

Die Winter im Pongau

Eine Analyse amtlicher Klimadaten

**Temperatur- und Schneemessreihen, Niederschlag,
Sonnenscheindauer, Skisaisonlängen, technische Beschneigung**



Foto: Zauchensee Liftgesellschaft / Weissenbacher AG



ZUKUNFT · SKISPORT
research & consulting

ZUKUNFT SKISPORT
Consulting | Research | Marketing

Empfohlene Zitierung:

AIGNER, Günther (2022): Die Winter im Pongau. Eine Analyse
amtlicher Klimadaten. www.zukunft-skisport.at/studien

Pongau, im Oktober 2022

INHALT

1	Präambel	3
2	Abstract.....	4
3	Vorwort.....	6
4	Zur Entwicklung der Wintertemperaturen	7
4.1	Schmittenhöhe (127 Jahre)	8
4.2	Schmittenhöhe (50 Jahre)	10
4.3	Radstadt (121 Jahre)	13
5	Zur klimatischen Entwicklung der Bergsommer.....	15
5.1	Temperaturen Bergwetterstationen Österreich	15
5.2	Sonnenscheindauer Bergwetterstationen Österreich.....	16
6	50 Jahre: Winter- vs. Sommertemperaturen	17
7	Zur Entwicklung des Niederschlages	18
8	Zur Entwicklung der Schneeparameter	21
8.1	Filzmoos	22
8.2	„Mitterberg“ (Arthurhaus), Mühlbach am Hochkönig	26
8.3	Flachau	29
8.4	Großarl	33
8.5	Zauchensee	38
8.6	Saalfelden am Steinernen Meer	41
8.7	Weitere Stationen	44
9	Zur Entwicklung der Skisaisonlängen	45
9.1	Zauchensee	46
9.2	Wagrain	47
9.3	Flachau	48
11	Gedanken zur technischen Beschneigung.....	49
12	FAZIT: Schlussfolgerungen für den Skitourismus im Pongau	55
13	Anhang.....	56
13.1	Zur Transparenz der Studie	56
13.2	Datenquellen.....	56
13.3	Abkürzungsverzeichnis	56
13.4	Beigezogene Experten	57
13.5	Biografie Günther Aigner.....	58
13.6	Weiterführende Literatur.....	59
13.7	YouTube-Channel und Homepage.....	62
13.8	Pressespiegel ZUKUNFT SKISPORT	63

1 Präambel

ZUKUNFT SKISPORT zweifelt weder an Klimaänderungen noch am anthropogenen Anteil an der jüngsten globalen Erwärmung.

Wir beschreiben detailliert den messbaren Zustand des Klimas im Alpenraum über möglichst lange Zeiträume mithilfe amtlicher Datenreihen. Diese zählen weltweit zu den hochwertigsten Datensammlungen.

ZUKUNFT SKISPORT ist ausdrücklich für die nachhaltige Minimierung des Kohlenstoffumsatzes (der CO₂-Emissionen). **Unser Ziel: Die Tourismus- und Seilbahnwirtschaft wird zum aktiven Partner der Energiewende.** Alle gesetzten Maßnahmen und Fortschritte müssen deutlich kommuniziert werden, um Vorurteilen gegenüber dem alpinen Tourismus entgegenzutreten.

2 Abstract

Da es keine **langjährigen Wintertemperaturmessreihen** von den Hochlagen des Salzburger Pongaus gibt, lohnt sich ein Blick auf die **ZAMG-Station „Schmittenhöhe“** (1.954 m Seehöhe), 35 km Luftlinie von St. Johann im Pongau entfernt. Geht man in diesem homogenisierten HISTALP-Datensatz bis zu den Anfangsjahren des alpinen Skisports zurück, so sind die Winter seit 1895/96 je nach statistischer Methode zwischen 1,2 und 1,7 Grad Celsius milder geworden. Das entspricht einem Anstieg der winterlichen Schneegrenze auf der Schmittenhöhe wie in den Hochlagen des Salzburger Pongaus um etwa 220 Meter.

Innerhalb der vergangenen 50 Jahre haben sich die Wintertemperaturen nicht statistisch belegbar erhöht. Dieser Trend deckt sich mit allen anderen von ZUKUNFT SKISPORT untersuchten österreichischen Bergwetterstationen.

Hingegen zeigen die **Bergsommer** seit Mitte der 1970er-Jahre einen markanten und statistisch signifikanten Temperaturanstieg von mehr 3 Grad Celsius. Im selben Zeitraum hat die Sonnenscheindauer um fast 30 % zugenommen. Damit sind die Bergsommer im Salzburger Land sowie im Pongau so warm und sonnig wie noch nie seit Aufzeichnungsbeginn.

Die **Schneemesswerte** im Pongau zeigen insgesamt einen Trend zu schneeärmeren und kürzeren Wintern, der aber nur zum Teil statistisch signifikant ist. Kapitel 8 bietet einen umfangreichen Überblick über Schneemessreihen aus Filzmoos, Flachau, Großarl, Mühlbach am Hochkönig, Zauchensee und Saalfelden.

Die **technische Beschneigung** hebt nicht nur die Qualität der Pisten vom Beginn der Skisaison bis zu ihrem Ende, sondern trägt auch zur Stabilisierung der **Skisaisonlängen** bei. Durch die Fortschritte bei der technischen Beschneigung hat sich die Entwicklung der Skisaisonlängen weitgehend von der Klimaentwicklung entkoppelt. Im Skigebiet Zauchensee konnte man im Mittel der letzten 28 Jahre an 146 Tagen Ski fahren. In Wagrain („Snow Space Salzburg“, Daten seit 1985/86) beträgt die mittlere Skisaisonlänge 132 Tage pro Saison.

Das **Wasser** für die technische Beschneigung ist im Pongau weiterhin reichlich vorhanden. Davon zeugt das seit mehr als 120 Jahren statistisch unveränderte Niederschlagsdargebot in Radstadt.

Ein klimabedingtes Ende des alpinen Wintersports ist im Pongau – nach Auswertung der amtlichen Messdaten – derzeit nicht in Sicht. Aus Datenanalysen der Vergangenheit können keine Prognosen für die Zukunft abgeleitet werden.

Abstract English

Since there are no **long-term winter temperature measurement** series from the higher elevations of the Pongau region in Salzburg, it is worth looking at the **ZAMG station "Schmittenhöhe"** (1,954 m above sea level), 35 km from St. Johann in Pongau. When reviewing the HISTALP data that dates back to the beginning of alpine skiing in the mid-1890s, it is evident that the winters have become milder, between 1.2 and 1.7 degrees Celsius, depending on the statistical method. This corresponds to an increase in elevation of the snow line by approx. 220 meters across mountain areas in the Salzburg Pongau region.

Winter temperatures have not increased statistically over the past 50 years. This trend coincides with all other Austrian mountain weather stations examined by ZUKUNFT SKISPORT.

In contrast to the winter months, the **mountain summers** have shown a striking and statistically significant warming of more than 3 degrees Celsius since the mid-1970s. During the same period, the duration of sunshine has increased by nearly 30%. The mountain summers in the state of Salzburg have become warm and sunny like never before since recording began.

Overall, the **snow readings** in the Pongau region show a trend towards shorter winters and winters with less snow. Chapter 8 offers a comprehensive overview of snow measurement series from Filzmoos, Flachau, Großarl, Mühlbach am Hochkönig, Zauchensee and Saalfelden.

Technical snowmaking has not only been able to improve the quality of the slopes from the beginning of the ski season to the end, it has also helped stabilize the **length of the ski seasons**. In the Zauchensee ski area, one has been able to ski an average of 146 days a season over the last 28 years. The linear trend is statistically unchanged. In contrast, the average ski season in Wagrain ("Snow Space Salzburg") has become longer in the past 37 years, averaging on 132 ski days per season.

The **water** for technical snowmaking is still abundant in the Pongau region, as shown by the stable sums of annual precipitation in Radstadt over more than 120 years.

After evaluating the official measurement data, a climate-related end to alpine winter sports in the Ennspongau region is currently not in sight. From the evaluations published here, no forecasts for the future deducted can be made.

3 Vorwort

„Man kann nicht in die Zukunft schauen, aber man kann den Grund für etwas Zukünftiges legen. Denn Zukunft kann man bauen.“

Antoine de Saint-Exupéry (1900 – 1944)

Das moderne Skifahren kann präzise wie keine andere Sportart sein Geburtsdatum angeben: Es begann mit der Durchquerung Grönlands auf Skiern durch Fridtjof Nansen im Jahr 1888. Sein Expeditionsbericht erschien 1890 in norwegischer und bereits 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. Sie adaptierten diese für die im Vergleich zur skandinavischen Hügellandschaft steileren alpinen Abfahrten – so auch im Pongau.

Mathias Zdarsky entwickelte zur gleichen Zeit die erste moderne Skibindung („Lilienfelder Stahlsohlenbindung“), bei der die Ferse nicht mehr seitlich vom Schuh rutschen konnte. Dies war ein wesentlicher Schritt vom nordischen *Skilaufen* zum alpinen *Skifahren*.

Das Hauptziel der vorliegenden Studie liegt darin, einen Überblick über den Verlauf und die Entwicklung diverser für den Skitourismus bedeutender Klimadaten sowie der Skisaisonlängen im Pongau zu präsentieren. Messreihen aus umliegenden Regionen runden den Blick ab. Der betrachtete Zeitraum soll – wenn möglich – bis zur Gründerzeit des alpinen Skisports zurückgehen.

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

Die hier präsentierten Auswertungen sollen Fakten bieten und helfen, die emotionale Debatte zu versachlichen. Im Folgenden wird nicht gegendert. Die Autoren verstehen aber die Gleichstellung von Mann und Frau als selbstverständlich.

Es bleibt zu hoffen, dass die folgende Datenzusammenstellung einen ebenso interessierten wie kritischen Leserkreis findet!

4 Zur Entwicklung der Wintertemperaturen

Die ZAMG verfügt über lange Temperaturmessreihen von Bergstationen in Österreich, mit denen wir die gesamte alpine Skigeschichte überblicken können. Von den Hochlagen des Pongaus gibt es diese langjährigen Wintertemperaturmessreihen nicht. Daher lohnt sich der Blick zur Schmittenhöhe im Salzburger Pinzgau, die 35 km Luftlinie von St. Johann im Pongau entfernt ist.

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 werden in einem Zeitraum vom 01. Juni bis zum 31. August gemessen.

