 2017/18) beträgt minus 4,9 Grad Celsius (blaue Linie). Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt anschaulich Phasen sehr kalter Winter – wie zum Beispiel in den 1940er- und 1960er-Jahren – sowie Häufungen vergleichsweise milder Winter wie beispielsweise in den 1890er-, den 1910er-, 1970er-, 1990er- und 2010er-Jahren. Standardabweichung: 1,5 Grad Celsius

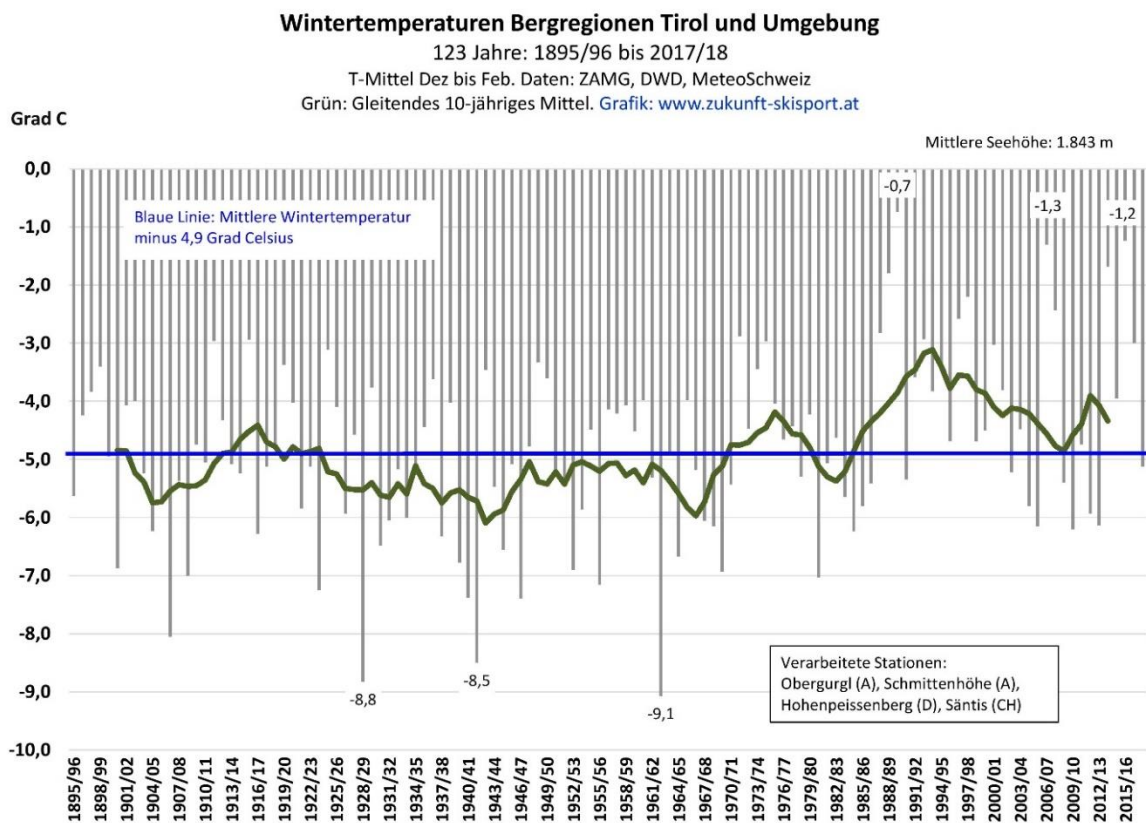


Abb. 3: Die Entwicklung der Wintertemperaturen auf vier amtlichen Bergwetterstationen in und um Tirol von 1895/96 bis 2017/18. Daten: DWD, MeteoSchweiz, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Fünf der letzten zehn Winter sind kälter als das 123-jährige Mittel (Abb. 3).

Ab Mitte der 1980er-Jahre machten sich wiederholt ungewöhnlich milde Winter bemerkbar, wie es sie seit den 1890er-Jahren nicht gegeben hat.

Anm.: In diesem Sample wurden alle verfügbaren amtlichen Bergwetterstationen verarbeitet, die innerhalb oder außerhalb der Landesgrenzen Tirols positioniert sind und über eine 123-jährige Datenreihe verfügen: Obergurgl (1.938 m), Schmittenhöhe (1.954 m), Säntis (CH, 2.502 m), Hohenpeissenberg (D, 977 m). Die Temperaturreihen von Patscherkofel, Hahnenkamm und Ischgl-Idalpe sind zu kurz, um in diese Statistik eingearbeitet werden zu können.

Bei der Suche nach den kältesten Bergwintern seit Beginn des alpinen Skisports stößt man im Ostalpenraum häufig auf bereits bekannte Muster. Die drei mit Abstand kältesten Winter sind in chronologischer Abfolge: 1928/29 mit minus 8,8 Grad, 1941/42 mit minus 8,5 Grad und 1962/63 mit minus 9,1 Grad Celsius. Der Winter 1962/63 war in Mitteleuropa von extremer Kälte geprägt und ließ den Bodensee zum bisher letzten Mal vollständig und über Wochen zufrieren. Dies war die erste, über mehrere Wochen andauernde „Seegfrörne“ nach 133 Jahren „Pause“ (1830). Der mildeste Winter der Messreihe ist jener von 1989/90 mit minus 0,7 Grad Celsius.

Das 10-jährig gleitende Mittel beginnt bei minus 4,8 Grad und steht derzeit bei minus 4,3 Grad Celsius. Dies bedeutet, dass die letzten zehn Winter der Messreihe (2008/09 bis 2017/18) im Schnitt um 0,5 Grad Celsius milder als die ersten zehn (1895/96 bis 1904/05) waren. Aus der Grafik wird ersichtlich, dass in den 1890er- und in den 1910er-Jahren die Wintertemperaturen im 10-jährig gleitenden Mittel nur geringfügig kälter als heute ausfielen. Ähnlich warm wie in der Gegenwart waren die Winter auf den Tiroler Bergen in den 1970ern, deutlich wärmer schließlich in den 1990er-Jahren.

Betrachtet man das 10-jährig gleitende Mittel, so liegt dieses gegenwärtig (minus 4,3 Grad Celsius) um 0,6 Grad Celsius über dem 123-jährigen Durchschnitt (minus 4,9 Grad Celsius).

Allgemein wird angenommen, dass die Schneegrenze pro 0,65 Grad Celsius Erwärmung um 100 Meter ansteigt. Mit anderen Worten: Die Schneegrenze steigt um etwa 150 Meter pro 1 Grad Celsius Erwärmung. Daraus könnte man ableiten, dass die winterliche Schneegrenze auf Tirols Bergen im Mittel der letzten zehn Jahre um knapp 100 Meter höher lag als im Schnitt der letzten 123 Jahre.

Dazu eine Anmerkung des Innsbrucker Meteorologen Mag. Christian Zenkl:

„Natürlich sind auch solche Verallgemeinerungen mit großer Vorsicht zu betrachten. Man muss sich die Wetterlagen ansehen, welche in der jeweiligen Region überhaupt Niederschläge und Schneefälle bringen und ob diese Wetterlagen über die letzten Dekaden eine signifikante Temperaturänderung zeigen. Eine entsprechende Studie ist in Arbeit.“

5.4 Die Wintertemperaturen auf Bergstationen im benachbarten Ausland

Bei der Auswertung der Temperaturmessreihen aller weiteren untersuchten Bergstationen im benachbarten Ausland konnte ein Rückgang der Wintertemperaturen in den letzten 30 Jahren beobachtet werden. Das zeigt, dass der winterliche Temperaturverlauf auf Tirols Bergen keine Ausnahme darstellt.

Messreihen aus Deutschland untermauern den Trend der winterlichen Abkühlung ohne Ausnahme. Unter anderem wurden vom „FORUM ZUKUNFT SKISPORT“ folgende Bergstationen untersucht: Zugspitze (2.962 m), Feldberg (1.493 m), Hohenpeissenberg (977 m), Wendelstein (1.835 m), Brocken (1.152 m), Wasserkuppe (950 m) und Fichtelberg (1.215 m). Eine detaillierte Studie zur winterlichen Temperaturentwicklung auf deutschen Bergwetterstationen ist in Planung.

In Italien zeigt der Passo Rolle (Rollepass, Trentino, 2.012 m Seehöhe) ein ähnliches winterliches Temperaturmuster wie die Nordtiroler Stationen. Weitere amtliche Messdaten von italienischen Bergstationen konnten bis dato nicht eingeholt werden.

Die untersuchten Schweizer Bergstationen zeigen ebenso eine deutliche winterliche Abkühlung über die letzten 30 Jahre – während der sogenannten Klimanormalperiode – unter anderem Jungfraujoch (3.580 m), Weissfluhjoch (2.691) und Säntis (2.502 m). Bestätigt werden diese Angaben vom Schweizer Klimatologen Dr. Stephan Bader (MeteoSchweiz).

BADER / FUKUTOME (2015, Seite 7) halten für die Temperaturmessreihe am Jungfraujoch fest: Der Winter 2012/13 war mit einer Durchschnittstemperatur von minus 15,6 Grad Celsius „*der kälteste in den letzten 50 Jahren*“. In der untersuchten Periode von 1957/58 bis 2012/13 sei im Winter insgesamt kein signifikanter Temperaturtrend nachweisbar.

Abb. 4 zeigt mit dem Jungfraujoch (CH, 3.580 m) exemplarisch eine hochalpine Bergstation. Von 1988/89 bis 2017/18 sind die Wintertemperaturen an diesem berühmten Schweizer Aussichtspunkt im linearen Trend von minus 11,6 auf minus 13,3 Grad Celsius gesunken – das heißt: um 1,7 Grad Celsius.

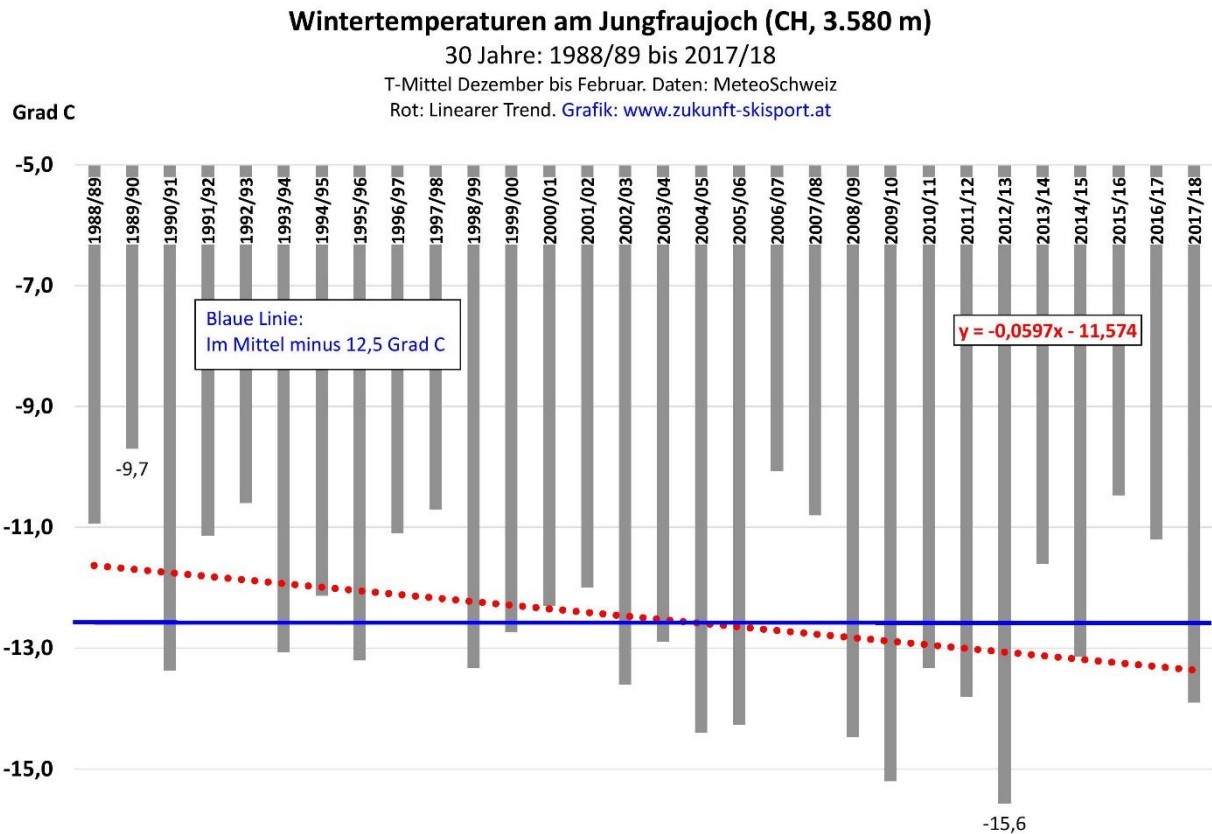


Abb. 4: Der Verlauf der Wintertemperaturen am Jungfraujoch von 1988/89 bis 2017/18. Daten: MeteoSchweiz. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Die winterliche Abkühlung der letzten 30 Jahre ist auch in den Obergurgl-Studien von KUHN et al. (2013) sowie DREISEITL et al. (2015) dokumentiert.

Über die winterliche Temperaturentwicklung auf den Schweizer Bergstationen schreiben Stephan BADER und Sophie FUKUTOME (2015, Seite V) in ihrem Fachbericht 254 für die MeteoSchweiz:

„Am Übergang von den 1980er zu den 1990er Jahren haben sich die Schweizer Bergwinter innerhalb sehr kurzer Zeit markant erwärmt. In den anschließenden zwei Jahrzehnten folgte eine signifikante Abkühlung zurück auf das Temperaturniveau vor der Erwärmung. Solche Wechsel zwischen milden und kalten Bergwinterperioden verlaufen hoch korreliert mit dem Wechsel winterlicher Wetterlagenmuster.“

5.5 Hohenpeissenberg: Wintertemperaturen seit 1781

Die älteste Bergwettermessreihe der Welt stammt vom Hohenpeissenberg, der das baye-rische Alpenvorland um etwa 200 Meter überragt. Die Station liegt etwa 50 km nordwest-lich des Tiroler Wintersportortes Seefeld und zeigt uns die winterliche Klimageschichte im Überblick von 237 Jahren.

Abb. 5 zeigt die winterliche Temperaturentwicklung vom Hohenpeissenberg von 1781/82 bis 2017/18. Das Mittel der Wintertemperaturen beträgt minus 1,4 Grad Celsius (blaue Linie). Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt anschaulich Perioden relativ milder Winter – wie jene der letzten Dekaden oder zu Beginn des 20. Jahrhunderts.

Standardabweichung: 1,8 Grad Celsius

Spannweite: 9,9 Grad Celsius

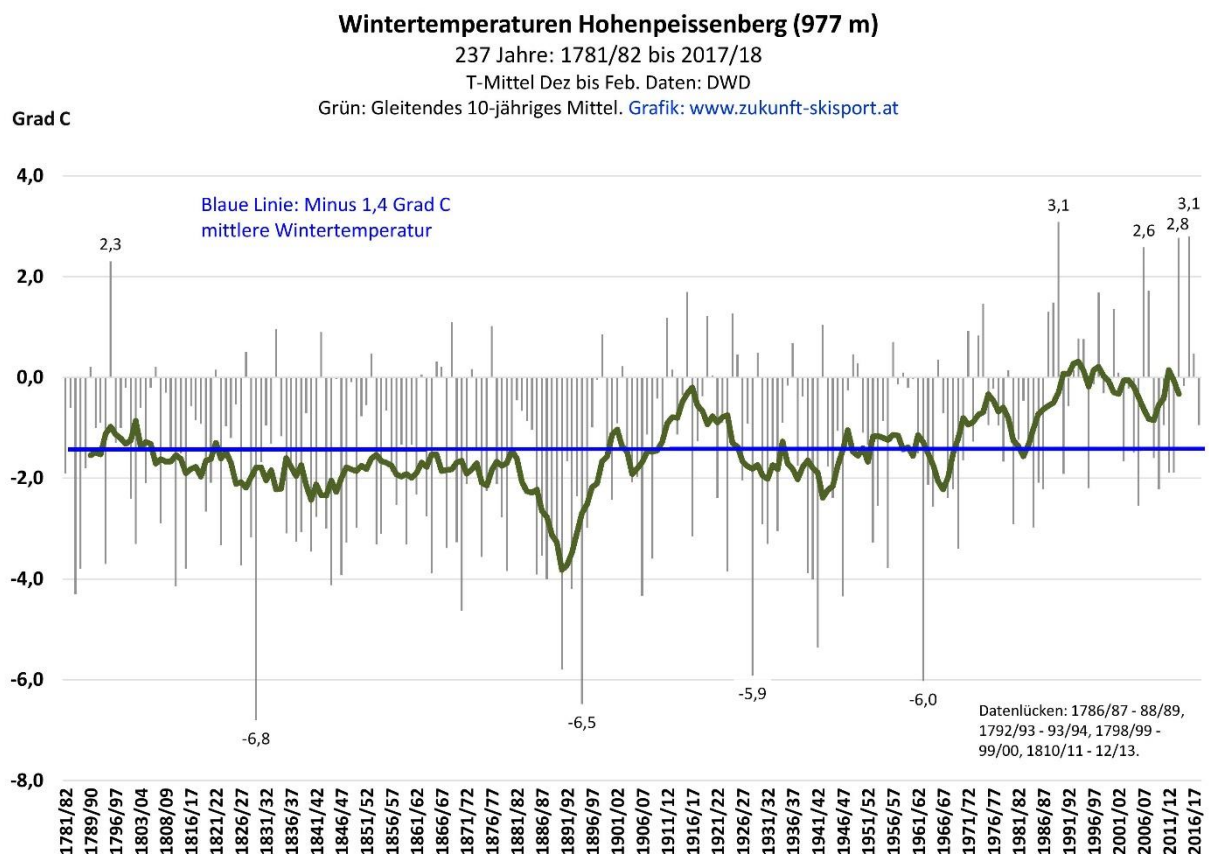


Abb. 5: Die Entwicklung der Wintertemperaturen an der Station Hohenpeissenberg von 1781/82 bis 2017/18. Daten: DWD. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Auffallend ist die Häufung sehr kalter Winter gegen Ende des 19. Jahrhunderts und die anschließend äußerst markante Erwärmung bis etwa 1920. Diese abrupten Klimaänderungen unterstreichen die natürliche Klimavariabilität auf regionaler Skala.