Dem Leser sollen zwei Zeiträume der winterlichen Temperaturentwicklung präsentiert werden:

- 1) **127 Jahre.** Mithilfe der homogenisierten HISTALP-Daten von der Schmittenhöhe können wir die gesamte alpine Skigeschichte im Salzburger Land überblicken.
- 2) **50 Jahre.** Dieser Zeitraum bietet einen Überblick über ein halbes Jahrhundert Winterklima – gleichzeitig einen Blick zurück bis zum allmählichen Beginn des Massenskilaufs.
- 3) **121 Jahre.** Die Messreihe der ZAMG in Radstadt geht bis zum Winter 1901/02 zurück und bietet einen Überblick über die winterliche Temperaturentwicklung in den Tallagen des Ennspongau.

Anm.: Der hier verwendete HISTALP-Datensatz der ZAMG gehört zu den weltweit längsten und hochwertigsten Datenreihen. Er ist homogenisiert – das heißt, dass unvermeidlich enthaltene Brüche und Trends (z. B. Standort- und Instrumentenwechsel, Änderungen der Beobachtungszeiten) bereinigt wurden.

4.1 Schmittenhöhe (127 Jahre)

Die HISTALP-Messreihe der ZAMG zeigt die Abweichungen der Wintertemperaturen vom 127-jährigen Mittel auf der Schmittenhöhe seit dem Beginn des alpinen Skisports im Salzburger Land.

Im linearen Trend (Abb. 1, schwarz punktiert) ist eine Erwärmung von 1,3 Grad Celsius pro 100 Jahre erkennbar. Das ergibt seit 1895/96 eine Erwärmung von insgesamt 1,7 Grad Celsius. Im gleichen Zeitraum ist das gleitende 30-jährige Mittel um 1,2 Grad Celsius angestiegen – von minus 5,2 auf minus 4,0 Grad Celsius.

Arithmetisches Mittel: Minus 5,0 °C

Standardabweichung: 1,6 °C

Spannweite: 8,6 °C

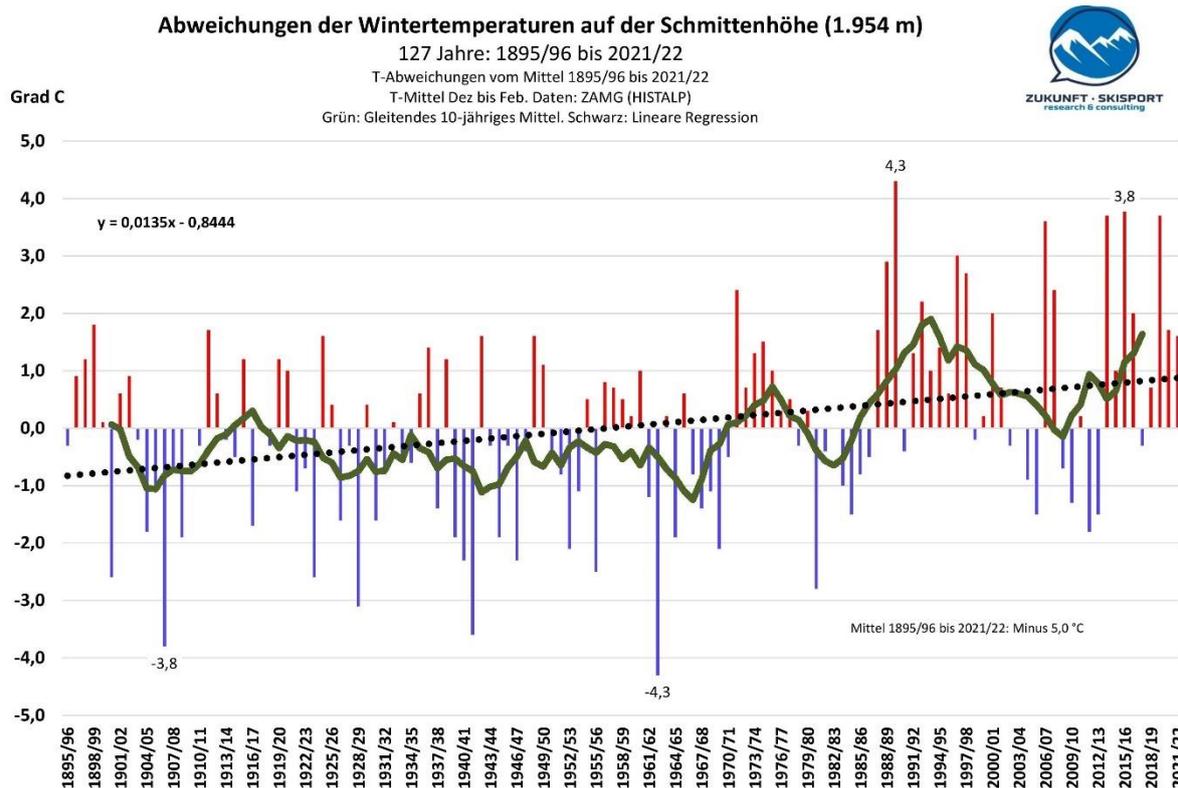


Abb. 1: Die Abweichungen der Wintertemperaturen vom 127-jährigen Mittel auf der Schmittenhöhe von 1895/96 bis 2021/22. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die Winter auf der Schmittenhöhe haben sich seit 1895/96 statistisch belegbar erwärmt (Regressionsanalyse: Statistisch signifikant).

Bei der Suche nach den kältesten Bergwintern seit Beginn des alpinen Skisports stößt man im Ostalpenraum häufig auf bereits bekannte Muster – so auch auf der Schmittenhöhe. Die drei kältesten Winter sind in chronologischer Abfolge: 1906/07 (negative Abweichung: 3,8 Grad Celsius), 1941/42 (3,6 Grad Celsius) und 1962/63 (4,3 Grad Celsius). Der Winter 1962/63 war in ganz Mitteleuropa von extremer Kälte geprägt und ließ beispielsweise den Bodensee zum bisher letzten Mal vollständig und über Wochen zufrieren. Dies war die erste über mehrere Wochen andauernde „Seegfröne“ nach 133 Jahren „Pause“ (seit dem Jahr 1830).

Der mildeste Winter der Messreihe ist jener von 1989/90 mit einer positiven Abweichung von 4,3 Grad Celsius, gefolgt von 2015/16 mit plus 3,8 Grad Celsius.

Das gleitende 30-jährige Mittel der Wintertemperaturen ist seit 1895/96 um 1,2 Grad Celsius angestiegen. Der lineare Trend ist um 1,7 Grad Celsius angestiegen.

In der wissenschaftlichen Literatur wurde berechnet, dass die Schneegrenze im Winter pro 1 Grad Celsius Erwärmung um etwa 160 Meter ansteigt. *HANTEL et al. (2012), Abstract*

Daraus kann man ableiten, dass die winterliche Schneegrenze auf der Schmittenhöhe – wie auch flächendeckend in den mittleren und höheren Lagen des Pinzgaus – seit 1895/96 um gut 220 Meter angestiegen ist.

4.2 Schmittenhöhe (50 Jahre)

Die mittleren Wintertemperaturen auf der Schmittenhöhe sind seit 1972/73 statistisch unverändert. In den letzten 50 Jahren hat sich insgesamt keine nennenswerte Verschiebung des winterlichen Temperaturniveaus eingestellt.

Am Übergang von den 1980er- zu den 1990er-Jahren haben sich die Bergwinter auf der Schmittenhöhe innerhalb sehr kurzer Zeit markant erwärmt. In den anschließenden zwei Jahrzehnten folgte eine signifikante Abkühlung zurück auf das Temperaturniveau vor der Erwärmung (vgl. *BADER/FUKUTOME 2015, Seite V*). Seit 2013/14 treten wiederum sehr milde Winter auf.

Arithmetisches Mittel: Minus 4,2 °C
 Standardabweichung: 1,6 °C
 Spannweite: 7,1 °C

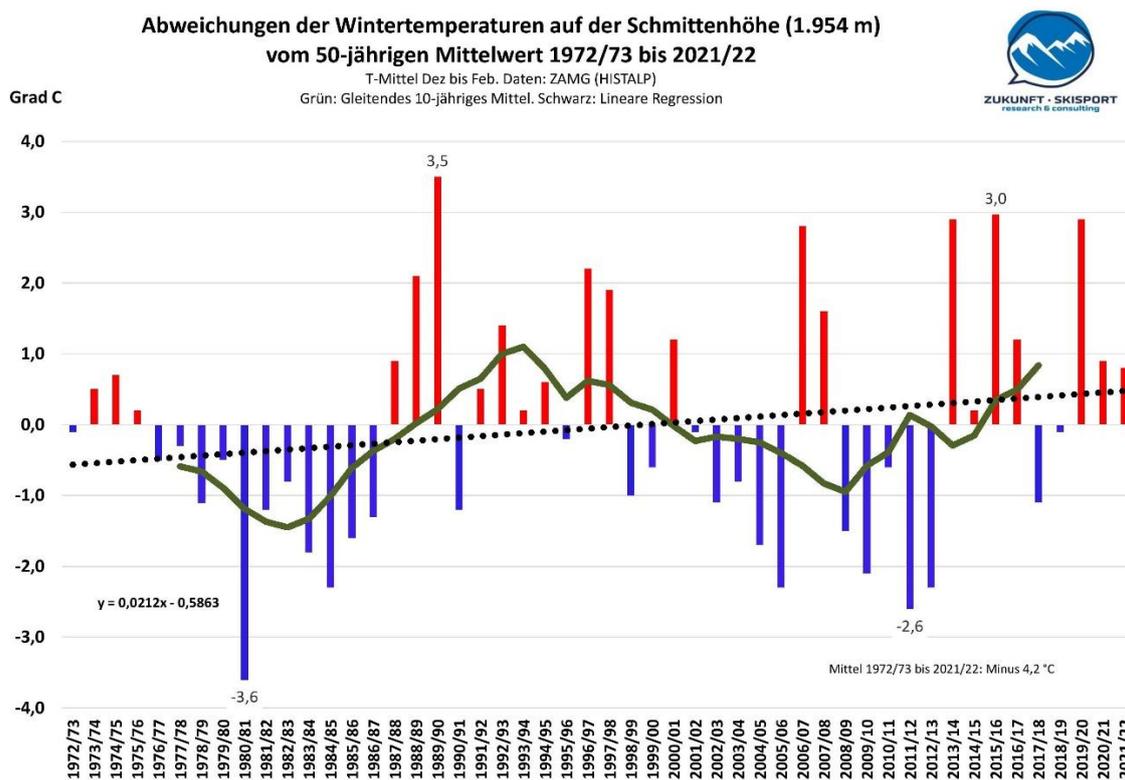


Abb. 2: Die Abweichungen der Wintertemperaturen vom 50-jährigen Mittel auf der Schmittenhöhe von 1972/73 bis 2021/22. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Im linearen Trend sind die Wintertemperaturen in den vergangenen 50 Jahren um 1,0 Grad Celsius angestiegen. Dieser Anstieg ist statistisch nicht signifikant.