Bei der Suche nach den kältesten Bergwintern seit Beginn der Instrumentenaufzeichnungen kristallisiert sich der Winter 1829/30 allgemein als „Rekordhalter“ heraus – so auch am Hohenpeissenberg: mit einem Temperaturmittel von minus 6,8 Grad Celsius. Es folgen der Winter 1894/95 mit minus 6,5 Grad Celsius und die bereits von den Tirol-Stationen bekannten Jahre 1962/63 und 1928/29. Die mildesten Winter wurden 1989/90 und 2015/16 mit jeweils 3,1 Grad Celsius gemessen. Bemerkenswert ist auch der milde Winter 1795/96 mit 2,3 Grad Celsius.

Langfristig sehen wir das 10-jährig gleitende Mittel von minus 1,6 Grad auf minus 0,3 Grad Celsius ansteigen – um 1,3 Grad über 237 Jahre. Das entspricht einem Temperaturanstieg von 0,05 Grad Celsius pro Dekade.

Ab Mitte der 1980er-Jahre machten sich wiederholt ungewöhnlich milde Winter bemerkbar, wie es sie seit 1781/82 mit Ausnahme des sehr milden Winters 1795/96 nicht gegeben hat. Trotzdem konnte in den Alpen auch in niedrigeren Lagen mit Hilfe der technischen Beschneigung weiterhin ein guter Skibetrieb gewährleistet werden.



Abb. 6: Das älteste Bergobservatorium der Welt auf dem Hohenpeissenberg, weniger als 50 km nordwestlich der Tiroler Grenze gelegen, erfasst seit 1781 meteorologische Daten. Foto: DWD.

6 Zur klimatischen Entwicklung der Bergsommer

Im Gegensatz zu den Wintermonaten sind die Sommer in den Alpen über die letzten Jahrzehnte markant wärmer geworden. Ein Teil dieser Erwärmung kann mit häufigeren Hochdruckwetterlagen erklärt werden, da auch die Anzahl der sommerlichen Sonnenstunden seit Ende der 1970er-Jahre stark angestiegen ist. Damit einher geht eine Phase des Rückzugs der Alpengletscher. Für die erfolgreiche Weiterentwicklung des alpinen Sommertourismus ist das derzeitige Klima geradezu ideal.

Abb. 7 zeigt den Verlauf der Sommertemperaturen auf Bergstationen in Tirol bzw. in der unmittelbaren Umgebung von 1895 bis 2018 – das ist ein Zeitraum von 124 Jahren.

Arithmetisches Mittel: 9,1 Grad Celsius

Standardabweichung: 1,2 Grad Celsius

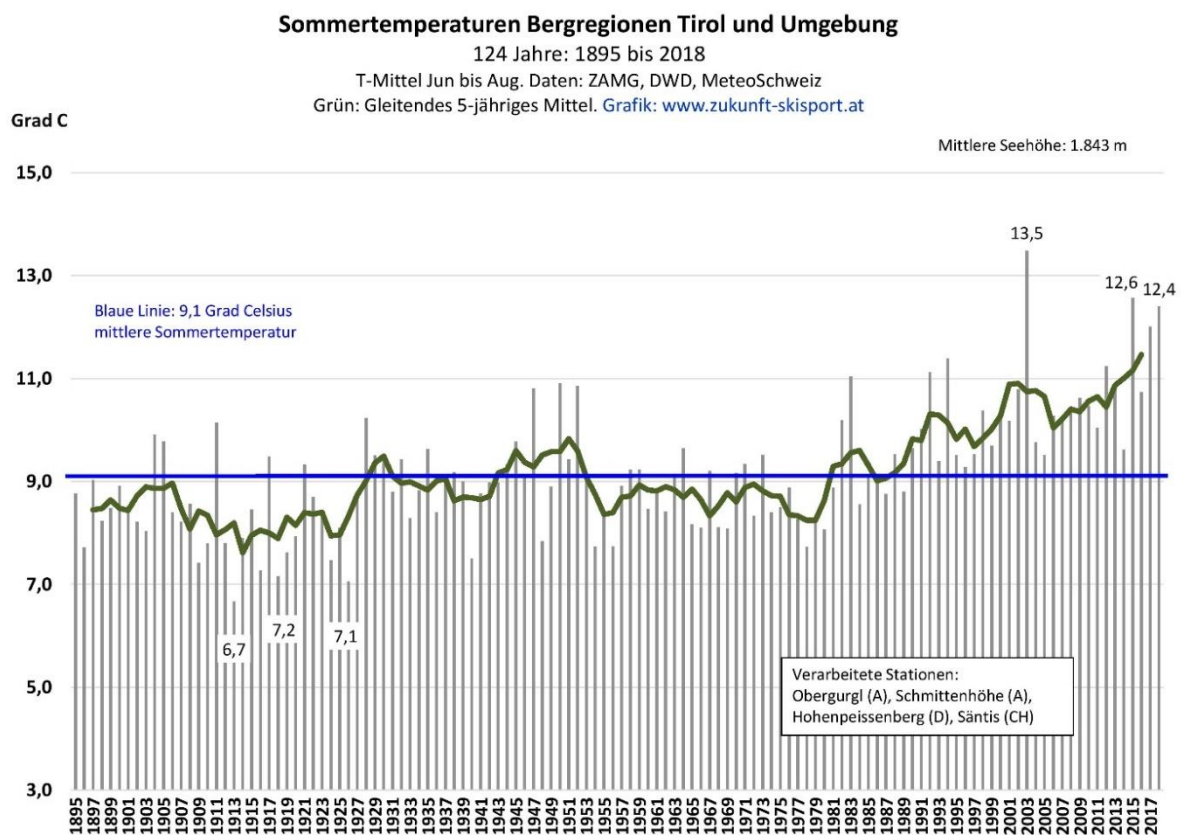


Abb. 7: Der Verlauf der mittleren Sommertemperaturen (Juni bis August) auf Bergstationen in und um Tirol von 1895 bis 2018. Daten: ZAMG, DWD, MeteoSchweiz. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 5-jährig gleitende Mittel zeigt den sprunghaften Anstieg der Sommertemperaturen seit Mitte der 1970er-Jahre um ungefähr 3 Grad Celsius. Das entspricht in etwa einem Anstieg der klimatischen Schneegrenze („Gleichgewichtslinie“) in den Gletscherregionen von 450 m. Es ist offensichtlich, dass sich die alpinen Sommer über die letzten 50 Jahre stark erwärmt haben – die Winter hingegen nicht.

Auch bei den Sommertemperaturen lohnt sich ein Studium der Bergwettermessreihe am Hohenpeissenberg. Sie gewährt uns einen Einblick über 238 Jahre Klimageschichte.

Abb. 8 zeigt die sommerliche Temperaturentwicklung von 1781 bis 2018. Das Mittel der Sommertemperaturen beträgt 14,2 Grad Celsius (blaue Linie). Die Extremwerte finden sich 2003 („Jahrhundertssommer“) mit 19,0 Grad sowie 1816 („Jahr ohne Sommer“) mit 11,2 Grad Celsius. Ein interessantes Detail: 1807 brachte mit 17,2 Grad Celsius den viertwärmsten Sommer der Messreihe.

Standardabweichung: 1,2 Grad Celsius

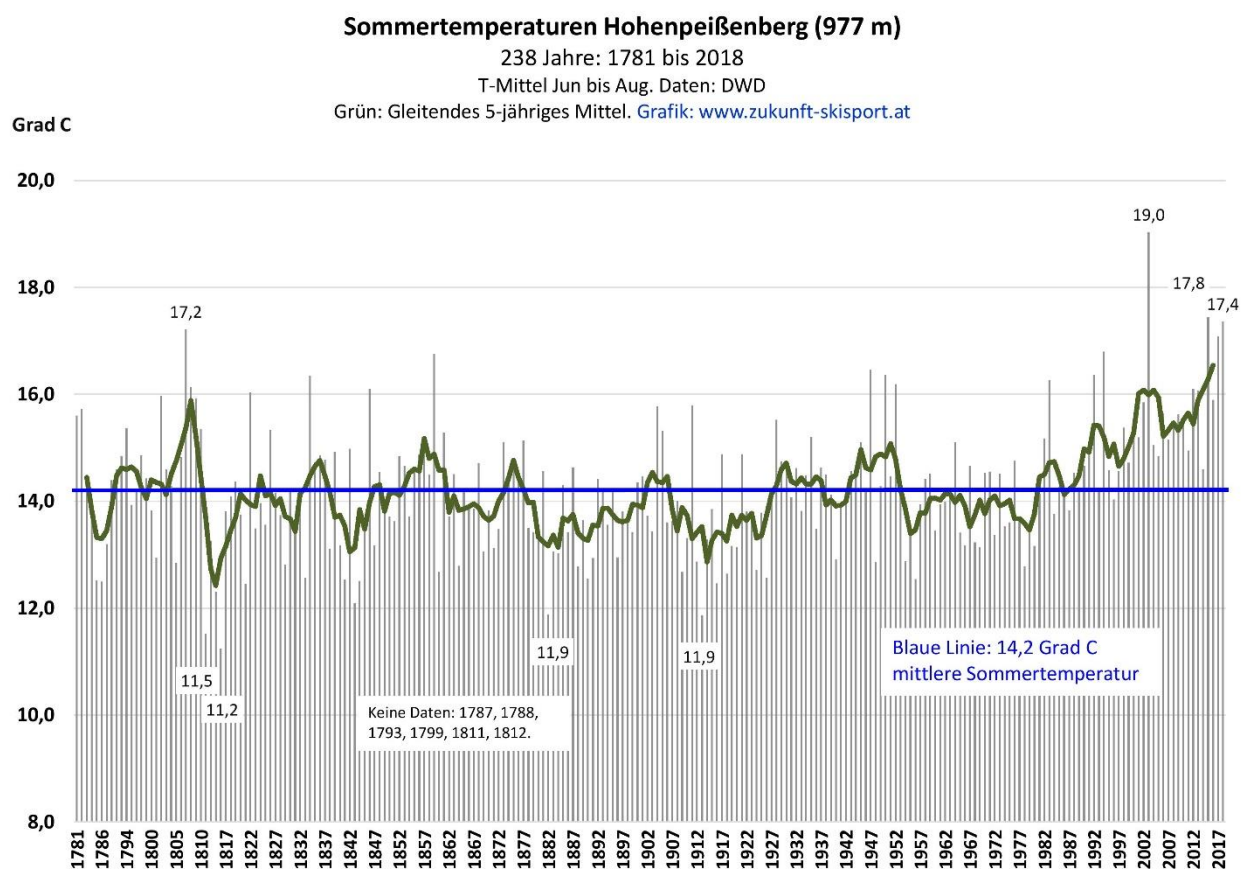


Abb. 8: Die Entwicklung der Sommertemperaturen an der Station Hohenpeissenberg von 1781 bis 2018. Daten: DWD. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Zur besseren Veranschaulichung der Dynamik der Sommertemperaturen während der letzten Jahrzehnte wurde für die grüne Kurve das 5-jährig gleitende Mittel gewählt. Beachtlich ist in dieser langjährigen Zeitreihe die Erkenntnis, dass die Sommertemperaturen über mehr als zwei Jahrhunderte – bis etwa 1990 – keinen Erwärmungstrend zeigen. Erst gegen Ende des 20. Jahrhunderts wird der bereits bekannte sommerliche Temperaturanstieg sichtbar.

Abb. 9 zeigt exemplarisch den Verlauf der sommerlichen Sonnenscheindauer (Juni bis August) auf dem Sonnblick und der Villacher Alpe (Mittelwert der beiden Stationen) von 1887 bis 2018. Dieser Zeitraum von 132 Jahren ist der längste, der für österreichische Bergstationen dargestellt werden kann. Der Mittelwert beträgt 512 Sonnenstunden. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 2003 („Jahrhundertsommer“) mit 706 Stunden sowie 1896 mit lediglich 334 Stunden. Es gibt keine Datenlücken.

Standardabweichung: 69 Stunden

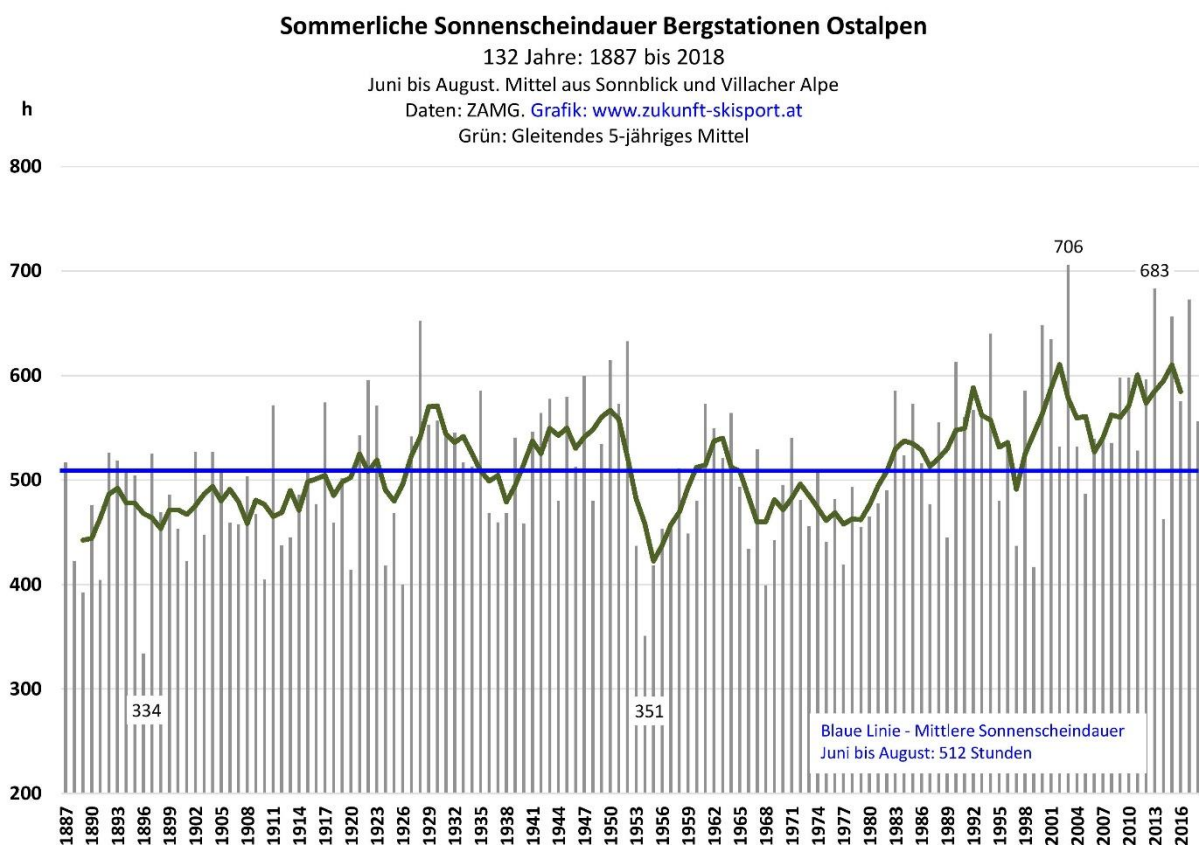


Abb. 9: Der Verlauf der sommerlichen Sonnenstunden (Juni bis August) auf Sonnblick und Villacher Alpe (Mittelwert) von 1887 bis 2018. Daten: ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 5-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt eine hohe Variabilität und eine langfristige Zunahme der sommerlichen Sonnenscheindauer. Auch hier sind die letzten 40 Jahre die mit Abstand sonnigsten der Messreihe. Der Anstieg beträgt über 25 % seit Mitte der 1970er-Jahre. Noch nie waren seit Aufzeichnungsbeginn die Sommer auf den Bergen der Ostalpen sonniger als gegenwärtig.

7 Zur Entwicklung der Schneeparameter

Der Hydrographische Dienst in Österreich und die ZAMG verfügen über Datenmaterial zur Analyse des Schneedargebotes in Österreich. Die Messreihen gehen in dicht besiedelten Gebieten zum Teil bis in das Jahr 1896 zurück. In Regionen, die seit Mitte der 1890er-Jahre als Wintersportorte dienen, sind sie meist kürzer. Ein Ziel dieser Arbeit liegt darin, die wenigen sehr langen Schneemessreihen aus Tirols alpinen Regionen gesammelt auszuwerten.

Anbei finden Sie die Auswertung von allen verfügbaren langen Tiroler Schneemessreihen aus Wintersportorten. Es werden ausschließlich amtliche Messdaten ausgewertet. Private Messreihen (Seilbahngesellschaften, Privatpersonen) wurden nicht eingesehen.

Bei den jährlichen Schneemessreihen wird eine Periode von zwölf Monaten erfasst: vom 01. September bis zum 31. August des Folgejahres. Die Messungen der Schneehöhe (= Höhe der Schneedecke) und der Neuschneehöhe finden standardisiert täglich um 07.00 Uhr (MEZ) statt.

Anm. des Autors: Die Verfügbarkeit der Messwerte ist bis 1914 überwiegend sehr gut. Schwieriger wird die Lage ab Beginn des Ersten Weltkriegs über die Zwischenkriegszeit bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs. Von etwa 1918 bis etwa 1946 gibt es bei den einzelnen Messreihen häufige Datenlücken, die sich zum Teil über mehrere Jahre erstrecken. Um durchgehende Betrachtungen zu ermöglichen, wurden die fehlenden Werte mithilfe benachbarter amtlicher Stationen über Korrelation ermittelt. Die Qualität der berechneten Werte mag nicht immer befriedigend sein, doch gibt es keine besseren Möglichkeiten, die Messreihen von Datenlücken zu befreien. Insgesamt sollte dadurch die Aussagekraft der Ergebnisse deutlich weniger verzerrt werden als durch das Belassen der Messlücke.