Anm.: Zur Untermauerung dieser Aussage wurde ein t-Test durchgeführt.

Die Einzeljahre zeigen eine beachtliche Spannweite von 7,1 Grad Celsius, welche aus den beiden Extremwerten resultiert, die innerhalb von nur zehn Jahren auftraten: Der Winter 1980/81 war um 3,5 Grad Celsius kälter als das 50-jährige Mittel, während der Winter 1989/90 um 3,6 Grad Celsius milder ausfiel.

Kein signifikanter Temperaturtrend

Die Wintertemperaturen auf der Schmittenhöhe sind seit 1972/73 statistisch unverändert. Dies bedeutet beispielsweise, dass sich für einen heute etwa 60-jährigen Skisportler, der seit seiner Kindheit im Salzburger Land Ski fährt, hinsichtlich der Wintertemperaturen insgesamt keine nachhaltige Veränderung ergeben hat. Die vergangenen 10 Winter waren im Mittel um 0,8 Grad Celsius milder als der Durchschnitt der vergangenen 50 Winter.

Auch in der Schweiz ist das winterliche alpine Temperaturverhalten der letzten Jahrzehnte untersucht worden. *BADER/FUKUTOME (2015)* schreiben zu den Wintertemperaturen am Jungfrauojoch (3.480 m): „In der hier betrachteten Periode 1957/58 bis 2012/13 mit einer Länge von über 50 Jahren ist für den Messstandort Jungfrauojoch im Winter insgesamt kein signifikanter Temperaturtrend nachweisbar. Diese Feststellung gilt ebenfalls für die Gipfellagen Säntis, 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.“

Anm.:

Ähnliche winterliche Temperaturtrends wie auf der Schmittenhöhe finden sich auf allen anderen untersuchten Bergstationen in den Ost- und Westalpen sowie in den Hochlagen der deutschen Mittelgebirge.

Der nahezu parallele Verlauf der Temperaturkurven in Abbildung 3 zeigt, dass sich die Wintertemperaturen an allen österreichischen Bergwetterstationen ähnlich entwickelt haben: im Osten (z. B. Schöckl) wie im Westen (z. B. Ischgl-Idalpe), im Norden (z. B. Feuerkogel) wie im Süden (z. B. Villacher Alpe). Weiters wird die Staffelung nach Seehöhe gut sichtbar:

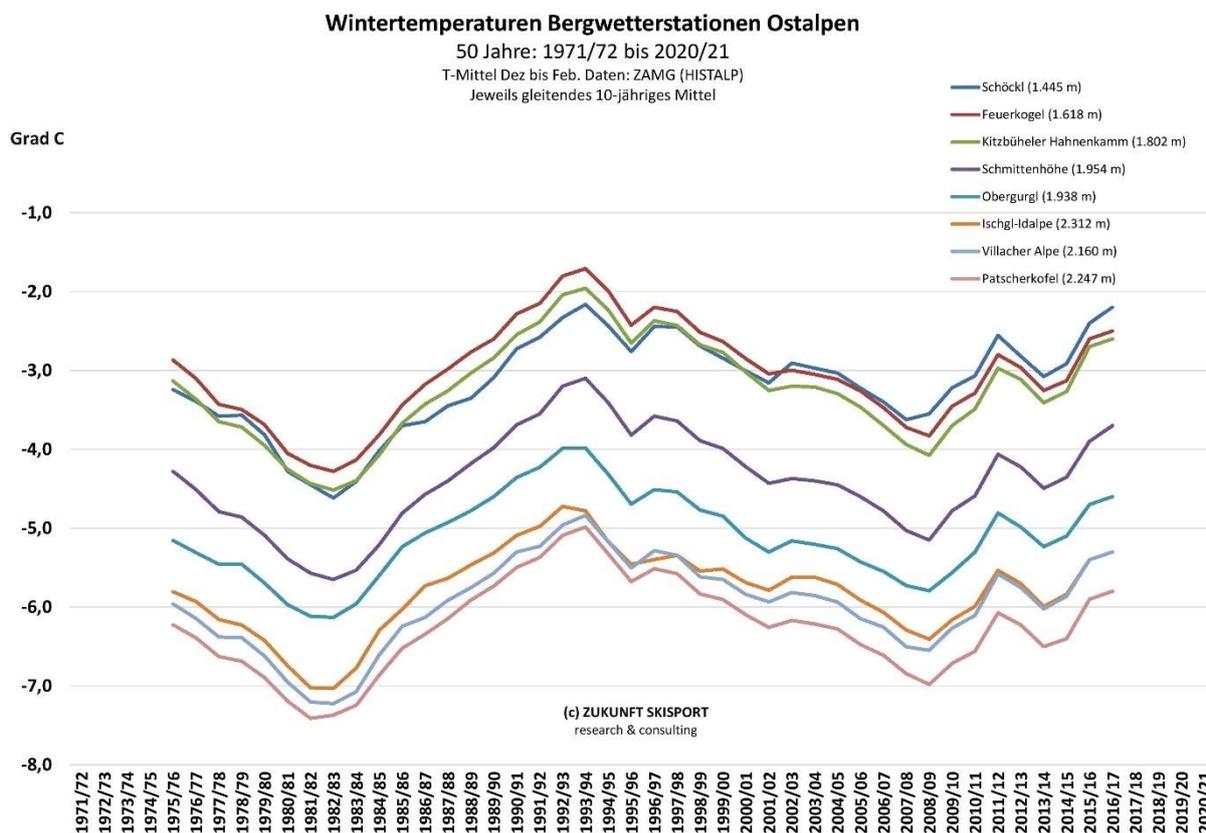


Abb. 3: Die Entwicklung der Wintertemperaturen an acht österreichischen Bergwetterstationen von 1971/72 bis 2020/21. Die Temperaturentwicklung auf der Schmittenhöhe wird durch die violette Kurve (Vierte Linie von oben) beschrieben. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die homogene Entwicklung der Wintertemperaturen an allen verfügbaren österreichischen Bergwetterstationen lässt darauf schließen, dass die hier sichtbaren Muster auch auf vergleichbare Höhenlagen im Salzburger Pongau übertragbar sind.

Anm.: Die hochalpine ZAMG-Station Sonnblick wurde in diesem Sample nicht verarbeitet, da ihre Höhe nicht repräsentativ für die Skigebiete im Salzburger Pongau ist. Das Muster der Temperaturentwicklung der Winter am Sonnblick würde sich homogen in die Abbildung einfügen.

4.3 Radstadt (121 Jahre)

Die Messreihe der ZAMG aus Radstadt bietet die Möglichkeit, einen Blick auf die langfristige Entwicklung der Wintertemperaturen im Talboden des Ennspongau zu werfen.

Die Abbildung 4 zeigt die homogenisierte Messreihe („HISTALP“) der Wintertemperaturen in Radstadt seit 1901/02. Das Mittel der letzten 121 Jahre beträgt minus 4,2 Grad Celsius (blaue Linie). Die Extremwerte finden sich 1928/29 mit minus 8,4 Grad Celsius sowie 2006/07 mit einer mittleren Wintertemperatur von 0,0 Grad Celsius.

Mittlere Wintertemperatur: Minus 4,2 °C
Standardabweichung: 1,5 °C
Spannweite: 8,4 °C

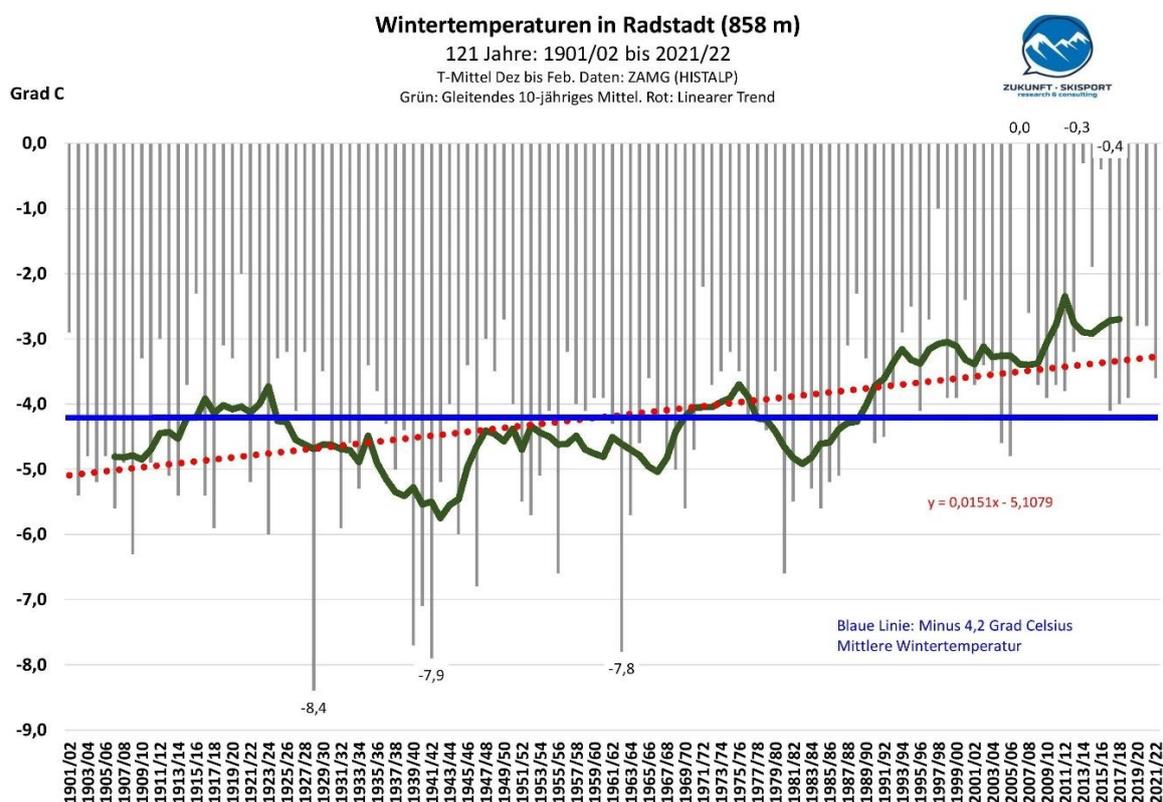


Abb. 4: Der Verlauf der Wintertemperaturen in Radstadt von 1901/02 bis 2021/22. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die Winter in Radstadt haben sich seit 1901/02 statistisch signifikant erwärmt (**Regressionsanalyse**). Der lineare Trend (rote punktiert) beschreibt eine Erwärmung der Winter von etwa 1,5 Grad Celsius pro 100 Jahre (siehe Formel) – das sind 1,8 Grad Celsius seit 1901/02. Der Verlauf der grünen Kurve (gleitendes 10-jähriges Mittel) überragt derzeit den linearen Trend. Das heißt, dass wir aktuell eine Phase der beschleunigten Erwärmung beobachten können.

Die Entwicklung seit 1901/02 brachte in den Tallagen eine raschere Erwärmung als auf den Bergen. Ein „sibirischer“ Winter – wie zuletzt 1962/63 – scheint aus heutiger Sicht unvorstellbar zu sein. Speziell innerhalb der letzten 40 Jahre ist die Erwärmung sprunghaft gewesen, während die Winter auf den Bergen in der gleichen Zeit kaum milder geworden sind. Die weitere Entwicklung wird spannend zu beobachten sein.

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt Phasen kalter Winter – wie in den 1940er-, 60er- und 80er-Jahren – sowie Häufungen ungewöhnlich milder Winter am Ende der Zeitreihe.



Abb. 5: Der aktuelle Standort der ZAMG-Station in Radstadt (seit 2016). Foto: ZAMG.

Anm.: Warum haben sich die Wintertemperaturen am Berg (z. B. Schmittenhöhe) anders als im Tal (z. B. Radstadt) verändert? Die winterlichen Wetterlagen bestimmen die Temperaturen am Berg und im Tal oft unterschiedlich. So können kontinentale Hochdrucklagen kalte Luft aus Russland nach Mitteleuropa führen und speziell in den Tälern für große Kälte sorgen. In den Bergen ist es dabei jedoch sehr sonnig und weniger kalt. Umgekehrt können windige Nordlagen eisige Kälte im Gebirge verursachen, während in den Tälern die Inversion ausgeräumt wird und die Tagesmitteltemperaturen um den klimatologischen Mittelwert liegen. Die Häufigkeitsverteilung der Großwetterlagen kann zu unterschiedlichen Temperaturtrends an Berg- und Talstationen führen.

5 Zur klimatischen Entwicklung der Bergsommer

In den Hochlagen der Ostalpen sind die Sommer über die letzten 5 Jahrzehnte signifikant wärmer geworden. Gleichzeitig wurde eine markante Zunahme der sommerlichen Sonnenscheindauer beobachtet. Damit einher geht eine Phase des Rückzugs der Alpengletscher. Hingegen ist das derzeitige Klima für die Weiterentwicklung des alpinen Ganzjahrestourismus günstig.

5.1 Temperaturen Bergwetterstationen Österreich

In den österreichischen Hochlagen sind die Sommer über die vergangenen 127 Jahre signifikant wärmer geworden. In diesem Sample gemittelt: Obergurgl, Schmittenhöhe, Sonnblick, Villacher Alpe, Säntis (CH). Standardabweichung: 1,2 °C

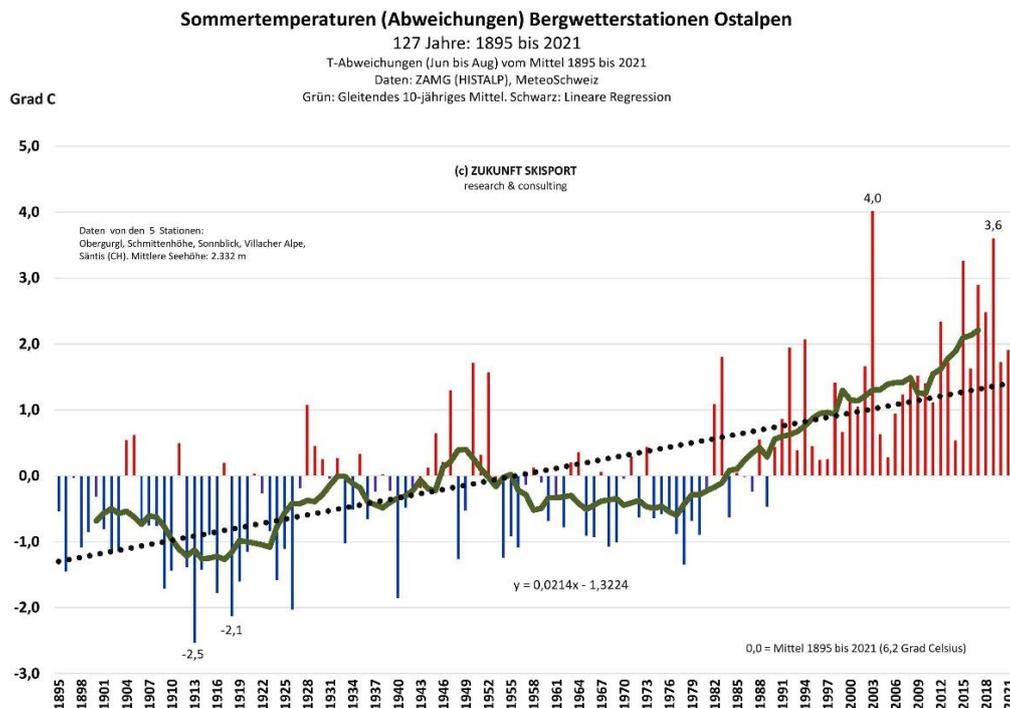


Abb. 6: Die Abweichungen der Sommertemperaturen vom Mittel 1895 bis 2021 auf Bergstationen in und um Österreich von 1895 bis 2021. Daten: ZAMG (HISTALP), MeteoSchweiz. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel zeigt einen steilen und kontinuierlichen Anstieg der Sommertemperaturen seit Mitte der 1970er-Jahre um knapp 3 Grad Celsius. Das entspricht einem Anstieg der klimatischen Schneegrenze („Gleichgewichtslinie“) in den Gletscherregionen um 300 bis 400 m. HANTEL et al. (2012), Abstract

Seit Aufzeichnungsbeginn waren die Sommer auf Österreichs Bergen noch nie so warm wie in den vergangenen 10 Jahren.

5.2 Sonnenscheindauer Bergwetterstationen Österreich

Die Abbildung 7 zeigt die Abweichungen der sommerlichen Sonnenscheindauer (Juni bis August) auf dem Hohen Sonnblick und auf der Villacher Alpe (Mittelwert der beiden Stationen) vom langjährigen Mittel von 1887 bis 2021. Dieser Zeitraum (135 Jahre) ist der längste, der für österreichische Bergwetterstationen dargestellt werden kann.

Die Extremwerte: 2003 („Jahrhundertssommer“) mit 706 h (positive Abweichung von 193 h) sowie 1896 mit lediglich 334 h (negative Abweichung von 179 h).

Mittlere Sonnenscheindauer (Juni bis August): 513 h

Standardabweichung: 69 h

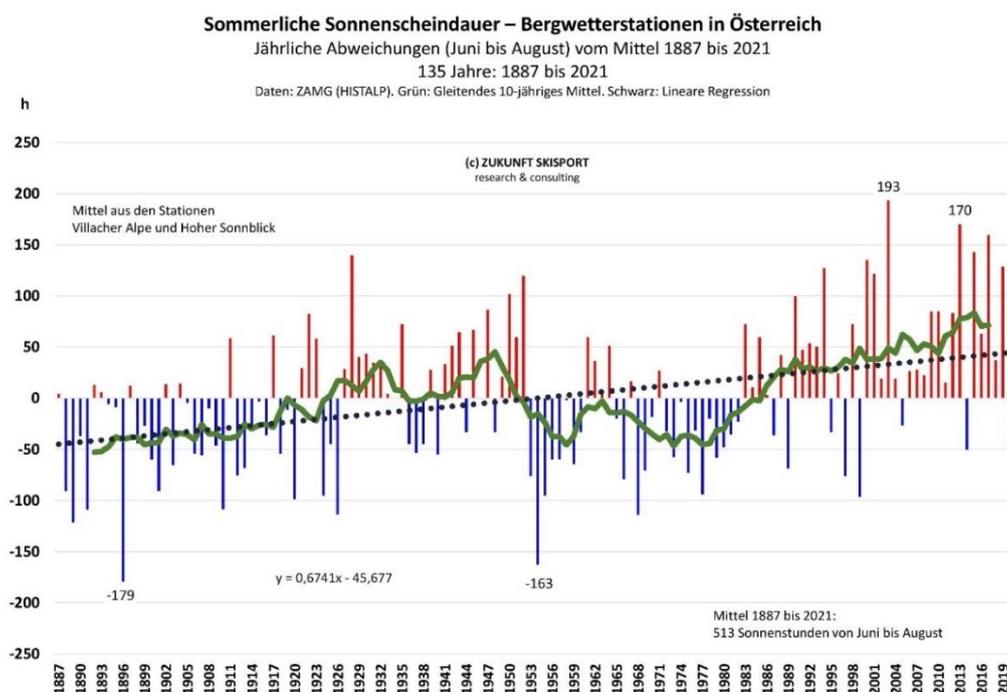


Abb. 7: Die Abweichungen der Sonnenscheindauer (Juni bis August) vom Mittelwert von 1887 bis 2021 auf Sonnblick und Villacher Alpe. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt eine markante langfristige Zunahme der sommerlichen Sonnenscheindauer.

Der Anstieg seit Mitte der 1970er-Jahre beträgt mehr als 25 %. Seit Aufzeichnungsbeginn waren die Sommer auf den Bergen der Ostalpen noch nie so sonnig wie in den vergangenen 15 Jahren.

Anm.: Für die Schmittenhöhe gibt es erst ab 1930 durchgehende Daten zur Sonnenscheindauer. Diese bewegen sich mit dem hier dargestellten Trend.

6 50 Jahre: Winter- vs. Sommertemperaturen

Besonders spannend ist ein Jahreszeitenvergleich der Temperaturverläufe.

Die Sommer sind über die vergangenen 50 Jahre kontinuierlich und signifikant wärmer geworden. Die Winter haben sich am Übergang von den 1980er- zu den 1990er-Jahren rasch und markant erwärmt, danach deutlich abgekühlt und anschließend abermals stark erwärmt.