Abb. 10: Der Standort der Station Galtür der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) von April 1989 bis Mai 2012 – am Ausgang des Jamtals. Foto: ZAMG.

7.1 Verfügbare Schneemessreihen ab 1896/97 (122 Jahre)

Abb. 11 zeigt den Verlauf der **jährlich größten Schneehöhen** im Mittel von sechs verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1896/97 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 122 Jahren beträgt der Mittelwert 102 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1943/44 mit 179 cm und 2006/07 mit lediglich 43 cm Schneehöhe.

Sample: Galtür, Seefeld, Kirchberg, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen.

Anm.: Leider sind keine langen Schneemessreihen auf dem Zentralalpenbereich und aus Osttirol verfügbar.

Standardabweichung: 32 cm

Spannweite: 136 cm

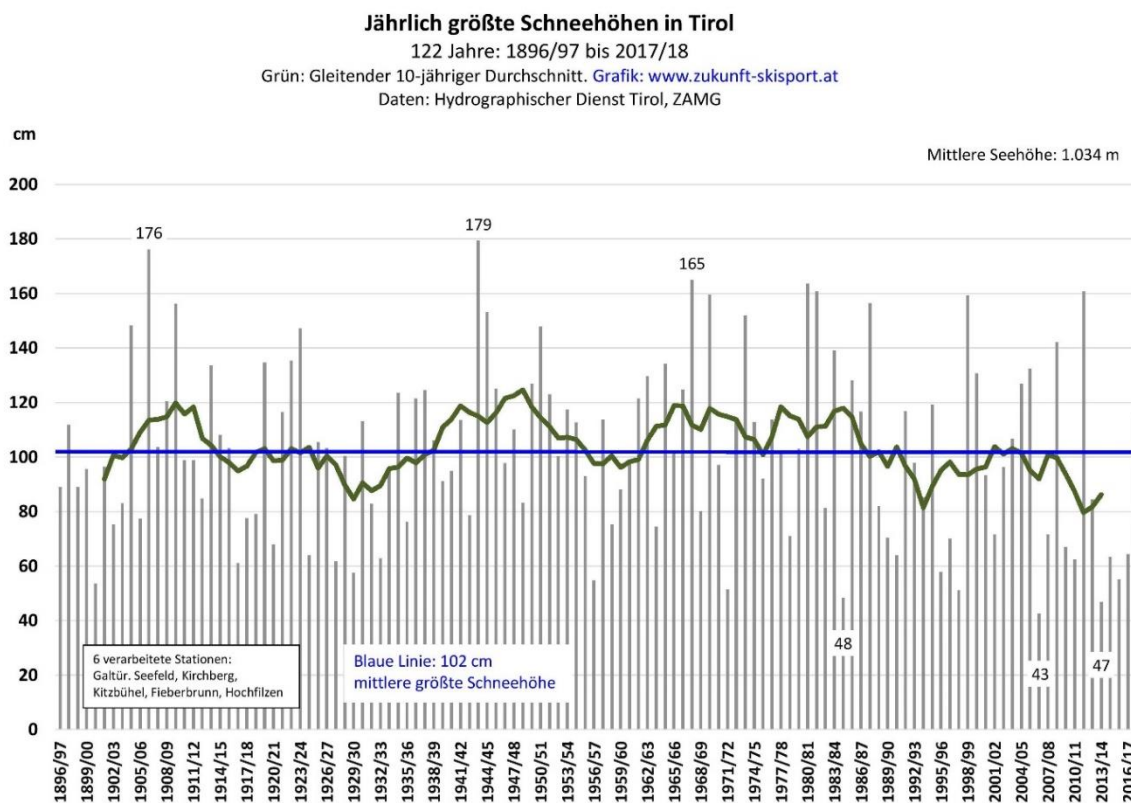


Abb. 11: Der Verlauf der jährlich größten Schneehöhen im Mittel von sechs verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1896/97 bis 2017/18. Daten: Hydrographischer Dienst Tirol, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Die Einzeljahre weisen eine extrem hohe Variabilität auf. Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) ist deutlich glatter – hier pendeln die Werte lediglich zwischen ca. 80 und 120 cm. Hohe Werte häufen sich zwischen den 1940er- und 1980er-Jahren, relativ geringe Schneehöhen finden sich in den 1920er- und 1930er-Jahren, in den 1990er-Jahren sowie am Ende der Messreihe. Es ist – bei Betrachtung des gesamten Zeitraumes – kein signifikanter Trend errechenbar.

Abb. 12 zeigt den Verlauf der **jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung** im Mittel von vier verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1896/97 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 122 Jahren beträgt der Mittelwert 143 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1974/75 mit 187 und 2006/07 mit lediglich 99 Tagen mit Schneebedeckung. Die Spannweite beträgt beachtliche 88 Tage – knapp drei Monate.

Sample: Galtür, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen.

Anm.: Aus dem Zentralalpenbereich und aus Osttirol sind keine langen Schneemessreihen verfügbar.

Standardabweichung: 16 Tage

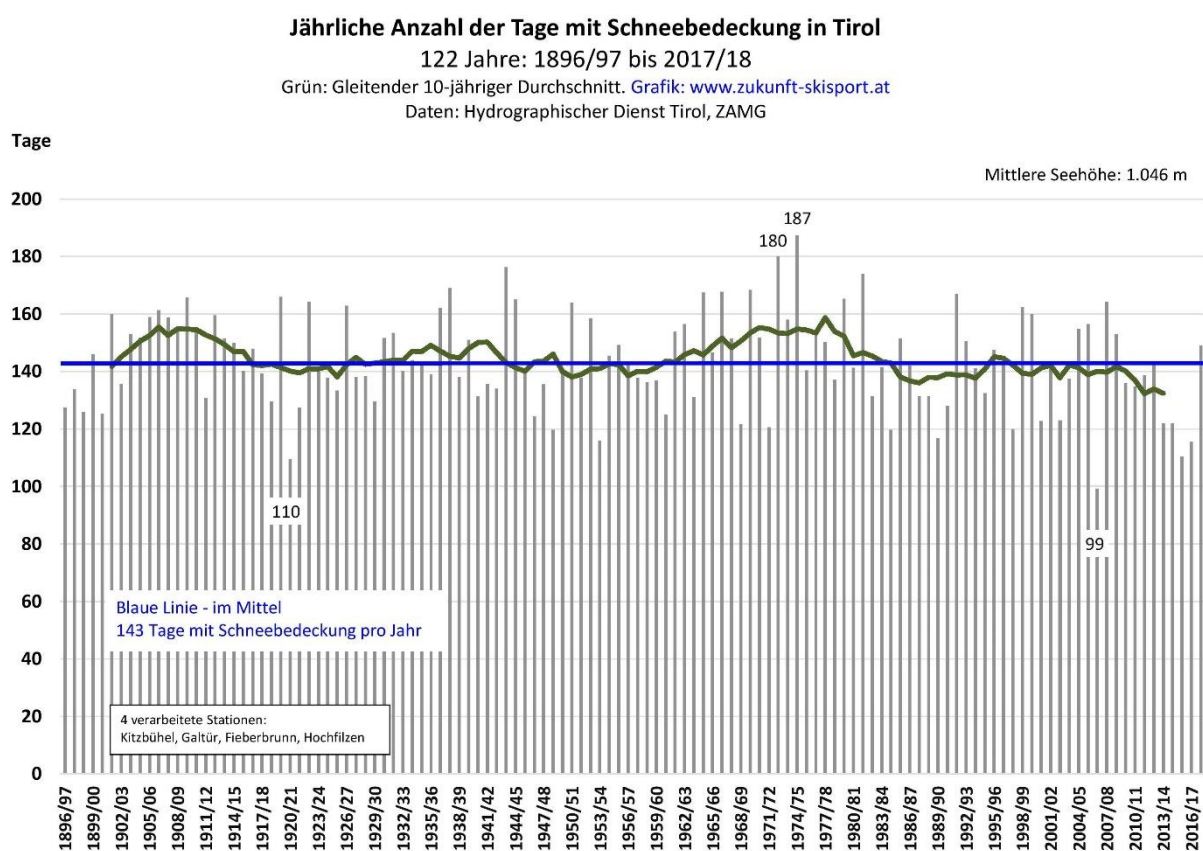


Abb. 12: Der Verlauf der jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung im Mittel von vier verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1896/97 bis 2017/18. Daten: Hydrographischer Dienst Tirol, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt Häufungen von außergewöhnlich langen Wintern Anfang des 20. Jahrhunderts und um die 1970er-Jahre. Derzeit befindet sich das 10-jährige Mittel auf seinem Minimum, begründet durch vier schneearme Winter in Serie von 2013/14 bis 2016/17. Es ist – bei Betrachtung der gesamten Messreihe – kein signifikanter Trend errechenbar.

7.2 Verfügbare Schneemessreihen ab 1918/19 (100 Jahre)

Abb. 13 zeigt den Verlauf der **jährlich größten Schneehöhe** im Mittel von elf Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1918/19 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 100 Jahren beträgt der Mittelwert 110 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1943/44 mit 196 cm und 2013/14 mit lediglich 50 cm Schneehöhe.

Sample: Galtür, Leutasch, Seefeld, Scharnitz, Gerlos, Kirchberg, Kitzbühel, Reit im Winkl, Fieberbrunn, Hochfilzen, Mühlbach am Hochkönig. Anm.: Aus dem Zentralalpenbereich und aus Osttirol sind keine langen Schneemessreihen verfügbar.

Standardabweichung: 32 cm

Spannweite: 146 cm

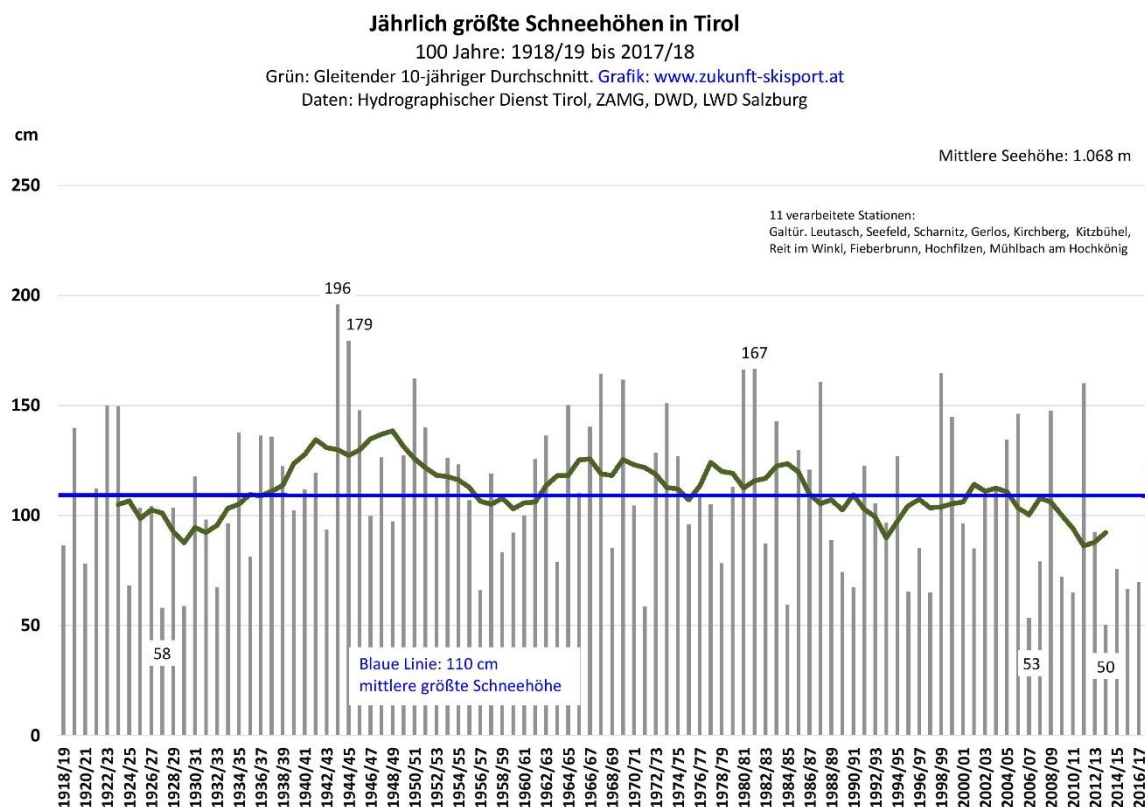


Abb. 13: Der Verlauf der jährlich größten Schneehöhen im Mittel von elf verfügbaren Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1918/19 bis 2017/18. Daten: DWD, Hydrographischer Dienst Tirol, LWD Salzburg, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt die größten Schneehöhen in den 1940er-Jahren. Relativ geringe Schneehöhen finden sich zu Beginn und am Ende der Messreihe. Über ein ganzes Jahrhundert gesehen ist selbst auf relativ geringer Seehöhe (1.068 m) kein nachhaltiger Trend erkennbar.

Abb. 14 zeigt den Verlauf der **jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung** im Mittel von sieben verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1918/19 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 100 Jahren beträgt der Mittelwert 137 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1974/75 mit 173 und 2006/07 mit lediglich 97 Tagen mit Schneebedeckung.

Sample: Galtür, Scharnitz, Gerlos, Kirchberg, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen.

Anm.: Aus dem Zentralalpenbereich und aus Osttirol sind keine langen Schneemessreihen verfügbar.

Standardabweichung: 17 Tage

Spannweite: 76 Tage

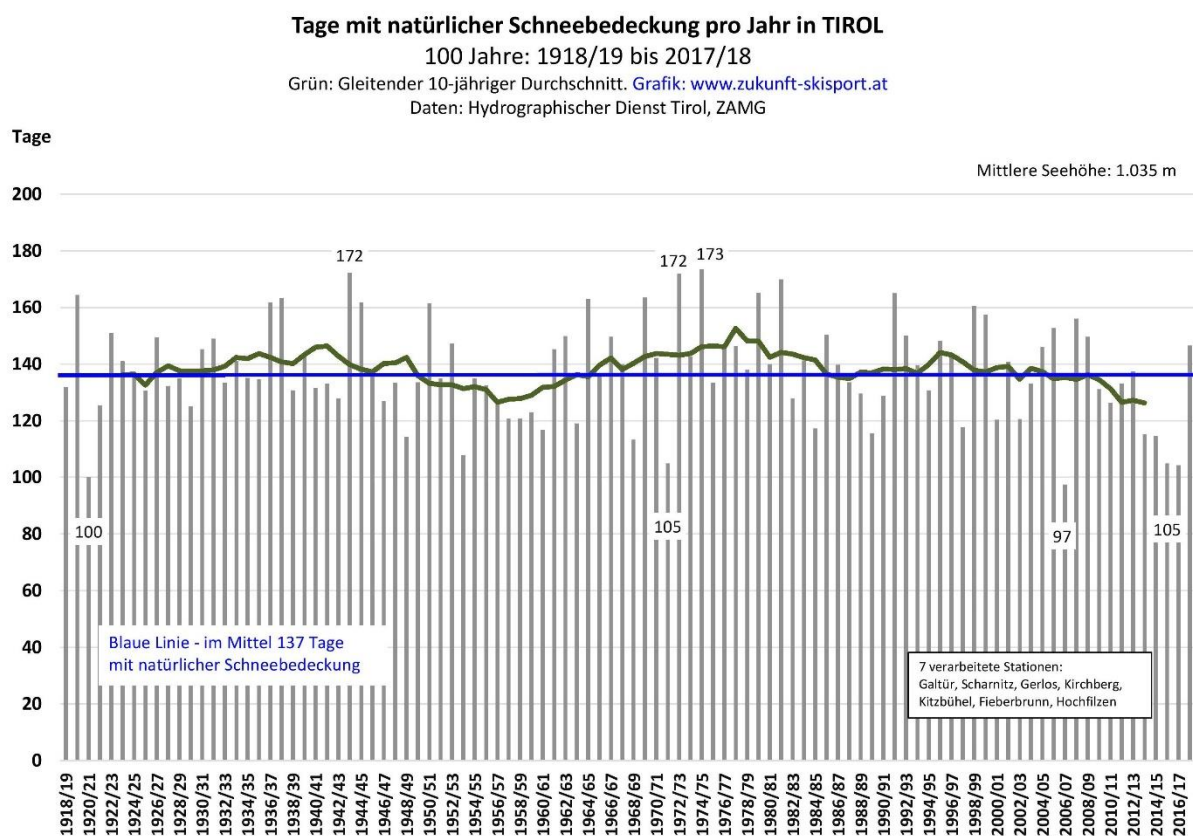


Abb. 14: Der Verlauf der jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung im Mittel von sieben verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten von 1918/19 bis 2017/18. Daten: ZAMG, Hydrographischer Dienst Tirol. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) zeigt einen eher unauffälligen Verlauf, wobei um die 1970er-Jahre eine Häufung etwas längerer Schneebedeckungsperioden auffällt. Insgesamt lässt sich bei Betrachtung des gesamten letzten Jahrhunderts kein nachhaltiger Trend nachweisen.

7.3 Schneemessreihen ab 1988/89 (30 Jahre)

Jährlich größte Schneehöhen

Abb. 15 zeigt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen im Mittel von 21 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 30 Jahren beträgt der Mittelwert 96 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1998/99 mit 160 cm und 2006/07 mit lediglich 61 cm Schneehöhe.

Sample: Vermunt, Lech, Galtür, Ladis, Tannheim, Obergurgl, Leutasch, Seefeld, Scharnitz, Lanersbach, Gerlos, Kirchberg, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen, Waidring, Reit im Winkl, Sexten, Sillian, Obertilliach, Mühlbach am Hochkönig (Arthurhaus).