Temperaturerhöhung 1973 bis 2022 (linearer Trend – Regression):

- Winter: 1,0 Grad Celsius
- Sommer: 3,3 Grad Celsius

Anm.: Die unterschiedliche Temperaturentwicklung sticht hervor, wenn man die beiden Reihen auf statistischen Zusammenhang prüft. Das Bestimmtheitsmaß r^2 ergibt 0,007. Das heißt, dass für die vergangenen 50 Jahre kein statistisch belegbarer Zusammenhang zwischen der Temperaturentwicklung der Bergsommer und jener der Bergwinter besteht.

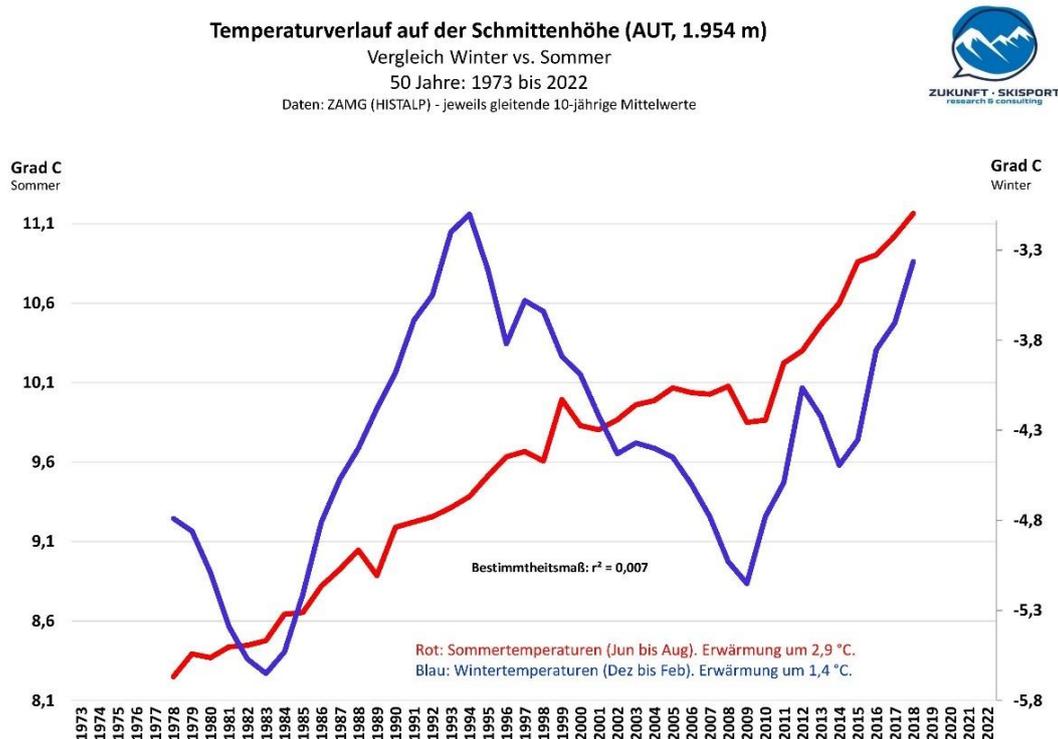


Abb. 8: Der Temperaturverlauf der vergangenen 50 Jahre. Die Sommer haben sich im linearen Trend mehr als drei Mal so stark erwärmt wie die Winter. Daten: ZAMG. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Untersuchungen an anderen ostalpinen Bergwetterstationen bestätigen die auf der Schmittenhöhe erkennbaren Muster.

7 Zur Entwicklung des Niederschlages

Die Ausführungen in Kapitel 7 zeigen homogenisierte HISTALP-Niederschlagsdaten der ZAMG-Station in der Stadtgemeinde Radstadt im Ennspongau.

Abbildung 9 zeigt die Entwicklung des **Jahresniederschlages** in Radstadt von 1896 bis 2021. In diesem Zeitraum (126 Jahre) liegt der Mittelwert bei 1.190 mm. Die Extremwerte finden sich 1954 mit 1.639 mm und 1947 mit lediglich 794 mm Jahresniederschlag.

Standardabweichung: 152 mm

Spannweite: 845 mm

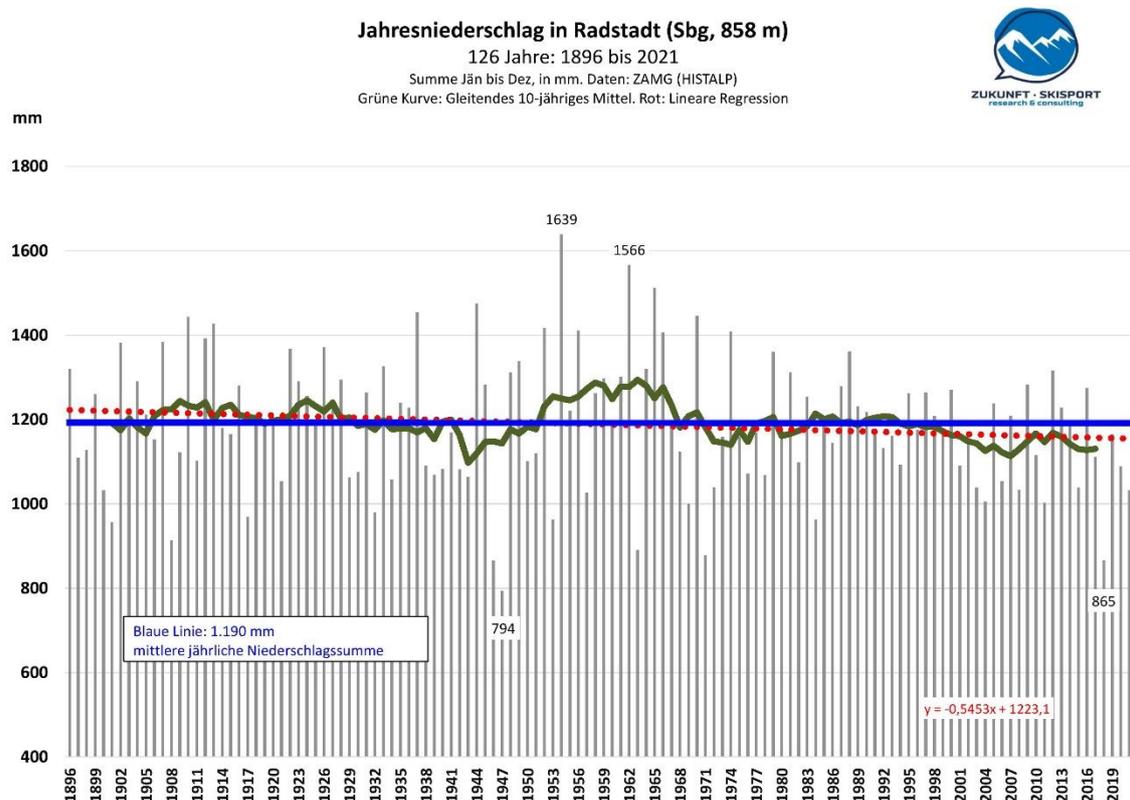


Abb. 9: Die Entwicklung des Jahresniederschlages in Radstadt von 1896 bis 2021.

Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) beschreibt einen sehr ruhigen Verlauf in kleinen Wellenbewegungen. Die Trendlinie ist statistisch unverändert.

Der Jahresniederschlag in Radstadt hat sich von 1896 bis 2021 nicht statistisch belegbar verändert.

Abbildung 10 zeigt die Entwicklung des **Sommerniederschlags (Juni bis August)** in Radstadt von 1896 bis 2022. In diesem Zeitraum (127 Jahre) liegt der Mittelwert bei 486 mm. Die Extremwerte finden sich 1966 mit 748 mm und 1947 mit lediglich 238 mm Sommerniederschlag.

Standardabweichung: 90 mm

Spannweite: 510 mm

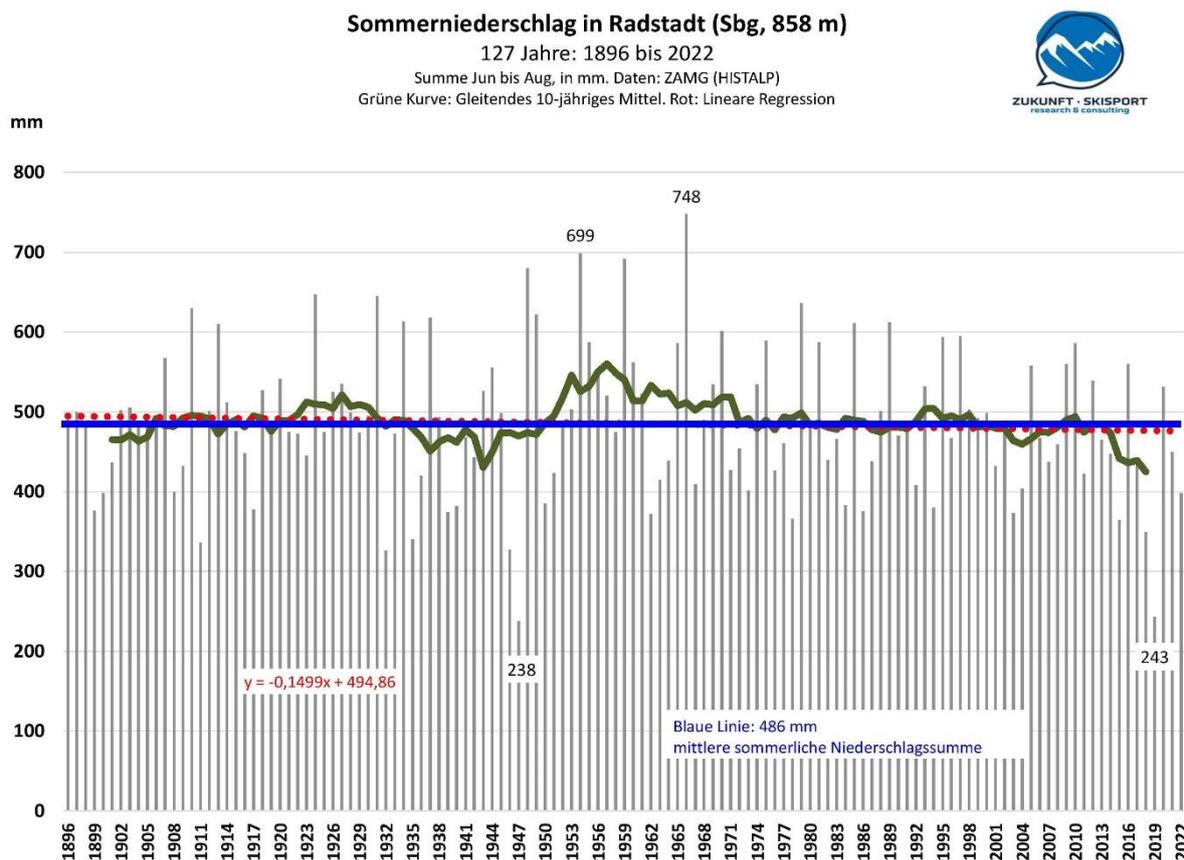


Abb. 10: Die Entwicklung des Sommerniederschlags in Radstadt von 1896 bis 2022.

Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) beschreibt einen sehr ruhigen Verlauf. Eine Ausnahme bildet die feuchte Sommerperiode in den 1950er- und 60er-Jahren. Die Trendlinie ist statistisch unverändert.

Der Sommerniederschlag in Radstadt hat sich von 1896 bis 2022 nicht statistisch belegbar verändert.

Abbildung 11 zeigt die Entwicklung des **Winterniederschlages (Dezember bis Februar)** in Radstadt von 1896/97 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (126 Jahre) liegt der Mittelwert bei 213 mm. Die Extremwerte finden sich 1961/62 mit 499 mm und 1942/43 mit lediglich 55 mm.

Standardabweichung: 84 mm

Spannweite: 444 mm

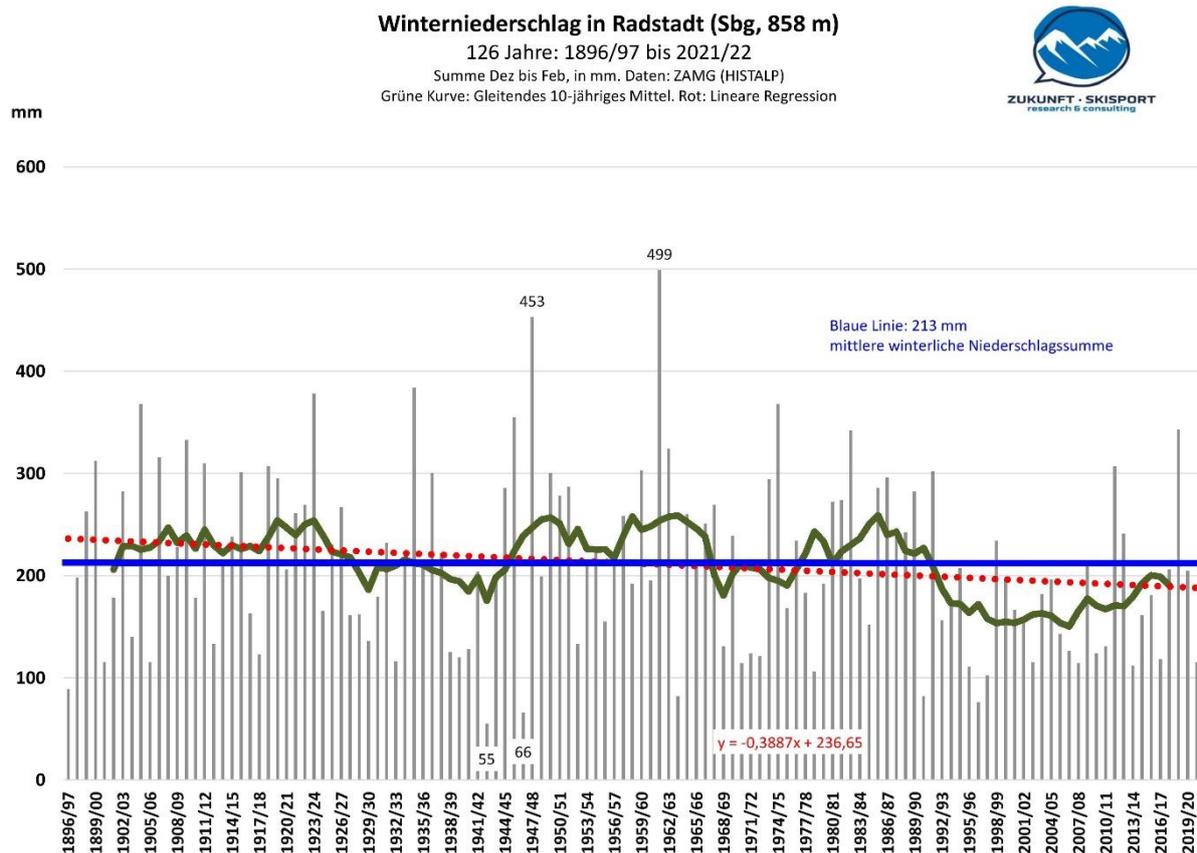


Abb. 11: Die Entwicklung des Winterniederschlages (Dezember bis Februar) in Radstadt von 1896/97 bis 2021/22. Daten: ZAMG (HISTALP). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die Einzeljahre zeigen eine hohe Variabilität. Trockene und feuchte Winter wechseln sich in scheinbar chaotischer Reihenfolge ab.

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt eine deutlich größere Amplitude als beim Jahres- und Sommerniederschlag. In den vergangenen drei Jahrzehnten traten vergleichsweise trockene Winterperioden auf. Die Trendlinie ist tendenziell statistisch signifikant gesunken.

Der Winterniederschlag in Radstadt hat von 1896/97 bis 2021/22 tendenziell statistisch belegbar abgenommen. Der Wert ist an der Grenze zur statistischen Signifikanz.

8 Zur Entwicklung der Schneeparameter

Der Hydrographische Dienst in Österreich, die ZAMG und die Lawinenwarndienste der Länder verfügen über Datenmaterial zur Analyse des Schneedargebotes in Österreich. Die Messreihen gehen in dicht besiedelten Gebieten zum Teil bis 1895 zurück, während sie in alpinen Lagen, wie im Pongau, meist kürzer sind.

Bei den Schneemessreihen wird eine Periode von zwölf Monaten erfasst. Das „Messjahr“ erstreckt sich vom 01. September bis zum 31. August des Folgejahres. Die Messungen der Gesamtschneehöhe (= Höhe der Schneedecke über ebenem Boden) und der Neuschneehöhe finden standardisiert täglich um 07.00 Uhr (MEZ) statt.

Im Folgenden werden Schneemessreihen aus dem Pongau ausgewertet. Es handelt sich dabei um amtliche Daten des Hydrographischen Dienstes Salzburg, des Lawinenwarndienstes Salzburg und der ZAMG. Bei den Daten handelt es sich um geprüfte Rohdaten, die NICHT homogenisiert sind. Einzelne Messlücken wurden mithilfe von benachbarten Stationen über Korrelationsanalysen geschlossen.

Die Datenreihen werden stets so weit zurückreichend wie möglich dargestellt. Daraus können sich (große) Unterschiede in den betrachteten Zeitspannen ergeben. Es werden ausschließlich amtliche Messdaten präsentiert. Private Messreihen (Seilbahngesellschaften, Privatpersonen) wurden nicht eingesehen.

Allgemeine Anmerkung zu Schneemessreihen von HR Dr. Wolfgang Gattermayr, dem langjährigen Leiter des Hydrographischen Dienstes Tirol:

„Niederschlagsmessungen, insbesondere Schneemessungen, sind allgemein ein schwieriges Unterfangen – besonders im Gebirge aufgrund der Exponiertheit der Messstellen (Wind). Die ausgewiesenen Schneedaten bewegen sich qualitativ häufig im Bereich von Rohdaten. Die Handhabung der Schneedaten und diverse Schlussfolgerungen sollten mit großer Bedachtsamkeit erfolgen.

Schneemessreihen sind äußerst sensibel. Bereits kleinräumige Versetzungen der Station, geringfügige bauliche Veränderungen oder Baumwuchs im Umfeld der Stationen können die Homogenität der Messreihe erheblich stören.“

8.1 Filzmoos

Aus Filzmoos liegen Schneemessdaten ab 1899/1900 vor. Die Daten werden vom Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischen Dienst) erhoben.

Während die Messreihe bei den jährlich größten Schneehöhen kaum Datenlücken aufweist, kann die Auswertung der Tage mit natürlicher Schneebedeckung erst ab 1982/83 empirisch belegt werden.

Seehöhe des Messfeldes: 1.050 m



Abb. 12: Das Ortszentrum von Filzmoos. Foto: TVB Filzmoos – Coen Weesjes.

Jährlich größte Schneehöhen

Die Abbildung 13 beschreibt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen in Filzmoos von 1899/1900 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (123 Jahre) beträgt der Mittelwert 136 cm. Die Extremwerte finden sich im Winter 1943/44 mit 330 cm und 1918/19 mit lediglich 54 cm Schneehöhe.