Standardabweichung: 28 cm

Spannweite: 99 cm

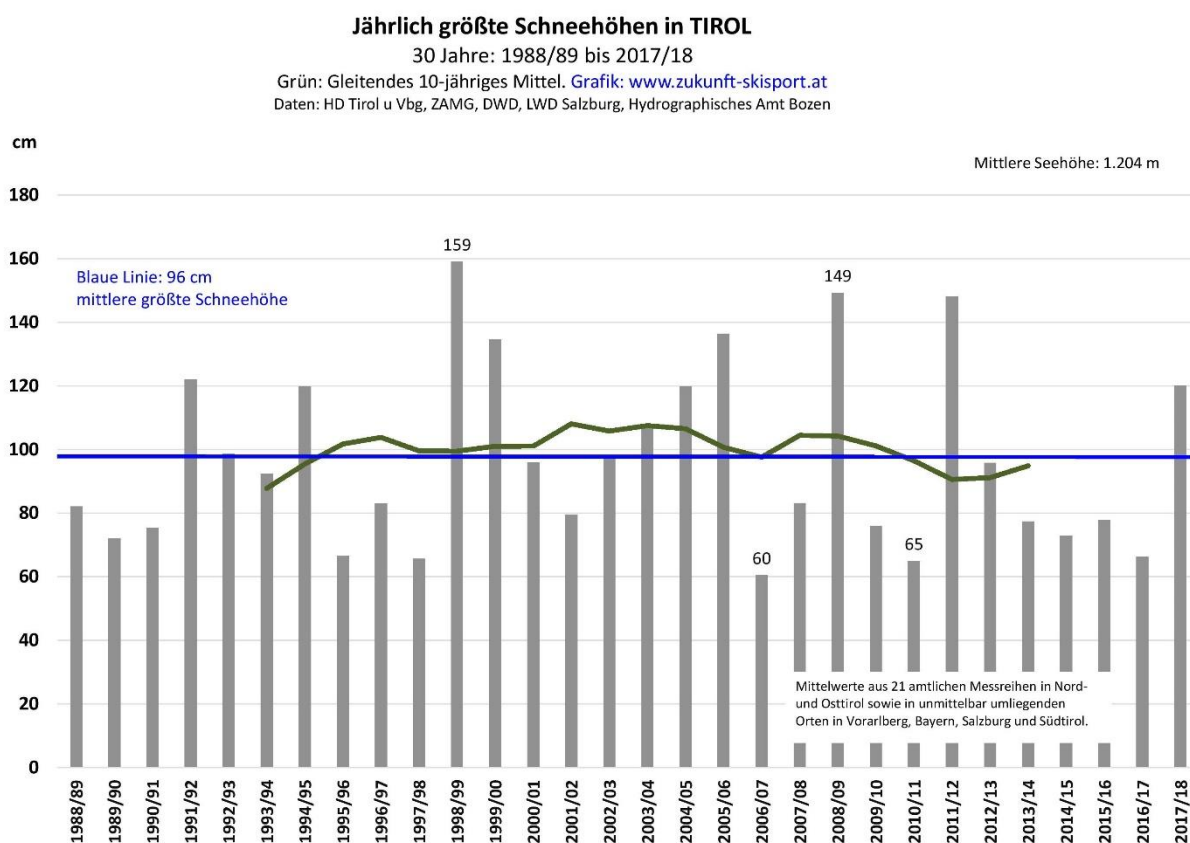


Abb. 15: Der Verlauf der jährlich größten Schneehöhen im Mittel von 20 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Daten: DWD, Hydrographische Dienste Tirol und Vorarlberg, Hydrographisches Amt Bozen, LWD Salzburg, Vorarlberger Illwerke, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) lässt keinen signifikanten Trend erkennen.

Jährliche Neuschneesummen

Abb. 16 zeigt den Verlauf der jährlichen Neuschneesummen im Mittel von 19 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Bei einer Zeitspanne von 30 Jahren beträgt der Mittelwert 474 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1998/99 mit 730 cm und 2006/07 mit lediglich 293 cm Neuschnee.

Sample: Vermunt, Zürs, Lech, Galtür, Ladis, Tannheim, Leutasch, Scharnitz, Lanersbach, Gerlos, Kirchberg, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen, St. Ulrich am Pillersee, Waidring, Sexten, Sillian, Obertilliach.

Standardabweichung: 117 cm

Spannweite: 437 cm

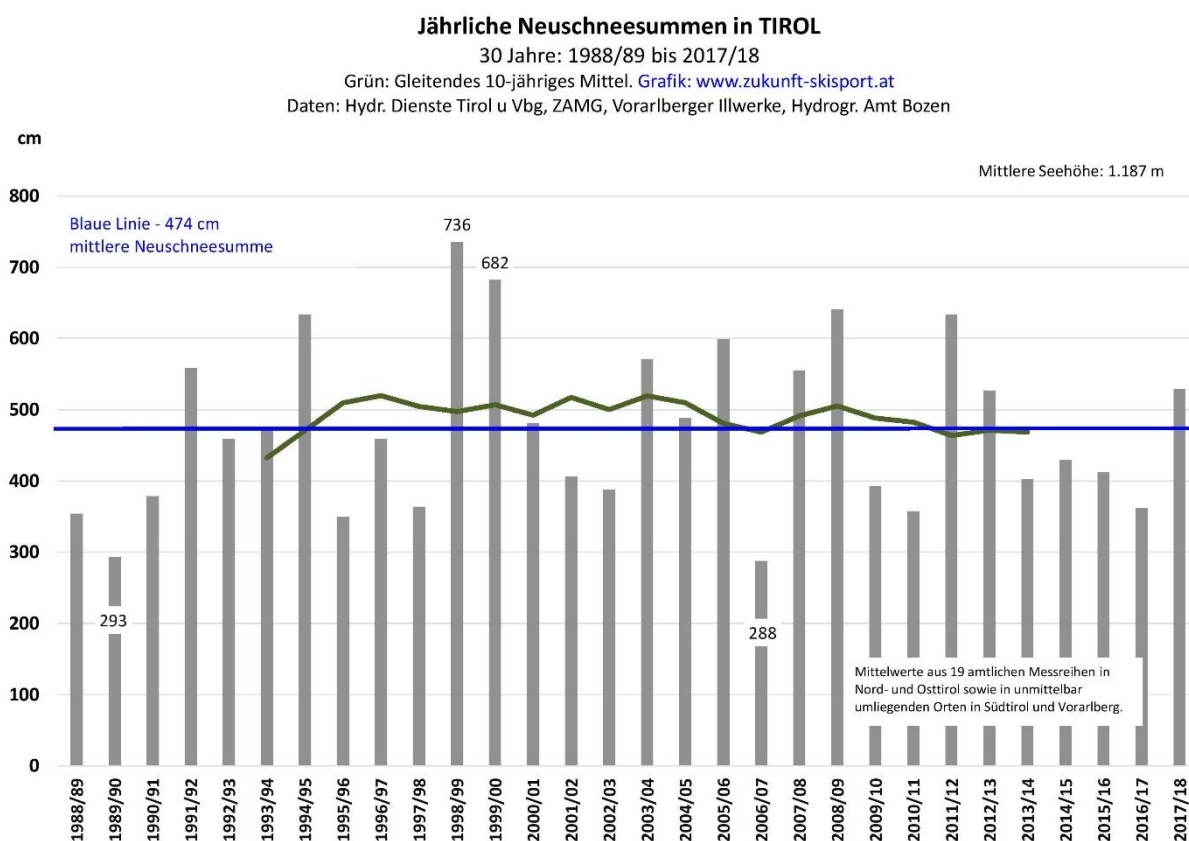


Abb. 16: Der Verlauf der jährlichen Neuschneesummen im Mittel von 18 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Daten: Hydrographisches Amt Bozen, Hydrographische Dienste Tirol und Vorarlberg, Vorarlberger Illwerke, ZAMG. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel (grüne Kurve) lässt keinen signifikanten Trend erkennen.

Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung

Abb. 17 zeigt den Verlauf der jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung im Mittel von 20 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Bei einer Zeitspanne von 30 Jahren beträgt der Mittelwert 139 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1991/92 mit 167 und 2006/07 mit lediglich 105 Tagen.

Sample: Vermunt, Lech, Galtür, Ladis, Tannheim, Obergurgl, Scharnitz, Lanersbach, Gerlos, Kirchberg, Kitzbühel, Fieberbrunn, Hochfilzen, Waidring, St. Ulrich am Pillersee, Reit im Winkl, Sexten, Sillian, Obertilliach, Saalfelden.

Standardabweichung: 16 Tage

Spannweite: 62 Tage

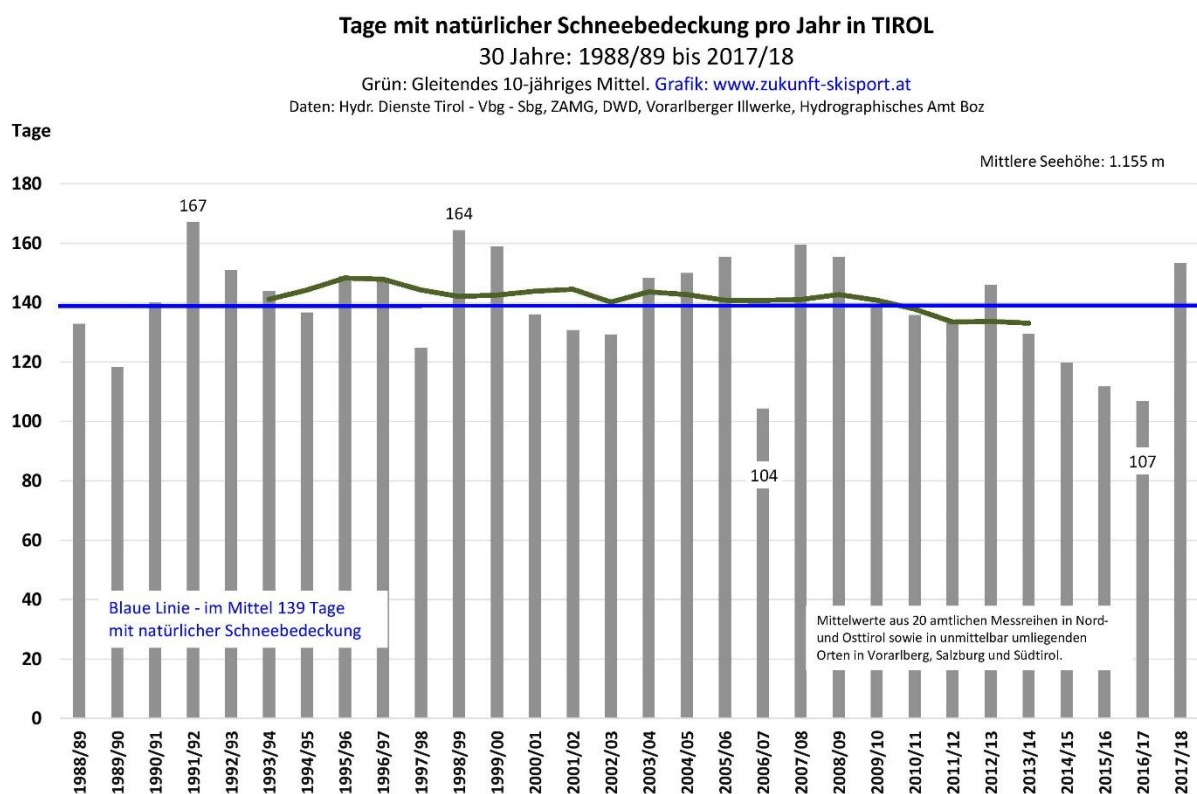


Abb. 17: Der Verlauf der jährlichen Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung im Mittel von 19 amtlichen Messreihen aus Wintersportorten in und um Tirol von 1988/89 bis 2017/18. Daten: ZAMG, Hydrographischer Dienst Tirol, Vorarlberg und Salzburg, DWD, Vorarlberger Illwerke, Hydrographisches Amt Bozen. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Das 10-jährig gleitende Mittel zeigt einen leicht sinkenden Trend. Dennoch ist auch dieser nicht statistisch signifikant.

7.4 Beginn der Winterdecke

Stimmt es eigentlich, dass die Winter zunehmend später einsetzen? Sowohl in den Medien als auch in Gesprächen zwischen Ski-Enthusiasten wird häufig die Vermutung geäußert, dass „der Schnee immer später kommt“ und dass sich die Einschneizeitpunkte sichtlich nach hinten verlagert hätten. Auch hier kann ausschließlich die Auswertung amtlicher Messdaten verbindliche Antworten liefern.

In der Folge werden drei Auswertungen betreffend den Beginn der Winterdecke präsentiert. Die Stationen sind über ganz Tirol und seine unmittelbare Umgebung verteilt. Es wurden unterschiedliche Höhenlagen ausgewählt, die für Tiroler Wintersportorte typisch sind. Auch die Länge der Messreihen ist unterschiedlich, womit sich differenzierte Perspektiven bieten.

1) Waidring	778 m	38 Jahre	Daten: HD Tirol
2) Ladis-Neuegg	1.426 m	30 Jahre	Daten: HD Tirol
3) Lech am Arlberg	1.480 m	79 Jahre	Daten: HD Vorarlberg

Anm.: Der Fachbegriff „Beginn der Winterdecke“ beschreibt den Beginn der längsten zusammenhängenden Schneebedeckungsperiode des Winters. Der im Volksmund geläufige Begriff des „Einschneiens“ wird in dieser Arbeit synonym mit dem Beginn der Winterdecke verwendet.

Interpretation der Ergebnisse:

Der Beginn der Winterdecke in den drei ausgewählten Wintersportorten zeigt vor allem eine Gemeinsamkeit: Die jährliche Variabilität kann durchaus als „extrem“ bezeichnet werden. Die Spannweite beträgt im Mittel 91 Tage. Das heißt, dass der Beginn der Winterdecke um bis zu drei Monate variieren kann.

Stimmt es nun, dass es zunehmend später einschneit? Waidring und Ladis-Neuegg zeigen keinen Trend zu veränderten Einschneizeitpunkten. Lech am Arlberg verzeichnet im Durchschnitt der letzten 10 Jahre eine Verzögerung des Winterdeckenbeginns im Vergleich zum 79-jährigen Mittel von exakt 7 Tagen.

Diese über die Jahrzehnte kaum erkennbaren Veränderungen werden von der sehr hohen Variabilität der Einzeljahre überlagert und sind deshalb ohne statistische Signifikanz. Wissenschaftlich korrekt ist somit die Aussage, dass der Beginn der Winterdecke statistisch unverändert ist. Weder schneit es „früher“ noch „später“ ein als im langjährigen Mittel.

Waidring

Der Wintersportort Waidring liegt im Bezirk Kitzbühel. Sein Gemeindegebiet markiert die nordöstliche Begrenzung des Bundeslandes Tirol zu Bayern und Salzburg.

Abb. 18 zeigt die Zeitpunkte des „Einschneiens“ in Waidring von 1980/81 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 38 Jahren fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 07. Dezember. Die Extremwerte in der Messreihe: 1995/96 hat es bereits am 03. November eingeschneit, während sich 1992/93 die Winterdecke erst am 26. Jänner bildete.

Spannweite: 84 Tage

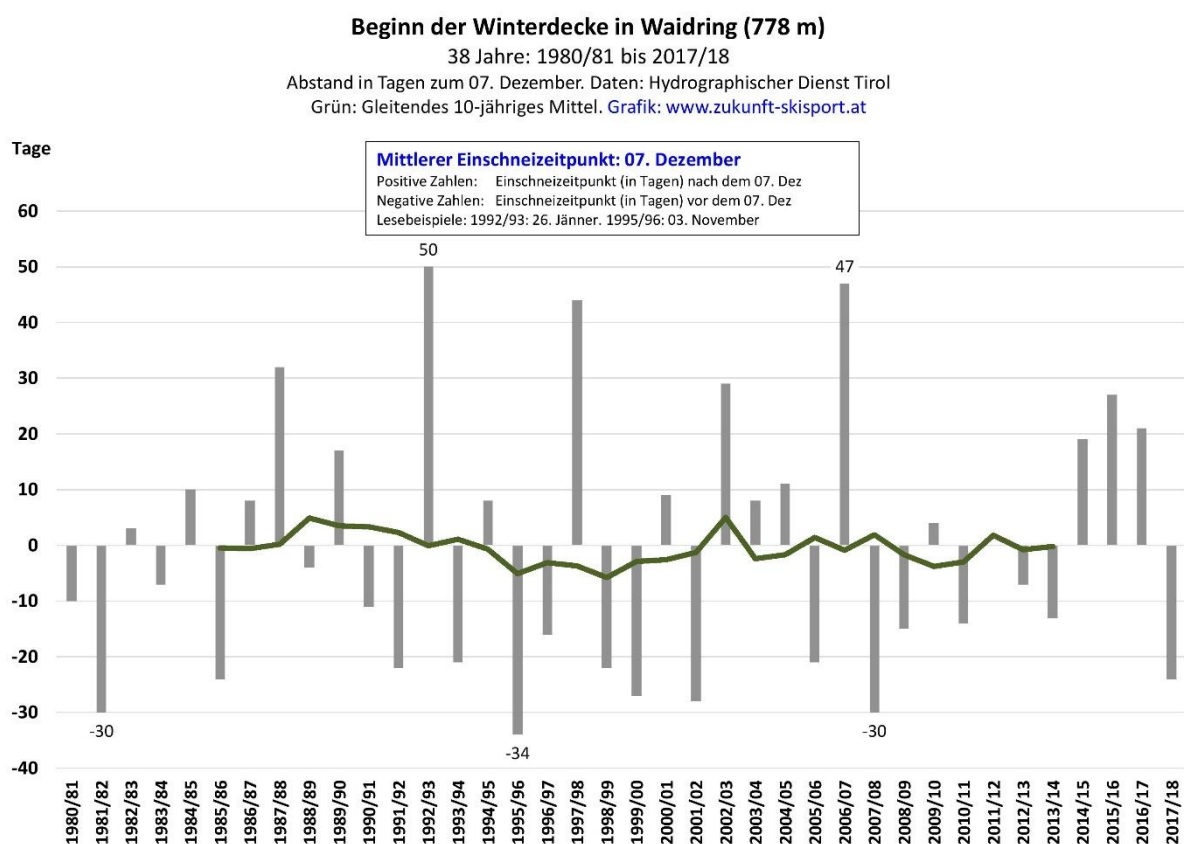


Abb. 18: Der Verlauf der Einschneizeitpunkte in Waidring von 1980/81 bis 2017/18. Daten: Hydrographischer Dienst Tirol. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Anm.: Lesehilfe für die Charts

Die Grundlinie der x-Achse, welche mit „0“ markiert ist, beschreibt den mittleren Einschneizeitpunkt der jeweiligen Messreihe. Das Datum ist im Kopf der Grafik vermerkt. Positive Werte im Chart weisen auf spätere Einschneizeitpunkte hin, während negative Zahlen die Tage des verfrühten Einschneiens darstellen.

Ladis-Neuegg

Die Wintersportorte Serfaus, Fiss und Ladis liegen auf der sogenannten „Sonnenterasse“ am Fuß der Samnaungruppe im Tiroler Oberland. Die Ortszentren liegen etwa 400 Meter über dem Inntal.

Abb. 19 zeigt den Beginn der Winterdecke in Ladis-Neuegg von 1988/89 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 30 Jahren fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 07. Dezember. Die Extremwerte in der Messreihe: 1999/2000 hat es bereits am 07. November eingeschneit, während sich 1989/90 die Winterdecke erst am 12. Februar bildete.

Spannweite: 97 Tage

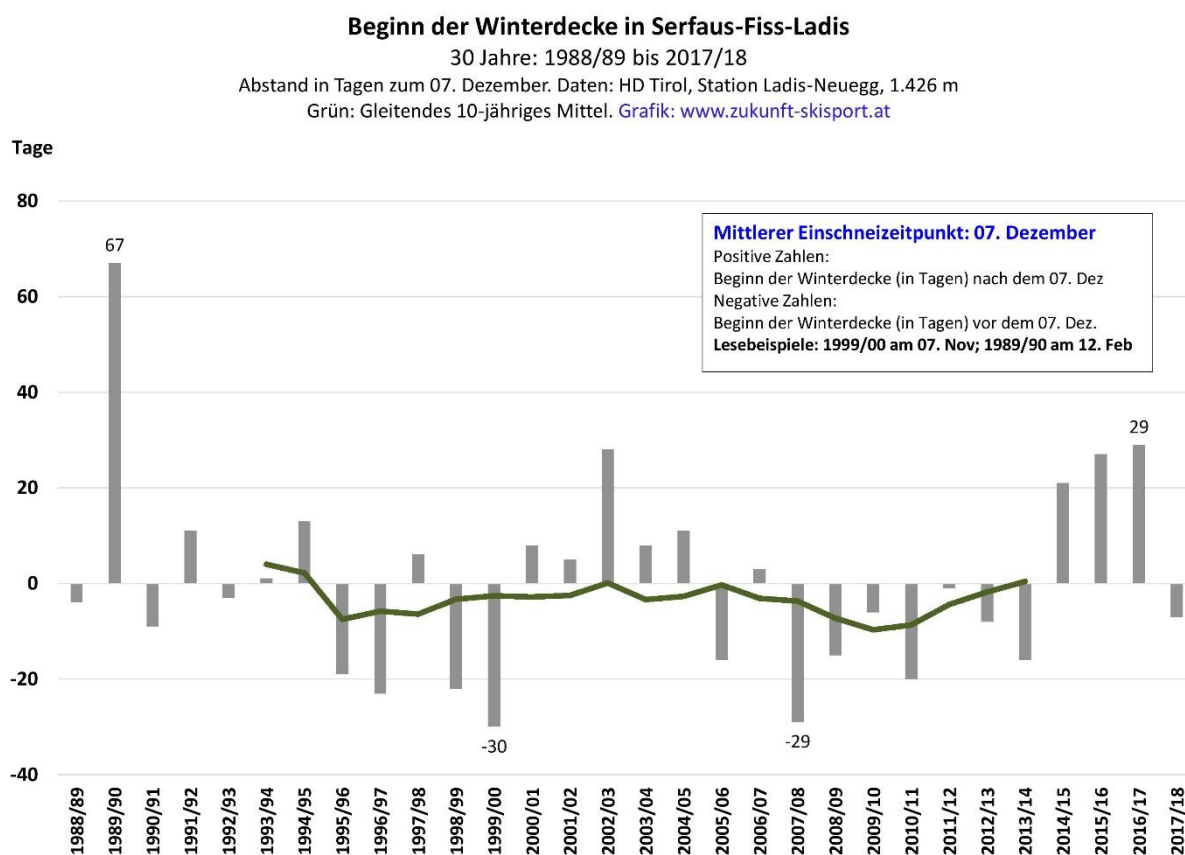


Abb. 19: Der Verlauf der Einschneizeitpunkte in Ladis-Neuegg von 1988/89 bis 2017/18. Daten: Hydrographischer Dienst Tirol. Grafik: www.zukunft-skisport.at

Lech am Arlberg

Der bekannte Wintersportort Lech am Arlberg liegt im Bundesland Vorarlberg und grenzt mit seinem Gemeindegebiet an die Tiroler Bezirke Reutte und Landeck. Die für den Tiroler Wintersport so wichtige Arlbergregion wird mit diesem Chart abgedeckt – die lange Messreihe erlaubt einen Blick zurück bis zur Wintersaison 1939/40.

Abb. 20 zeigt die Zeitpunkte des „Einschneiens“ in Lech am Arlberg von 1939/40 bis 2017/18. In diesem Zeitraum von 79 Jahren fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 15. November. Die Extremwerte in der Messreihe: 1974/75 hat es bereits am 26. September eingeschneit, während sich 2016/17 die Winterdecke erst am 27. Dezember bildete.

Spannweite: 92 Tage

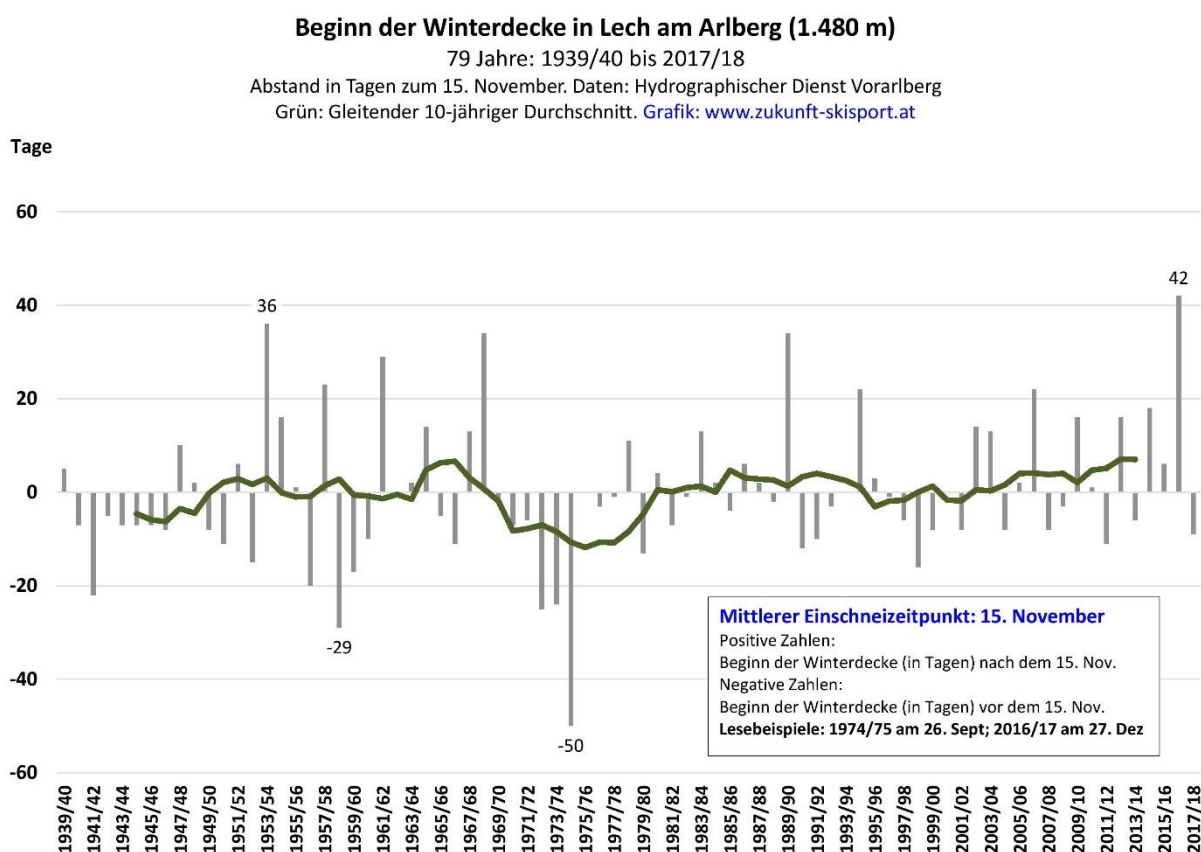


Abb. 20: Der Verlauf der Einschneizeitpunkte in Lech am Arlberg von 1939/40 bis 2017/18. Daten: Hydrographischer Dienst Vorarlberg. Grafik: www.zukunft-skisport.at

7.5 Informationen zu den verwendeten Schneemessreihen

Informationen zu den verwendeten Schneemessreihen

Anführung in alphabetischer Reihenfolge		
Name	Institution	Seehöhe in m
Fieberbrunn	HD Tirol	850
Galtür	ZAMG	1615
Gerlos	HD Tirol	1263
Hochfilzen	HD Tirol	960
Kirchberg	HD Tirol	837
Kitzbühel	ZAMG	761
Ladis	HD Tirol	1426
Lanersbach (Tux)	HD Tirol	1250
Lech	HD Vorarlberg	1480
Leutasch	HD Tirol	1135
Mühlbach am Hochkönig (Arthurhaus)	LWD Salzburg	1503
Obergurgl	ZAMG	1942
Obertilliach	HD Tirol	1400
Reit im Winkl	DWD	685
Scharnitz	HD Tirol	959
Seefeld	ZAMG	1180
Sexten	Hydrographisches Amt Bozen	1310
Sillian	HD Tirol	1079
Tannheim	HD Tirol	1110
Vermunt	HD Vorarlberg	1754
Waidring	HD Tirol	775

Abb. 21: Informationen zu den verwendeten Schneemessreihen.

7.6 Kritische Gedanken zur Interpretation von Schneemessreihen

Von HR Dr. Wolfgang Gattermayr

Langjähriger Leiter des Hydrographischen Dienstes Tirol

1. Organisation des Messdienstes

Die regelmäßige Beobachtung der Schneeparameter „Neuschneehöhe“ und „Höhe der Schneedecke“ (im Messdienst auch als „Gesamtschneehöhe“ bezeichnet) ist Teil der Niederschlagsmessung beim Hydrographischen Dienst in Österreich seit Anbeginn (1893) im Rahmen der Erhebung des Wasserkreislaufes. Die Messungen erfolgen an diversen über das Bundesland verteilten Messstellen, die von den hydrographischen Landesdiensten eingerichtet und betrieben und meist von einer Privatperson vor Ort durchgeführt werden. Diese Tätigkeit erfolgt quasi „ehrenamtlich“.

Nach Ablauf eines Kalendermonats werden die Messprotokolle an den zuständigen Landesdienst per Post übermittelt, wo die Messwerte digital erfasst, geprüft/plausibilisiert werden und der Abteilung Wasserhaushalt im Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus vorgelegt werden. An dieser Dienststelle laufen die Daten aus allen Bundesländern zusammen und werden diese nach Durchlaufen weiterer Prüfroutinen für die Veröffentlichung im Hydrographischen Jahrbuch von Österreich aufbereitet.

2. Zur eigentlichen Messung

Die Messung des Schnees erfolgt mit Hilfe von Pegeln, sowohl für Neuschnee (Neuschneebrett) als auch für die Höhe der Schneedecke (Schneepegel = Stange mit Skalierung).

Die beiden Parameter werden im Zuge der „Frühbeobachtung“ (07 Uhr MEZ) erhoben, neben dem Wasserwert des Niederschlags protokolliert und an die zuständige Landesdienststelle nach Ablauf eines Monats gemeldet. Dem dort tätigen Sachbearbeiter obliegt es nun, diese Messwerte auf ihre Richtigkeit und Plausibilität zu prüfen und anschließend die Daten gemäß Meldeweg weiterzuleiten.

3. Zu den Prüfkriterien

Die Plausibilitätsprüfung gelingt nur, wenn der zu prüfende Schneeparameter mit einflussrelevanten anderen Parametern verglichen wird. Diese sind:

- Niederschlagshöhe als Wasserwert [l/m²]
- Neuschneehöhe oder Höhe der Schneedecke [cm]
- Lufttemperatur [°C]

- Dichte des Neuschnees [kg/m^3]
- Änderung der Schneehöhe
- Angaben zur Windgeschwindigkeit (meist verbale Beschreibung)
- Art und Verlauf des Niederschlags (Regen, Schnee, Schneeregen, Graupel, Niesel)
- Vergleich mit geeigneten Nachbarstationen
- Beachtung weiterer Bemerkungen wie: Sturm, Schneeverwehungen, Schneetreiben, zeitlicher Ablauf der Wettererscheinungen (Schauer-, Dauerniederschlag, Föhn, Bewölkung usw).
- Verlauf der Niederschlagsintensitäten und Erscheinungen
- Korrekte Datumszuordnung: Niederschlag [$\text{mm} = \text{l/m}^2$] und Neuschneehöhe [cm] sind vom Messzeitpunkt aus dem Vortag zuzuordnen. Die gleichzeitig gemessene Gesamtschneehöhe [cm] ist dem Tag der Messung zuzuordnen.

Eine erfolversprechende Plausibilitätsprüfung ist natürlich nur zielführend, wenn der Sachbearbeiter bereits Erfahrung hat im Umgang mit Messwerten dieser Art und in der gegenseitigen Beeinflussung der Parameter untereinander sowohl im erwartbaren Umfang/Ausmaß als auch im Vorzeichen der möglichen Richtungsänderung (Abnahme oder Zunahme und um wieviel). Es ist natürlich von großem Vorteil, wenn der prüfende Sachbearbeiter sowohl die zu prüfende Station kennt (Lage, Exposition, jahreszeitlich schwankende Besonnungsverhältnisse, Hang-/Tallage, Einfluss des Windfeldes usw.) als auch den Beobachter/die Beobachterin hinsichtlich Genauigkeit, Pünktlichkeit, Ehrlichkeit, Zuverlässigkeit, Standorttreue u.dgl.

4. Mögliche Fehler/Störungen/Besonderheiten, die der erfahrene Bearbeiter „vom Schreibtisch aus“ plausibilisieren und erkennen muss:

- Datumsfehler bei der Eintragung der Messwerte ins Protokoll
- Neuschneehöhe „passt“ nicht zur Niederschlagshöhe
- Neuschneezuwachs und Gesamtschneehöhe reagieren nicht adäquat
- Lufttemperatur und Neuschneehöhe stehen im Widerspruch zueinander
- die Gesamtschneehöhe wurde nicht „beobachtet“, sondern „rechnerisch“ ermittelt
- die Neuschneehöhe wird aus der Differenz der Schneehöhen zweier aufeinanderfolgender Tage ermittelt
- die Neuschneehöhen von „Nachbarstationen“ stehen im Widerspruch zueinander

5. Mögliche Ursachen für auffällige Schneemesswerte

- Ablesefehler (Pegelskala) oder Protokollierungsfehler durch Beobachter
- die Schneepegel stehen nicht an den vereinbarten Messstandorten (Beobachter)

- die unmittelbare Umgebung des Schneemessfeldes ist so gestört (z.B. Holzlager), dass Luv-Lee-Effekte des örtlichen Windfeldes die Schneedeposition beeinflussen (Beobachter)
- das Neuschneebrett ist „eingeweht“ (Tribschnee wird irrtümlich als Neuschnee bewertet; Beobachter)
- Starker Wind (Schneesturm, Schneefegen) lässt keine Schneedeposition zu oder trägt den gefallenen Schnee wieder fort (Wetterphänomen)
- das Messfeld wird durch Schneeräumung (Pflug, Fräse) gestört
- Schneemessfeld wird durch spielende Kinder, Haustiere usw. gestört
- Nichteinhaltung/Verschiebung des Beobachtungstermines (Neuschnee schmilzt in Vormittagssonne)
- der Messstandort ist für Niederschlagsmessungen ungeeignet (Bergkuppen, -spitzen, -grate, Passübergänge wie „Törl“ usw.) oder Engstellen im Talverlauf führen zu „Düsenwirkung“ im Windfeld (Dienststelle)
- ein falscher Wasserwert des Niederschlags (Ombrometer ist leck, Trichter wurde auf Ombrometerunterteil belassen) steht im Widerspruch zur gemessenen (richtigen) Neuschneehöhe
- Ombrometer-Einfallöffnung ist durch angelagerten Schnee „zugewachsen“

6. Herausforderungen für den Sachbearbeiter:

Am Bearbeiter liegt es nun, diskrepante Messwertegruppen zu erkennen und zu bewerten.