Standardabweichung: 52 cm

Spannweite: 276 cm

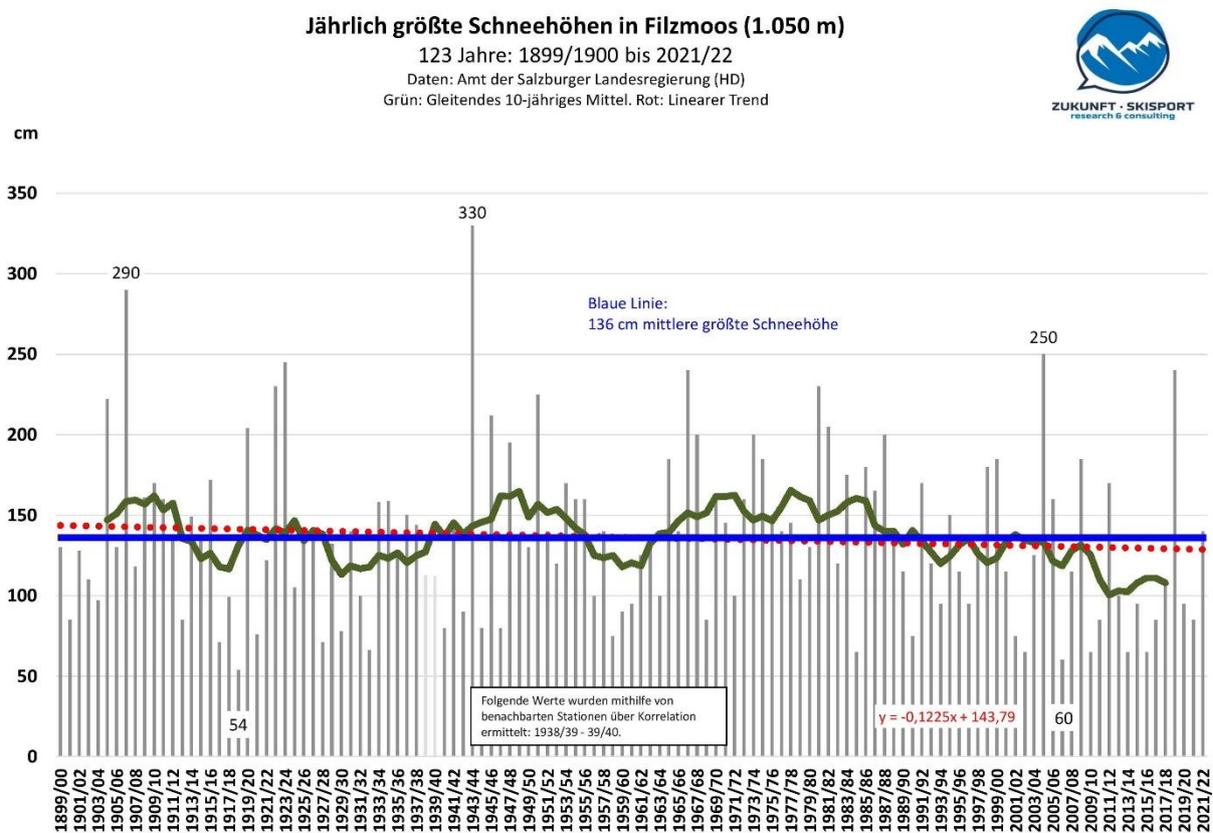


Abb. 13: Die jährlich größten Schneehöhen in Filzmoos von 1899/1900 bis 2021/22. Daten: Amt der Salzburger Landesregierung (HD). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) verläuft wellenförmig und findet um 2010 sein vorläufiges Minimum.

Die Trendlinie sinkt im Beobachtungszeitraum um 12,6 cm pro 100 Jahre (siehe Formel). Diese Abnahme ist nicht statistisch signifikant. **In Filzmoos haben sich die jährlich größten Schneehöhen seit 1899/1900 nicht statistisch belegbar verändert.**

Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr

Die Abbildung 14 beschreibt die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Filzmoos von 1982/83 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (40 Jahre) beträgt der Mittelwert 141 Tage. Die Extremwerte: 1991/92 mit 178 Tagen und 2015/16 mit 105 Tagen (gemessener Wert) sowie 2006/07 mit lediglich 98 Tagen mit Schneebedeckung (rekonstruierter Wert).

Standardabweichung: 20 Tage
Spannweite: 80 Tage

Anm.: Es gibt keine Schneemessdaten für die Winter 2006/07 und 2007/08. Diese Werte wurden mithilfe von benachbarten Stationen über Korrelation ermittelt. Sie sind in der Grafik hellgrau gekennzeichnet und müssen mit Vorsicht interpretiert werden. Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,81$.

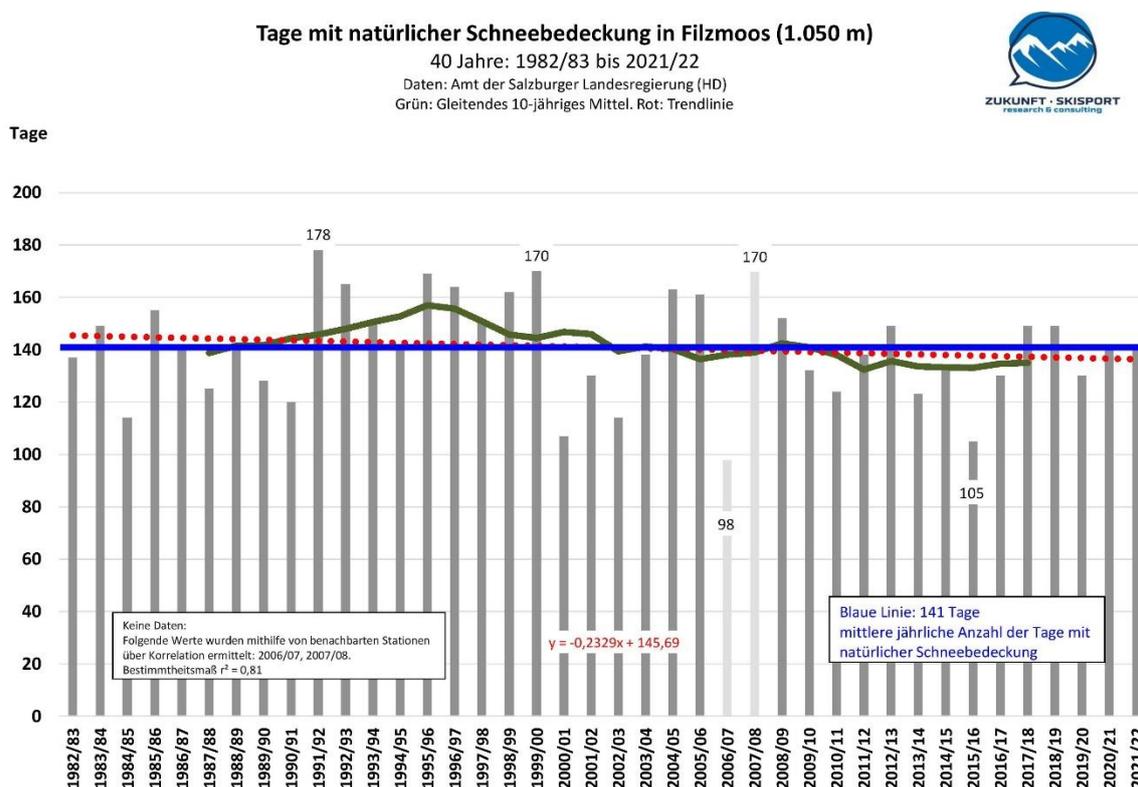


Abb. 14: Die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Filzmoos von 1982/83 bis 2021/22. Daten: Amt der Salzburger Landesregierung (HD). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt sein Maximum Mitte der 1990er-Jahre und verläuft insgesamt ruhig. Die Trendlinie sinkt im Beobachtungszeitraum leicht, aber nicht statistisch signifikant ab. **In Filzmoos hat sich die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Jahr seit 1982/83 nicht statistisch belegbar verändert.**

Beginn der Winterdecke („Einschneien“)

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 natürlichen Einschneizeitpunkte sichtlich nach hinten verlagern. Stimmt das?

Abbildung 15 zeigt die Zeitpunkte des „Einschneiens“ in Filzmoos von 1980/81 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (42 Jahre) fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 04. Dezember. Positive Werte im Chart weisen auf spätere Einschneizeitpunkte hin, während negative Zahlen die Tage des verfrühten Einschneiens darstellen. Die Extremwerte: Im Winter 1987/88 hat es erst am 22. Jänner eingeschneit, während sich 1995/96 und 2007/08 bereits am 03. November die Winterschneedecke bilden konnte. Die Spannweite der Einschneizeitpunkte beträgt 80 Tage.

Anm.: Die Fachbezeichnung „Beginn der Winterdecke“ beschreibt den Beginn der längsten zusammenhängenden Schneebedeckungsperiode des Winters. Der Volksmund spricht synonym vom „Einschneien“.

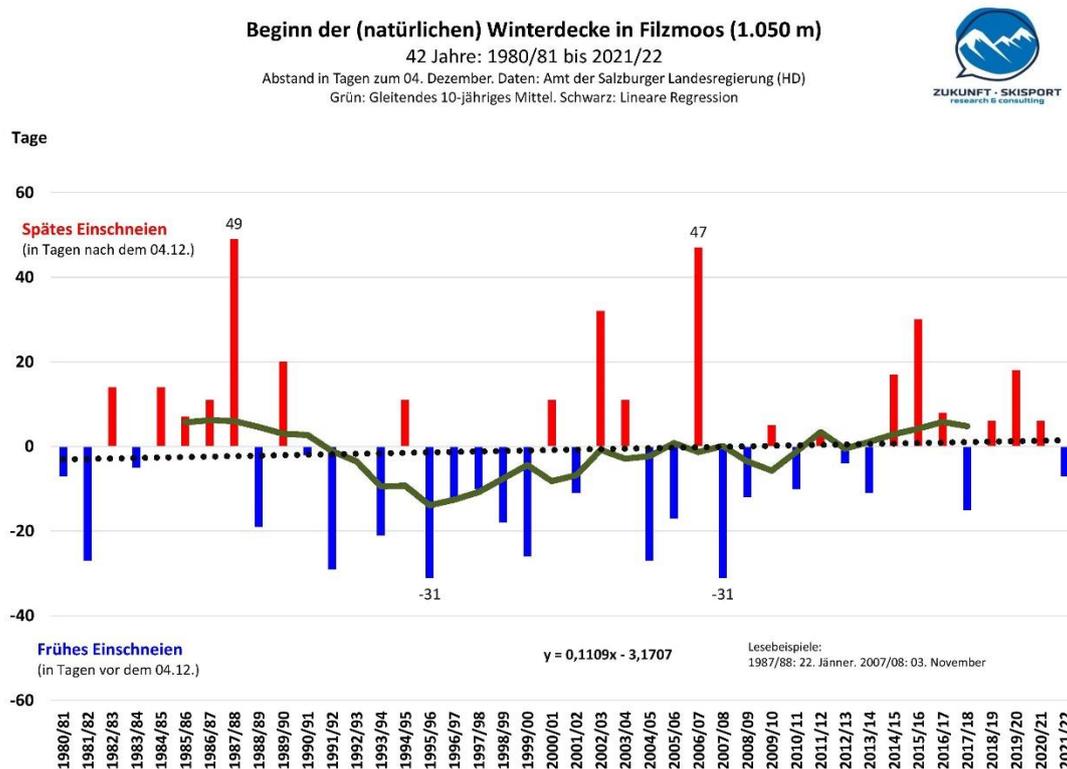


Abb. 15: Der Verlauf der natürlichen Einschneizeitpunkte in Filzmoos von 1980/81 bis 2021/22. Daten: Amt der Salzburger Landesregierung (HD). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt keine großen Schwankungen. Der lineare Trend steigt im Beobachtungszeitraum an und signalisiert einen schwachen Trend zu späteren Einschneizeitpunkten, der aber nicht statistisch signifikant ist. **In Filzmoos hat sich der Beginn der Winterdecke seit 1980/81 nicht statistisch belegbar nach hinten verschoben.**

8.2 „Mitterberg“ (Arthurhaus), Mühlbach am Hochkönig

Die sogenannten „Ombrometer-Rapporte“ vom Mitterberg (Mühlbach am Hochkönig) gehören zu den ältesten geschlossenen Winteraufzeichnungen von Österreich. Die seit 1900/01 täglich durchgeführten Wetterbeobachtungen am Mitterberg (Arthurhaus) haben lediglich eine zweijährige Unterbrechung erfahren (1976 – 1978). Diese Lücke konnte durch die Beobachtungen des Lawinenwarndienstes des Landes Salzburg geschlossen werden (vgl. GOLDBERGER 1992).