- Falsche oder fehlende Messwerte sind zu ergänzen oder zu korrigieren. Gegebenenfalls ist mit dem Beobachter Kontakt aufzunehmen bzw. ein „Stationsbesuch“ vorzunehmen.
- Ungeeignete Messstandorte sind zu entlarven und zu wechseln, damit systematisch verfälschte Messwerte nicht die Wahrheit verzerren. Der Messstandort ist so zu wählen, dass die Messwerte nicht nur punktuell gültig sind, sondern bis zu einem gewissen Grad verallgemeinerbar sind.
- Der Sachbearbeiter muss sorgfältig ausgewählt und gründlich geschult werden, damit er qualifizierte Arbeit leisten kann.
- Die Bearbeitungsqualität muss über die Landesgrenzen hinweg vergleichbar hoch sein und auch quer durch die diversen Messnetzbetreiber (staatliche/private) gewährleistet sein. Der Sachbearbeiter muss entscheiden, welcher Parameter richtig/plausibel ist, welcher angepasst bzw. welcher Messwert belassen oder korrigiert werden muss. Das führt gelegentlich zu „Fall zu Fall“-Entscheidungen, wo der (subjektive) Einfluss des erfahrenen Bearbeiters von objektivierenden Kriterien und einem Höchstmaß an Sachkenntnis geleitet werden soll.

Das Messnetz und die Eignung des Beobachters kann der Bearbeiter - im Hinblick auf die Gewinnung optimaler Messwerte - nur durch wiederholte Kontakte mit dem Beobachter vor Ort und seiner Messstelle kennenlernen und erfahren. Beides ist unabdingbar für eine professionelle Datenbeurteilung.

7. Schlusswort

Wie die Durchsicht von längeren Schneemessreihen zeigt, konnten diese Messwerte in früheren Jahren mangels technischer Möglichkeiten nicht im selben Umfang geprüft bzw. plausibilisiert werden, wie dies im Laufe der Zeit möglich geworden ist.

Insofern sind allfällige Inhomogenitäten in der Datenqualität nicht gänzlich auszuschließen.

Treffsichere Antworten auf besondere Fragestellungen bedürfen jedoch einer soliden Datenbasis, die durch die Anwendung von statistischen Auswerteverfahren nicht ersetzt werden kann. Eine kritische Durchsicht des Datenmaterials durch den Anwender ist jedenfalls zu empfehlen, so wie auffällige Auswerteergebnisse kritisch hinterfragt werden sollen.

8 Zur Entwicklung der Skisaisonlängen

Zusätzlich zu den (in den Kernwintern) günstigen klimatischen Bedingungen der letzten Jahrzehnte sorgen die Tiroler Seilbahnbetriebe dafür, dass die Schlagkraft der technischen Beschneigung kontinuierlich erhöht wird. Diese Kombination sorgte in Summe für stabile Skisaisonlängen.

8.1 Die Entwicklung ab 1987/88

Abb. 22 zeigt den Verlauf der durchschnittlichen Skisaisonlängen in einem Sample von sieben Tiroler Skigebieten seit 1987/88. In diesem Zeitraum von 31 Jahren konnte man im langjährigen Mittel an 141 Tagen pro Saison Ski fahren. Von 1987/88 bis 2017/18 hat sich die jährliche Anzahl der Tage mit Skibetrieb im linearen Trend leicht erhöht, jedoch nicht signifikant verändert. Die Saisonlängen sind somit – streng statistisch betrachtet – unverändert geblieben. Die Winter 1999/2000 und 2016/17 brachten mit 150 Skitagen die „längsten“ Skiwinter im vorliegenden Sample. In der schneearmen und milden Saison 2006/07 waren lediglich 132 Skitage möglich. Die Standardabweichung ist äußerst gering – sie beträgt 4 Tage und zeigt damit außerordentlich gleichmäßige Skisaisonlängen an.

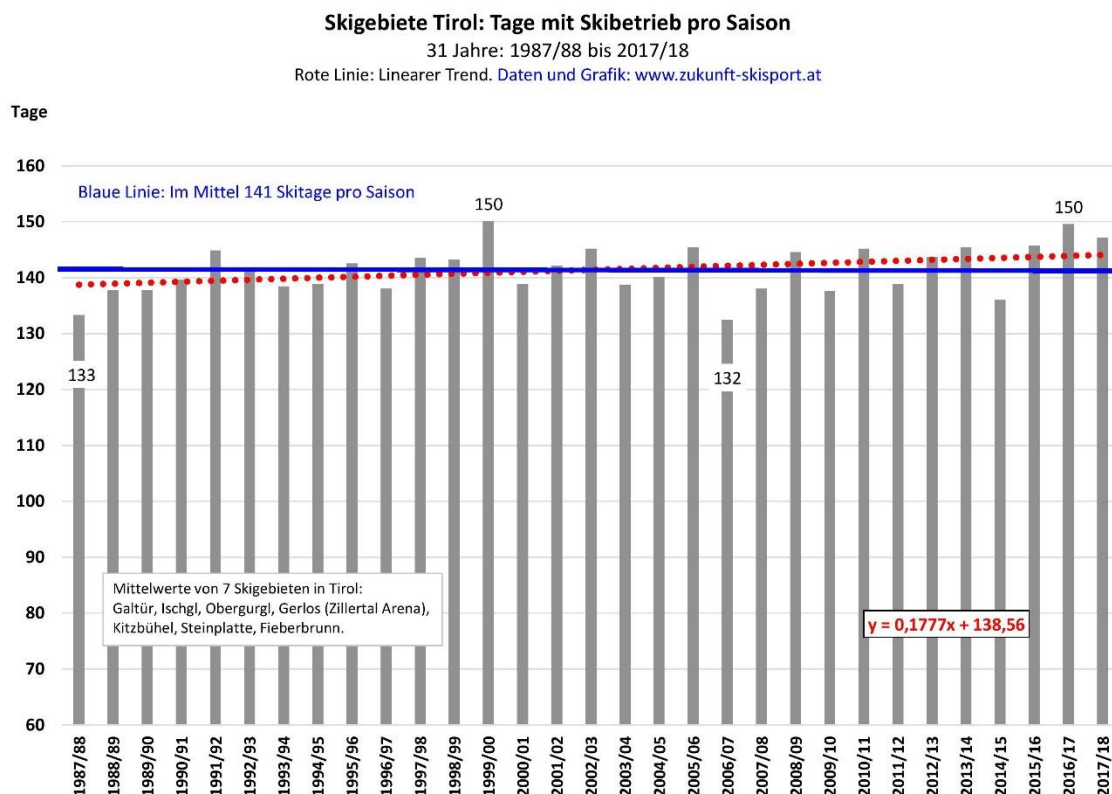


Abb. 22: Jährliche Anzahl der Tage mit Skibetrieb im Mittel aus sieben Tiroler Skigebieten von 1987/88 bis 2017/18. Daten und Grafik: www.zukunft-skisport.at

8.2 Die Entwicklung ab 1993/94

Betrachtet man die Entwicklung ab 1993/94, so vergrößert sich das Sample auf zehn Tiroler Skigebiete. Im Mittel der letzten 25 Jahre konnte man an 141 Tagen pro Saison Ski fahren. Von 1993/94 bis 2017/18 hat sich die jährliche Anzahl der Tage mit Skibetrieb im linearen Trend leicht erhöht, jedoch nicht signifikant verändert. Die Saisonlängen sind somit – streng statistisch betrachtet – unverändert geblieben. Der schneearme und milde Winter 2016/17 brachte mit 150 Skitagen den „längsten“ Skiwinter im vorliegenden Sample. In der ebenso schneearmen und milden Saison 2006/07 waren hingegen lediglich 132 Skitage möglich.

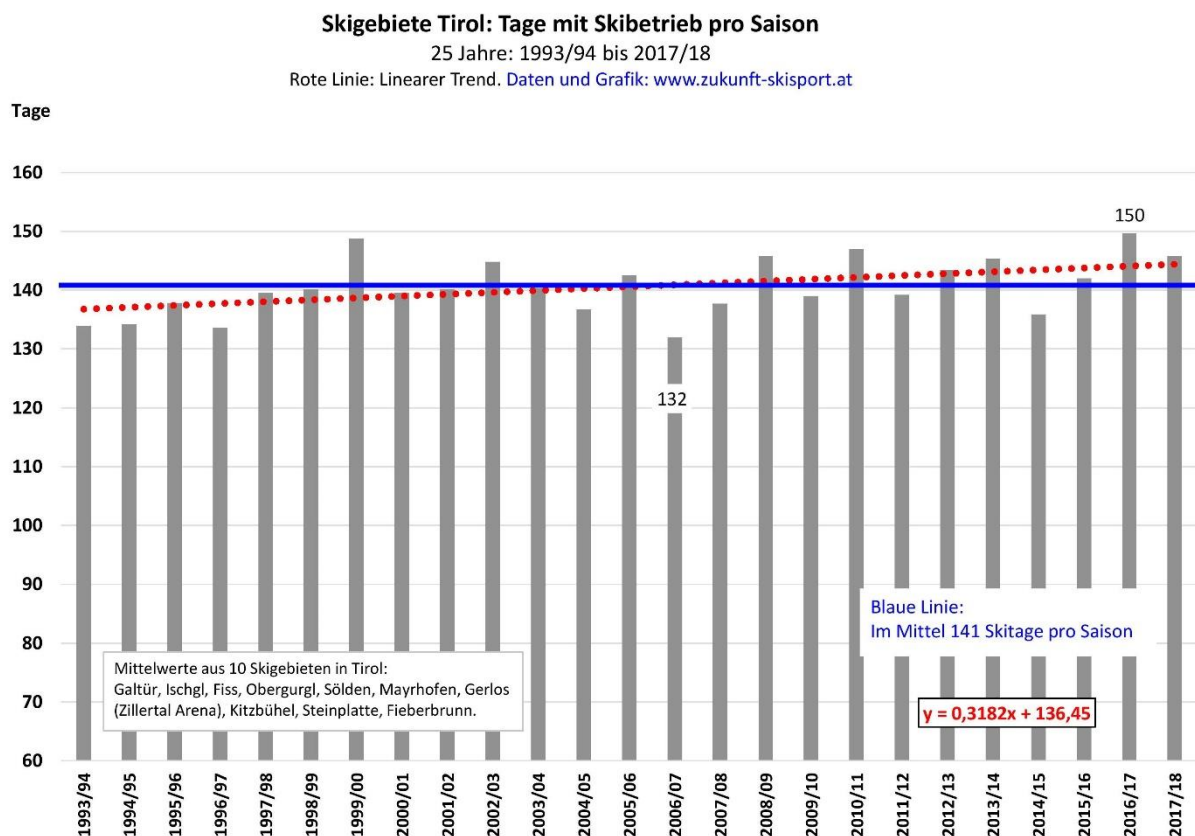


Abb. 23: Jährliche Anzahl der Tage mit Skibetrieb im Mittel aus zehn Tiroler Skigebieten von 1993/94 bis 2017/18. [Daten und Grafik: www.zukunft-skisport.at](http://www.zukunft-skisport.at)

Die Standardabweichung ist äußerst gering – sie beträgt 5 Tage und zeigt damit sehr gleichmäßige Skisaisonlängen an. Dies ist beachtlich, wenn man bedenkt, wie hoch die Variabilität der Einzelwinter bei den Schneeparametern ist. Zweifellos werden hier die großen Auswirkungen der technischen Beschneigung erkennbar.

9 Status quo: Keine Indizien für ein Ende des Skisports in Tirol

Auf Bergstationen in und um Tirol konnte innerhalb der letzten 50 Jahre keine statistisch signifikante Verschiebung des winterlichen Temperaturniveaus festgestellt werden. In den letzten 30 Jahren sind die mittleren Wintertemperaturen gesunken. Betrachtet man die gesamte Zeitspanne seit dem Beginn des alpinen Skisports vor etwa 123 Jahren, so sind die Wintertemperaturen im 30-jährigen Mittel um 1,1 Grad Celsius angestiegen. Das 10-jährig gleitende Mittel liegt aktuell um 0,6 Grad über dem 123-jährigen Mittel.

Die Untersuchung aller verfügbaren Schneemessreihen in Tiroler Wintersportorten ab 1918/19 (100 Jahre) bringt statistisch keinen Nachweis einer signifikanten Verringerung der jährlich größten Schneehöhen. Auch die jährliche Anzahl der schneebedeckten Tage ist nach der Auswertung aller verfügbaren Messreihen aus Tiroler Wintersportorten leicht sinkend, jedoch statistisch unverändert. Bei Betrachtung der letzten 30 Jahre (1988/89 bis 2017/18) kann bei den jährlich größten Schneehöhen und den Neuschneesummen eine gleichbleibende Tendenz festgestellt werden, während die Anzahl der Tage mit Schneebedeckung leicht sinkend ist, jedoch in einem für den Wintersport erträglichen Ausmaß.

Die Fortschritte bei der technischen Beschneiung tragen zur Stabilisierung und Planbarkeit des Skibetriebes bei, womit die Problematik der Talabfahrten in einem hohen Maß entschärft wurde. Für die letzten 30 Jahre ist in Tirol ein Anstieg bei der jährlichen Anzahl der Skitage nachweisbar.

Betrachtet man die in dieser Studie ausgewerteten amtlichen Messdaten, so ist ein klimabedingtes Ende des Skisports in Tirol auf Basis der derzeitigen Kenntnislage nicht ableitbar. Das aktuelle Klima in Tirol bringt noch immer überwiegend schneereiche und kalte Winter. Die Sommer sind so warm und sonnig wie noch nie seit Beginn der Aufzeichnungen, bei weiterhin ausreichenden Regenmengen. Für die Landwirtschaft, für den Ganzjahrestourismus und für die Einheimischen könnte man sich kaum ein besseres Klima vorstellen. Das aktuelle Klima in Tirol ist als sehr günstig zu betrachten.

Messdaten beschreiben stets die Vergangenheit. Es können aus den in dieser Studie vorgestellten statistischen Auswertungen keine Prognosen für die Zukunft erstellt werden.

10 Exkurs: Der dominante Einfluss der Großwetterlagen auf das Wetter und Klima im Alpenraum

Von Mag. Christian Zenkl, Meteorologe, Innsbruck

Ohne Zweifel bestimmen die Großwetterlagen das Wetter und das Klima im Alpenraum. Ob ein Winter im Raum Tirol schneearm oder schneereich ausfällt, hängt ausschließlich von der Häufigkeit der Tage mit bestimmten atmosphärischen Zirkulationstypen ab.

Großwetterlagen (GWL) beschreiben vereinfacht die Verteilung der Hoch- und Tiefdruckgebiete über dem Großraum Europa. Deren Position wiederum bestimmt, aus welcher Richtung die Luft in den Alpenraum strömt. Es liegt nahe, dass Luftmassen aus Norden kälter sind als jene, die aus Westen oder Süden zu den Alpen drängen.

Die Tiroler Topografie ist zu komplex, um jeder GWL eine bestimmte Witterung zuzuordnen. Wir verzichten hier auf die Nennung der einzelnen GWL-Typen, wie sie Hess & Brezowsky oder Steinacker und andere definieren.

Wenn wir von Schneefällen sprechen, so ist allgemein bekannt, dass die Regionen vom Außerfern über das Karwendel bis zum Wilden Kaiser bei sogenannten Nordstaulagen besonders viel Schnee abbekommen können. Das heißt, die Luft strömt aus dem Sektor NW bis NO Richtung Tirol. Handelt es sich jedoch um Mittelmeertiefs, so stauen sich die Luftmassen am Alpenhauptkamm und sorgen eher in den südlichen Landesteilen für ergiebige Schneefälle. Gleichzeitig ist es im Norden oft trocken und föhnig. Natürlich gibt es noch einige weniger markante Wetterlagen, die ebenfalls zu lokal sehr unterschiedlichen Wetterverhältnissen führen.

Entscheidend ist nun die Tatsache, dass die Herkunft und Abfolge der Luftmassen (kalte, milde, feuchte, trockene – sowie viele mögliche Kombinationen) nicht nur von Jahr zu Jahr stark variieren kann, sondern auch über Jahrzehnte. Da diese zukünftigen Witterungsphasen kein Klima- oder Wettermodell berechnen kann, bleibt dieser regional sehr dominante Einfluss auf unser Wetter und Klima bis auf weiteres ein Geheimnis des chaotischen Systems!

Wie sehr hängen winterliche Schneefälle von der Temperatur ab?

Wir betrachten vier markante Beispiele.

(1) Eine **Nordwest-GWL** kann gerade noch kalt ausfallen oder sie bringt eine sogenannte Warmfront aus Nordwest mit sich. Dabei gleitet relativ milde und feuchte Luft über die schwere und kältere Luft in tiefen Lagen auf und bringt in weiten Teilen Tirols häufig ergiebige Schneefälle. Gegen Ende solcher Niederschlagsperioden regnet es oft bis über 1.800 m hinauf, doch während der kräftigen Schneefälle liegt die Temperatur im Tal wie auch auf etwa 2.000 m nahe 0 Grad Celsius. In tiefen Lagen ist es also etwas zu mild für die Jahreszeit, im Hochgebirge mit einer positiven Anomalie von 5 bis 10 Grad Celsius jedoch viel zu mild. Dennoch ist der Schneezuwachs am Ende dieser GWL oft beachtlich – auch in Tallagen, wenngleich es sich dort meist um Nassschnee handelt.

(2) Ein **Tief über dem Golf von Genua** führt tendenziell in den südlichen Regionen Tirols zu kräftigen Schneefällen. Auf den Bergen sind die Temperaturen ebenfalls „zu hoch“ für einen Wintertag und dennoch schneit es oft bis in tiefe Lagen.

(3) **Nordlage**. Strömt hingegen polare Kaltluft direkt aus Norden über die Alpen, hat es im Hochgebirge gerne um minus 20 Grad Celsius – es ist also um rund 10 bis 15 Grad Celsius „zu kalt“. Dabei schneit es in den Nordstaulagen recht ergiebig, Richtung Süden und inneralpin halten sich die Neuschneehöhen jedoch in Grenzen und in den Tallagen sind die Temperaturen, wegen der deutlich besseren Durchmischung der Luftmassen, nahe am Klimamittel.

(4) Bei sehr milden, oft stürmischen **Westlagen** kann auch im Kernwinter Tauwetter bis ins Hochgebirge herrschen.

Die in Tirol tendenziell schneeträchtigen Wetterlagen lassen sich nicht trivial über ein Temperaturniveau bewerten. Weder am Berg noch im Tal.

Abb. 24 veranschaulicht diesen Sachverhalt exemplarisch. Wir sehen an der HD-Talstation Waidring (778 m), dass die im Kapitel 4.2 dargestellten Wintermitteltemperaturen (siehe Seite 14) sehr wenig über die zu erwartenden regionalen Jahresneuschneesummen aussagen können. Die Neuschneesummen aus Waidring sind seit 1946/47 verfügbar.

Im Mittel betragen die Neuschneesummen in dieser Region bei Wintermitteltemperaturen unter minus 5 Grad Celsius 187 cm – bei einem Wintermittel von über minus 5 Grad Celsius etwa 210 cm. **Relativ milde Winter sind also nicht pauschal mit Schneearmut zu verbinden.**

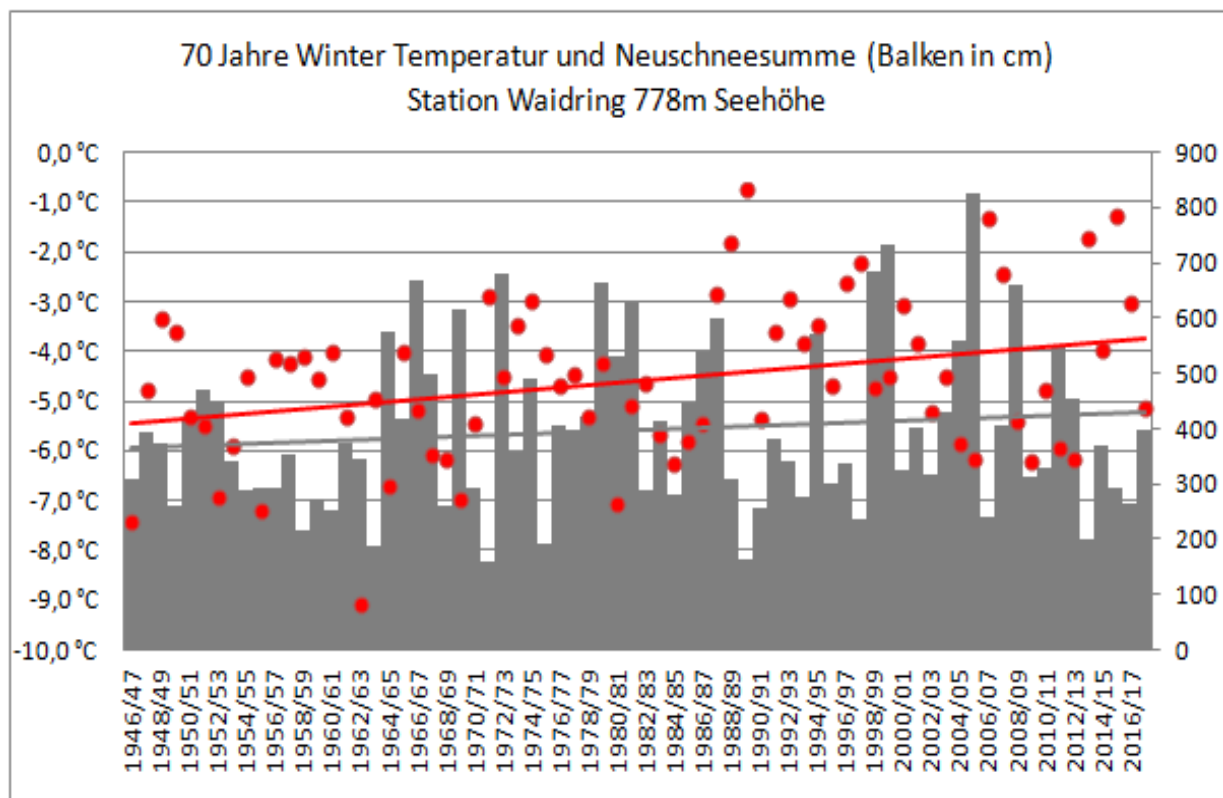


Abb. 24: Wintertemperaturen auf Tiroler Bergstationen (rote Punkte, linearer Trend) sowie die jährlichen Neuschneesummen in Waidring (graue Balken, linearer Trend). Grafik: Mag. Christian Zenkl

Diese Feststellungen sind für Meteorologen keine Sensation, für andere vielleicht überraschend. Bedauerlicherweise haben sich über die letzten Jahre einige sehr populäre Studien und Meinungen Gehör verschafft, welche einen dramatischen Anstieg der Schneefall- und Schneegrenze bei etwas höheren Wintertemperaturen als unumgänglich erachten (u. a. Steiger, R.; Abegg, B.; Roth, R.).

Solche Modellansätze haben methodische Mängel und sind meines Erachtens für die Abschätzung der zukünftigen „Schneesicherheit“ ungeeignet. Es ist meteorologisch nicht haltbar, einen gemittelten, vertikalen Temperaturgradienten („lapse rate“) über die relevanten Niederschlagsereignisse anzuwenden, da dieser beispielsweise je nach GWL über die bodennahen rund 1500 Höhenmeter nahe Null (annähernd isotherm) oder auch um 10 Grad Celsius liegen kann.

Die ZAMG-Studie von HASLINGER et al. (2012) zeigt sehr deutlich, dass regionale Klimamodelle, auch wenn sie noch so komplex und aufwendig gestaltet sind, die saisonale Klimaentwicklung der letzten Jahrzehnte im Alpenraum nicht abschätzen können. Man findet systematische Fehler (Bias) von mehreren Grad Celsius für Winter und Sommer mit unterschiedlichen Vorzeichen. Das mag freilich im Mittel ein akzeptables Ergebnis produzieren, nur halte ich es für verantwortungslos, mit solchen Methoden die alpine Winterzukunft zu prognostizieren, als ob es

sich um 3-Tages-Wetterprognosen handeln würde. Die zukünftige alpine Winterwitterung bleibt wie eh und je ungewiss, denn auch die leistungstärksten Großrechner können die enorme Komplexität des dynamischen Wetter- und Klimasystems nicht ausreichend erfassen.

Am sachlichsten und vernünftigsten erscheint immer noch die Methode des Hauptautors dieser Studie, G. Aigner, die Fakten der recht gut bekannten regionalen Klimavergangenheit bis heute darzustellen. Dieser „Status quo“ zeigt klar, wie es bis inklusive 2018 um die tatsächliche „Schneesicherheit“ der Tiroler Wintersportdestinationen bestellt ist. Und er zeigt auch die vollständigen Zeitreihen, schneidet also nicht genau dort ab, wo es den jeweiligen Interessen gerade passt.

Die aktuelle „Schneesicherheit“ ist weit besser als von der breiten Öffentlichkeit befürchtet. Wenn über viele Jahre, aus welchen Gründen auch immer, ausschließlich über die negativen Folgen eines milderen Klimas berichtet wird, verfestigt sich der Glaube, dass auch der alpine Wintersport der „Klimakrise“ zum Opfer fallen muss. Tatsächlich sind wir weit davon entfernt.

Die alpinen Sommer weisen seit den 1980er-Jahren eine rasante Erwärmung auf, primär verursacht durch eine außergewöhnliche Dominanz sehr sonniger GWL auf Kosten von kühlen Lagen aus dem Sektor West bis Nord. Diese unberechenbare natürliche Dynamik des Klimasystems beeinflusst auch die Jahresmitteltemperatur. Allerdings ist weder der winterliche alpine Temperaturverlauf etwas höherer Regionen noch die markante sommerliche Erwärmung der letzten Dekaden über den Anstieg der atmosphärischen CO₂-Anteile erklärbar. Wir sehen also, dass auf regionaler und dekadischer Skala die natürlichen, dynamischen, zufälligen und unvorhersehbaren Klimaschwankungen dominieren.

Wir werden hier eine langfristige – im Ausmaß ungewisse – globale Erwärmung nicht diskutieren, welche aufgrund ansteigender CO₂-Emissionen sehr wohl zu erwarten ist.

Für die nächsten Jahrzehnte – bis etwa zur Jahrhundertmitte – erscheint jede, meist auf nachweislich mangelhaften Klimamodellierungen basierende Absage an den „Schneesport“ übereilt und unverantwortlich!

Mithilfe der heutzutage verfügbaren Beschneiungsanlagen kann kurzfristigen Launen der Natur – beispielsweise ungünstigen Frühwintern – erfolgreich begegnet werden. In den allermeisten Tiroler Skiregionen befinden sich die Schneesicherheit auf den Pisten und die Länge der Skisaisonen auf dem höchsten jemals beobachteten Niveau.

11 Zur Transparenz der Studie

Die vorliegende Studie bietet maximale Transparenz. Alle verwerteten Messdaten sind für jeden Forscher, aber auch für jeden interessierten Bürger vollständig öffentlich zugänglich. Alle Messdaten können bei den zuständigen Institutionen angefordert werden. Die Daten der ZAMG sind kostenpflichtig.

Diese Studie enthält Interpretationen der statistischen Auswertungen. In den meisten Fällen ist dieser Interpretationsspielraum sicher sehr begrenzt, dennoch bleibt es dem Leser überlassen, die Daten und Grafiken nach seinem Ermessen zu deuten.

12 Biografien

MMag. Günther Aigner



Der Tiroler Günther Aigner (1977 in Kitzbühel) ist einer der führenden Zukunftsforscher für den alpinen Skitourismus im deutschsprachigen Raum. Er absolvierte die Diplomstudien der Sportwissenschaft und der Wirtschaftspädagogik an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck und an der University of New Orleans („UNO“, USA). Diplomarbeit (2004): „Zur Zukunft des alpinen Skisports. Einflussfaktoren und ihre Auswirkungen“. Nach weiterführenden Forschungstätigkeiten am Institut für Sportwissenschaft an der Universität Innsbruck bei Univ.-Prof. Dr. Elmar Kornexl folgte der Wechsel ins Tourismusmarketing. Von Juni 2008 bis Juli 2014 leitete Aigner für den Tourismusverband „Kitzbühel Tourismus“ das Wintermarketing der Gamsstadt. Seit August 2014 ist er hauptberuflich als Skitourismusforscher tätig und führt das „Forum Zukunft Skisport“. Seine „Fünf Thesen zur Zukunft des alpinen Skisports“ stellte der Tiroler erstmals beim Europäischen Forum in Alpbach vor. Es folgten zahlreiche Fachvorträge im In- und Ausland sowie Beiträge und Interviews in TV-, Hörfunk- und Printmedien. Gastlektorate führten Aigner bis dato an Hochschulen in Belgrad (SRB), Baku (AZE), Sanya (CHN), Hanoi (VNM), Innsbruck, Salzburg, Kufstein, Krems und Seekirchen (Schloss Seeburg) sowie als Referenten zum Ausbildungslehrgang der Österreichischen Staatlichen Skilehrer. Der Autor ist Verfasser zahlreicher Schnee- und Temperaturstudien für namhafte Destinationen im Alpenraum – unter anderem für Kitzbühel, Lech-Zürs, Zell am See, Obergurgl, Sölden und Obertauern. Als Consulter berät er alpine Destinationen und arbeitet Marktpositionierungen aus (Pillerseetal, Obertauern). Seit 2015 führt er für den Hydrographischen Dienst Salzburg monatliche Niederschlags- und Schneemessungen im Weißseegebiet (Uttendorf, Salzburg) durch und arbeitet an den Längenmessungen am Stubacher Sonnblickkees mit. Seit November 2017 ist Günther Aigner Mitglied im Studiausschuss Nr. VII („Umwelt“) des Weltseilbahnverbandes O. I. T. A. F. Weitere Informationen zum Thema: www.zukunft-skisport.at*

Kontaktdaten:

FORUM ZUKUNFT SKISPORT

Bichlnweg 9a / Top 9

A-6370 Kitzbühel / Tirol

Mail to:

Mobil:

MMag. Günther Aigner

bzw. Dorfstraße 30

bzw. A-6384 Waidring / Tirol

g.aigner@zukunft-skisport.at

+43 676 5707136

www.zukunft-skisport.at

HR Dr. phil. Wolfgang Gattermayr



1. Jänner 1949: geboren in Linz/Donau
- Juni 1967: Matura am 2. Bundesgymnasium in Linz
- Oktober 1967: Immatrikulation an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck und Inskription am Institut für Meteorologie und Geophysik
- 1976: Fertigstellung der Dissertation „Vergleichende Messungen der Verdunstung, der Evapotranspiration und der Interzeption zur Abschätzung des Wasserhaushaltes der Karsthochfläche „Dachstein-Oberfeld“ und Erstellung der Wasserbilanz für den inneralpinen Piburger See“
- 1971-1975: Sonder-Vertragslehrer am Bundesrealgymnasium Landeck
- 1974-1977: Österreichische Akademie der Wissenschaften: Mitarbeit beim MAB-5-Projekt (Piburger See)
22. Jänner 1977: Promotion zum Doktor der Philosophie an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck
- 1977-1985: fortgesetzte Mitwirkung bei der „Ökosystemstudie Piburger See“ im Team von Univ.Prof. Dr. Roland Pechlaner
1. Juli 1977: Aufnahme als Vertragsbediensteter beim Amt der Tiroler Landesregierung, Dienstzuteilung „Hydrographischer Dienst“ in der Abteilung VIc/Bundeswasserbauverwaltung; Mitarbeit in mehreren Arbeitsausschüssen wie ÖNORM, beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Rahmen des Hydrographischen Zentralbüros Wien, beim Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung im Projekt „EGAR – Einzugsgebiete in alpinen Regionen“, im Projekt „EtAlp – Erosion, Transport in alpinen Systemen“ und andere
- Jänner-Mai 1980: Mitarbeit in der Präsidialabteilung III/Lawinenwarndienst im Sachgebiet Katastrophen- und Zivilschutz
1. Jänner 1994: Bestellung zum Leiter des Sachgebietes Hydrographie & Hydrologie
- Sommersem. 1998: Lehrauftrag „Angewandte Hydrologie“ am Institut für Botanik an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck
- 2006-2007: Vortragender am MCI-Management Center Innsbruck im Rahmen von „Vergleichende Niederschlagsmessungen und Auswertungen am Beispiel einer Teststellung in Obernberg am Brenner“
1. November 2014: Übertritt in den Ruhestand

Kontaktdaten:

Dr.phil. Wolfgang Gattermayr
Gießenweg 34a, 6410 Telfs

Mail to: w.gattermayr@telfs.com
Mobil: 0664 1252560

Mag. Christian Zenkl



Mag. Christian Zenkl hat an den Universitäten in Graz und Innsbruck Meteorologie und Geophysik studiert – Schwerpunkte: alpine Klimatologie und Synoptik. Zwischen 2002 und 2009 war Zenkl u.a. beim Alpinwetterdienst Innsbruck und beim Landeswetterdienst für Südtirol in Bozen beschäftigt sowie Franchise-Partner der ZAMG in Klagenfurt.

Seit 2010 öffentliche Meteorologie und Klimatologie im Rahmen der Betriebsstätte „Wettercafe“ in Innsbruck.

Seit 2018 Unternehmensberatung für alpine Klimatologie.

Kontakt: Mag. Christian Zenkl, WETTERCAFE, Leopoldstraße 2, 6020 Innsbruck

Mail to: office@wettercafe.at

Mobil: 0699 19960099

13 Fachlicher Austausch

Das „FORUM ZUKUNFT SKISPORT“ steht in regem Austausch mit Meteorologen, Klimaforschern, Glaziologen und Hydrologen. Vielen Dank für anregende Gespräche und Diskussionen, für Korrekturvorschläge und allgemeines Feedback:

- :: Dr. Stephan Bader, Klimatologe, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
- :: Dipl.-Met. Gudrun Mühlbacher, Meteorologin, Deutscher Wetterdienst,
Leiterin des Regionalen Klimabüros München des DWD
- :: Dipl.-Met. Gerhard Hofmann, Meteorologe, Deutscher Wetterdienst (a.D.),
langjähriger Leiter des Regionalen Klimabüros München des DWD (bis 12/2014)
- :: Univ.-Prof. i. R. Dr. Heinz Slupetzky, Universität Salzburg, Geograph und Glaziologe
- :: Univ.-Prof. em. Dr. Christian Schlüchter, Universität Bern, Glazialgeologe
- :: Dipl.-Forstw. Christian König, Münchner Medien-, Wetter- und Klimaberater
- :: Prof. Priv.-Doz. MMag. Dr. Klaus Greier, Universität Innsbruck
- :: Mag. Dr. Friedrich Brunner, Universität Innsbruck, Unterstützung bei statistischen Auswertungen
- :: Lektorat: Dr. Gerhard Katschnig, Klagenfurt, selbstständiger Lektor

Die hier erwähnten Experten müssen nicht jede Zahl, jeden Satz und jedes Wort mit den Autoren teilen. Für den Inhalt allein verantwortlich: Aigner / Gattermayr / Zenkl.

14 Weiterführende Literatur

Anm. des Autors: Die vorliegende Arbeit ist fast ausschließlich auf amtlichen Messdaten („Primärquellen“) aufgebaut. Entsprechend lassen sich wenige Verweise auf aktuelle Fachliteratur im Schriftstück finden. Die folgende Literaturliste ist größtenteils als Angebot von Zusatzliteratur für Interessierte gedacht.

BADER, Stephan; FUKUTOME, Sophie (2015): Milde und kalte Bergwinter, Fachbericht MeteoSchweiz, 254, S. 10ff.

BAUMAN, Zygmunt (2017): Retrotopia. Suhrkamp Verlag.

BEHRINGER, Wolfgang (2007): Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. C.H.Beck Verlag, München.

BÖHM, Reinhard (2008): Heiße Luft – nach Kopenhagen. Reizwort Klimawandel. Fakten – Ängste – Geschäfte. Edition Va Bene, Wien-Klosterneuburg.

BÜRKI, Rolf; ELSASSER, Hans; ABEGG, Bruno (2003). Climate Change and Winter Sports: Environmental and Economic Threats. Studie zur 5. UNEP/IOC-Weltkonferenz für Sport und Umwelt am 02. und 03. Dezember in Turin.

DREISEITL, Ekkehard et al. (2015): Die Berechnung von Trends in den Temperaturreihen von Obergurgl und anderen Stationen der Ostalpen. In: Schallhart, Nikolaus (Hrsg.): Forschung am Blockgletscher: Methoden und Ergebnisse (= Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 4), S. 181–198. Innsbruck University Press, Innsbruck

FLIRI, Franz (1992): Der Schnee in Nord- und Osttirol. 1895 – 1991. 2 Bände. Universitätsverlag, Innsbruck.

IPCC (2001). Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of the Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Nairobi.

KUHN, Michael; DREISEITL, Ekkehard; EMPRECHTINGER, Markus (2013): Temperatur und Niederschlag an der Wetterstation Obergurgl, 1953 – 2011. In: Koch, Eva-Maria (Hrsg.): Klima, Wetter, Gletscher im Wandel (= Alpine Forschungsstelle Obergurgl, 3). S. 11–30. Innsbruck University Press, Innsbruck.

KROONENBERG, Salomon (2008): Der lange Zyklus. Die Erde in 10.000 Jahren. Primus, Darmstadt.

REICHHOLF, Josef H. (2007): Eine kurze Naturgeschichte des letzten Jahrtausends. Fischer-Verlag, Frankfurt.

ROTH, Ralf; PRINZ, Nicolaus; KRÄMER, Alexander (Verfasser) (2005): Nachhaltige Entwicklung des Schneesports und des Wintersporttourismus in Baden-Württemberg. Ein Leitfaden für Politik, Sport, Kommunen und touristische Leistungsträger. Deutsche Sporthochschule Köln.

ULMRICH, Ekkehart (1978): Die Entwicklung der Probleme im modernen Skisport. In: ULMRICH, Ekkehart (Hrsg.): Skisport als Freizeitsport: wird der Boom zum Bumerang (= Schriftenreihe des Deutschen Skiverbandes, 7: Freizeitsport)? München, 2. Auflage, S. 2–33.

Internet:

DER SPIEGEL (2000): „Winter ade: Nie wieder Schnee?“. Artikel vom 01. April 2000. Zugriff am 30. September 2018. www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/winter-ade-nie-wieder-schnee-a-71456.html

DIE ZEIT (2018): „Klimawandel bedroht Skitourismus in Alpen“. Artikel vom 12. Februar 2018. Zugriff am 30. September 2018. <https://www.zeit.de/news/2018-02/12/klimawandel-bedroht-skitourismus-in-alpen-180211-99-22351>

HASLINGER, Klaus; ANDERS, Ivonne; HOFSTÄTTER, Michael (2012): Regional Climate Modelling over complex terrain: an evaluation study of COSMO-CLM hindcast model runs for the Greater Alpine Region. *Climate Dynamics*. doi: [10.1007/s00382-012-1452-7](https://doi.org/10.1007/s00382-012-1452-7)

ISPO (2017): „Professor Ralf Roth: ‚Der Wintersport muss offener werden‘“. Artikel vom 10. November 2017. Zugriff am 05. Oktober 2018. <https://www.ispo.com/trends/ist-der-wintersport-zu-elitaer-fuer-eine-sichere-zukunft>

TALK IM HANGAR (2018): „Alpen in Gefahr: Skifahren vor dem Aus?“ 15. Februar 2018. Zitat G. Mair bei Minute 37.50 bis 38.04. <https://www.youtube.com/watch?v=IR5e8Bu1fs4>

THE ECONOMIST (2018): „Skiing goes downhill“. Artikel vom 27. Jänner 2018. Zugriff am 30. September 2018. <https://www.economist.com/international/2018/01/27/winter-sports-face-a-double-threat-from-climate-and-demographic-change>

ZAMG (2018): HISTALP Langzeitklimareihen – Österreich. Winterbericht 2017/18. Zugriff am 30.08.2018. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/histalp/histalp-langzeitklimareihen-oesterreich-winterbericht-2017-18>

www.zukunft-skisport.at

Aktuelle Forschungen und Publikationen zu Zukunftsfragen des alpinen Skisports.

Vorträge:

STEIGER, Robert (2006): Vulnerability and adaption of winter tourism in Tyrol and Bavaria. Vortrag beim Workshop der OECD in Wengen „Adaption to the Impacts of Climate Change in the European Alps“. Folien abrufbar unter: <http://docplayer.net/51694573-Vulnerability-and-adaptation-of-winter-tourism-in-tyrol-wengen-workshop.html>

15 Pressespiegel Zukunft Skisport

WIRTSCHAFT 23

19. DEZEMBER 2013 DIE ZEIT N° 52

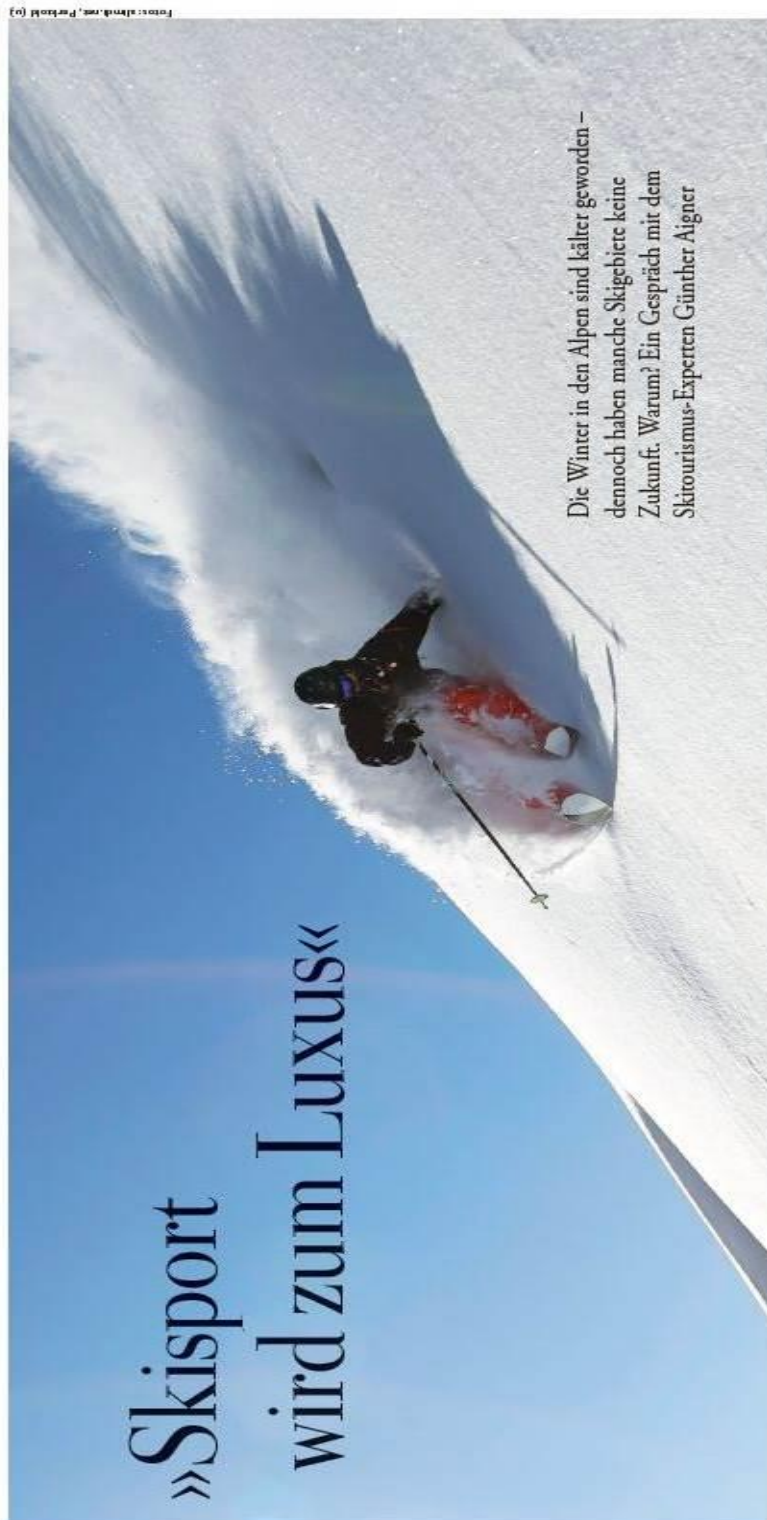


Foto: alpenphoto.com, P. B. / P. B. / P. B.

»Skisport wird zum Luxus«

Die Winter in den Alpen sind kälter geworden –
dennoch haben manche Skigebiete keine
Zukunft. Warum? Ein Gespräch mit dem
Skitourismus-Experten Günther Aigner

Tiefschnee-Fahrer in den Kitzbüheler Alpen

DIE ZEIT. Stimmt es, dass die Zahl der Skifahrer in Europa abnimmt?

Günther Aigner. Da gibt es nur Schätzungen. Auch die Skindustrie spricht davon, dass der Skimarkt 1980 seinen Höhepunkt erreicht hat – mit vielleicht 60 Millionen Skifahrern weltweit. Viele Unfragen weisen darauf hin, dass seither die Anzahl der Skifahrer um einige Millionen abgenommen hat. Genauso wissen wir, dass die Skieroduktion nur jährlich zehn Millionen Paar

ZEIT. Die Erderwärmung macht in den Alpen eine Pause? Wie erklären Sie sich das?

Aigner. Das ist differenziert zu sehen. Die Erwärmung schneit weiterhin voran, wenn sie auch seit 1998 fast zum Stillstand gekommen ist. Wichtig aber ist: Während sich die Sommerwetter erwärmen, haben sich die Winter in den vergangenen zwei Jahrzehnten erheblich abgekühlt. ZEIT. In den gesamten Alpen oder nur bei Ihnen in den Ostalpen?

man sich eindeutig spezialisieren. Sodas man sagt, wir haben nicht das größte Skigebiet, aber wir wollen das beste Familienskigebiet werden. Oder dass man einen Berg, der sich jetzt nicht mehr lohnt für ein Skigebiet, wieder zu einem naturbelassenen Berg macht, auf den man mit Tausenden oder Schneeschiebern gehen kann. Da müssen die Hotelbetreiber und Restaurants das Geld bringen. Wer im Konzert der Großen nicht mitspielen kann, muss auf eine Nische setzen oder auf alternativen Wintertourismus.

ZEIT. Inwiefern kann man diese neue Begeisterung für das Skifahren abseits der Pisten nutzen?

Aigner. Es gibt ganz klare Motive, die diesen Trend befeuern. Die Menschen leben zunehmend in Städten, also verursacht diese Urbanisierung einen ganz natürlichen Gegenwind – die Sehnsucht nach der Natur. Im alpinen Bereich und programmieren Leben genießen die Menschen die Momente, in denen sie ihr Leben selbst und autonom bestimmen können. Und das entwickelt sich auch im Skisport.

ZEIT. Also einerseits Aufsteigen ohne Lift und Abfahren in unberührten Gelände, andererseits das Variantenfahren auf unpräparierten Gelände.

Aigner. Wir müssen den Menschen dazu sagen: Ja, ihr dürft euch in der freien Natur bewegen, aber mit Respekt. Wild- und Wilschutzgebiete müssen zum Beispiel berücksichtigt werden. Ansonsten spricht nichts dagegen, dass man den Berg zum Skifahren, zum Entspannen, zum Finden neuer Kreativität und Energie nutzt.

„Die ZEIT“ vom 19. Dezember 2013

Interview von Dr. Uwe-Jean Heuser, Chefredakteur Wirtschaft, mit Günther Aigner. Das Interview kann online nachgelesen werden. Bitte googeln Sie die Überschrift in Kombination mit „Die ZEIT“ und „Aigner“

Der wahre Feind des Skitourismus



FORUM

Im Jahr 2000 erklärte der Klimaforscher Mojib Latif: »Winter mit starkem Frost und viel Schnee wie noch vor zwanzig Jahren wird es in unseren Breiten nicht mehr geben«. Ein Jahr später schrieb der Weltklimarat IPCC, dass die Klimaerwärmung »in der nördlichen Hemisphäre, auf Landflächen und im Winterhalbjahr« am schnellsten voranschreiten würde. Und im Jahr 2005 sagte der österreichische Zukunftsforscher Andreas Reiter: »2040 werden Tirols Skilehrer Wein anbauen.«

Der Skitourismus schien dem Ende nah. Bloß hat sich das winterliche Klima im Gebirge nicht an die pessimistischen Prognosen gehalten. Über die vergangenen 45 Jahre ist ab mittleren Höhenlagen der Alpen kein Trend zu wärmeren Wintern messbar. Auch nicht auf den Bergstationen der deutschen Mittelgebirge, beispielsweise am Feldberg im Schwarzwald, am Brocken im Harz oder auch am Fichtelberg im Erzgebirge. Die Messdaten sagen immer das, was Meteo Schweiz in einer Studie für das Alpenland diagnostiziert: »Am Übergang von den 1980er zu den 1990er Jahren haben sich die Schweizer Bergwinter innerhalb sehr kurzer Zeit markant erwärmt. In den anschließenden zwei Jahrzehnten folgte eine signifikante Abkühlung zurück auf das Temperaturniveau vor der Erwärmung.« Insgesamt sei innerhalb der vergangenen 50 Jahre kein Trend erkennbar, keiner zur Erwärmung, keiner zur Abkühlung.

Freilich, im Hier und Jetzt nützt uns das wenig. Der Winter 2015/16 glänzt – ähnlich wie auch der Vorwinter – durch Wärme. Dennoch fallen die alpinen Wintertemperaturen im Trend der vergangenen 30 Jahre sogar leicht. Lange Schneemessreihen geben den Freunden des Skisports Hoffnung: Die Schneemengen haben in alpinen Lagen oberhalb von etwa 900 Meter Höhe in den vergangenen 100 Jahren auch nicht abgenommen.

Warum uns der Schnee nicht ausgeht,
aber der Winterurlaub teurer wird **VON GÜNTHER AIGNER**

Wer sich jetzt fragt, wo denn die Klimaerwärmung in den Alpen geblieben ist oder warum denn nun die Gletscher schrumpfen, dem sei gesagt: Die Sommer sind es! Die alpinen Bergsommer sind seit den 1980er Jahren deutlich milder geworden. Diese Erwärmung hat die Temperaturen im Jahresmittel nach oben geschraubt und lässt das »ewige Eis« schmelzen, welches hauptsächlich auf die hochalpine Witterung von Mai bis September reagiert.

Bisher ist also jeder Abgesang auf den Skitourismus aus klimatologischer Sicht verfrüht. Das tatsächliche Problem kommt aus einer anderen, ökonomischen Richtung. Das Skifahren kostet mehr und mehr, vor allem in den sogenannten Premiumgebieten von Garmisch bis Kitzbühel. Die Tageskarten marschieren in Zwei-Euro-Schritten pro Saison nach oben. In Sölden, Ischgl oder am Arlberg zahlt man in diesem Winter 51 Euro für die Tageskarte, in der nächsten Saison werden es 53 Euro sein. Das bedeutet etwa vier Prozent Preissteigerung im Jahr.

Nicht der Schneefall bleibt daher aus, sondern höchstens der Gast. Das Skifahren ist auf dem Weg zum Luxusport, den sich nur noch Wohlhabende leisten können. In den USA ist dies übrigens schon längst der Fall. In Österreich und Deutschland war Skifahren früher auch elitär, bis zum Wirtschaftswunder. Erst der gigantische Aufschwung nach dem Zweiten Weltkrieg machte den Skisport später zum Volkssport. Und jetzt? Während die Reallöhne seit 1990 in weiten Teilen Mitteleuropas sinken, steigen die Liftpreise und teilweise auch die Hotelpreise um weit mehr als die allgemeine Inflationsrate. Die Nische für den Skitourismus wird wieder kleiner, der Skisport etwas exklusiver.

Wer aber ist schuld am »teuren Skifahren«? Am wenigsten sind es die Seilbahnbetriebe, die den Preis anheben. Sie investieren massiv in bequemere und schnellere Lifte, in gepflegte

Pisten und verlässliche Beschneigungssysteme. Das müssen sie tun, weil die Touristen und Tagesbesucher es verlangen. Weil *wir* es verlangen. Wir Skifahrer fahren überwiegend in jene Resorts, die großzügig investieren, kaufen dort die teuren Skitickets und jammern gleichzeitig über die ausufernde Preispolitik. All die technisch leicht veralteten, meist kleineren, aber günstigen Skigebiete brauchen eigentlich mehr Besucher. Dort kann man nach wie vor ordentlich Ski fahren, das wird aber zu wenig genutzt. Viele von ihnen werden in den nächsten Jahren schließen müssen. Weniger weil sich das Klima wandelt, mehr weil das Anspruchsniveau der Skifahrer markant angestiegen ist.

Auch die großen gesellschaftlichen Umwälzungen in Europa bleiben beim Skisport nicht außen vor. Die geringe Zahl der Geburten in den meisten mitteleuropäischen Ländern sorgt dafür, dass in diesen Nationen zukünftig weniger potenzielle Skifahrer leben werden. Dazu kommt, dass ein rasant größer werdender Teil der Einwohner Mitteleuropas gar nicht Ski fahren will: Vor allem Menschen mit Migrationshintergrund haben meist keinen kulturellen Bezug zum Skifahren.

Viel deutet also darauf hin, dass der Skitourismus in der Breite zurückgeht, weil die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in diese Richtung wirken. Aber wenig spricht für ein abruptes Ende als Folge des Klimawandels. Die Skigeschichte in den Alpen und im Schwarzwald ist etwa 125 Jahre alt. So schnell, wie Schwarzseher meinen, wird sie nicht zu Ende gehen.



Der österreichische Skitourismus-Forscher Günther Aigner führt die Plattform Zukunft Skisport

Fotos: Perktold (u.); Zangerl/Kaunertaler Gletscher

„Die ZEIT“ vom 03. März 2016

Beitrag zur Zukunft des Skitourismus