Das Datenmaterial ist laut Univ.-Doz. Dr. Josef Goldberger (persönliches Interview) bei den jährlich größten Schneehöhen seit 1900/01 und bei der jährlichen Anzahl der Tage mit Winterdecke seit 1902/03 brauchbar. Daten zu den jährlichen Neuschneesummen liegen nicht vor.

Die Messungen – derzeit im Auftrag des LWD Salzburg – erfolgen seit Generationen täglich durch die Familie Radacher am Arthurhaus.

Die Seehöhe des Messfeldes (1.503 m) liegt auf typischen Almenniveau und entspricht in etwa der mittleren Seehöhe der Berg- und Talstationen in den Pongauer Skigebieten.



Abb. 16: Das Schneemessfeld des Lawinenwarndienstes Salzburg am Mitterberg (Arthurhaus). Im Hintergrund liegt der Hochkönig im Nebel. Foto: Peter Radacher junior.

Jährlich größte Schneehöhen

Die Abbildung 17 zeigt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen am Mitterberg (Arthurhaus) von 1900/01 bis 2021/22. Bei einer Zeitspanne von 122 Jahren beträgt der Mittelwert 189 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1943/44 mit 375 cm und 1929/30 mit lediglich 68 cm Schneehöhe. Das Maximum des Winters 2018/19 war die viertgrößte Schneehöhe, welche in den vergangenen 121 Jahren aufgezeichnet wurde.

Standardabweichung: 55 cm

Spannweite: 307 cm

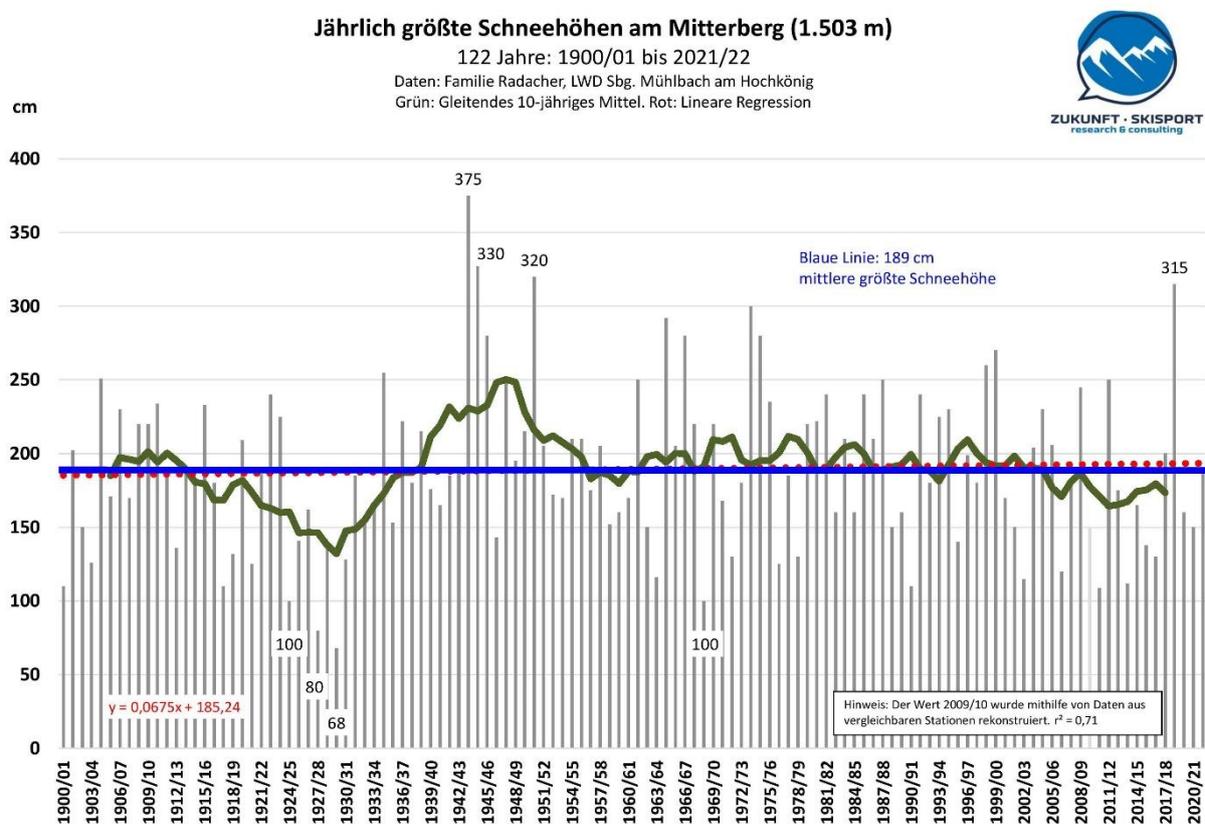


Abb. 17: Die jährlich größten Schneehöhen am Mitterberg (Arthurhaus) von 1900/01 bis 2021/22. Daten: LWD Sbg., Univ.-Doz. Dr. Josef Goldberger bzw. Familie Radacher. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt eine Phase mit auffallend geringen Schneehöhen in den 1920er-Jahren.

Die Trendlinie steigt an, jedoch ohne statistische Signifikanz. **Am Arthurhaus haben sich die jährlich größten Schneehöhen seit 1900/01 nicht statistisch belegbar verändert.**

Dauer der natürlichen Winterdecke

Die Abbildung 18 zeigt den Verlauf der Dauer der Winterdecke (in Tagen) am Mitterberg (Arthurhaus) von 1902/03 bis 2021/22. Bei einer Zeitspanne von 120 Jahren beträgt der Mittelwert 169 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1974/75 mit 243 Tagen und 1920/21 mit lediglich 75 Tagen. Die fehlenden Werte von 2009/10 bis 2012/13 wurden mithilfe vergleichbarer Messreihen rekonstruiert.

Standardabweichung: 29 Tage

Spannweite: 168 Tage

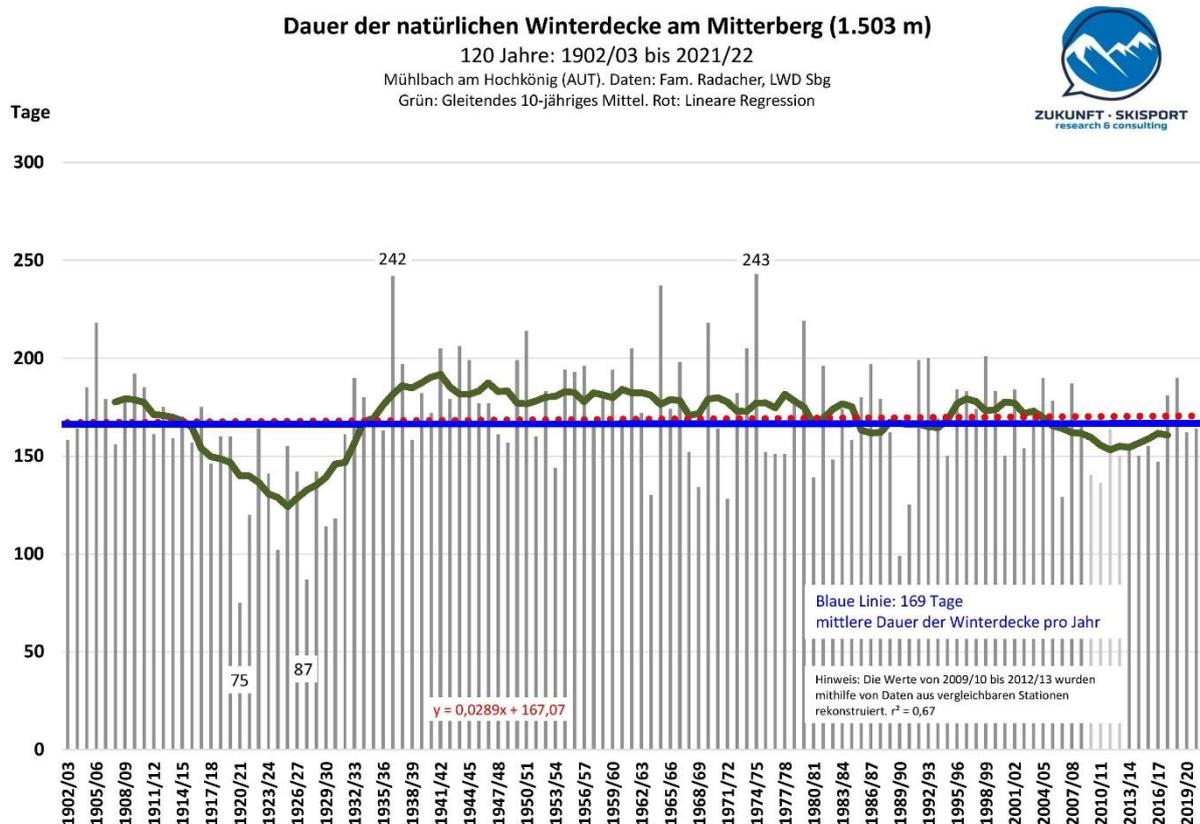


Abb. 18: Die Dauer der Winterdecke am Mitterberg (Arthurhaus) von 1902/03 bis 2021/22. Daten: LWD Sbg., Univ.-Doz. Dr. Josef Goldberger bzw. Familie Radacher. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt eine Phase mit auffallend kurzen Winterdecken in den 1920er-Jahren.

Die Trendlinie steigt an, jedoch ohne statistische Signifikanz. **Am Arthurhaus (Mitterberg) hat sich die Dauer der Winterdecke seit 1902/03 nicht statistisch belegbar verändert.**

Anm.: Die Winterdecke ist als die längste Periode mit ununterbrochener Schneebedeckung pro Wintersaison definiert. Sie endet mit dem erstmaligen Ausapern des Schneemessfeldes im Frühjahr.

8.3 Flachau

Die Schneedaten aus Flachau werden vom Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischen Dienst) erhoben. Die Daten gehen bis zum Winter 1899/1900 zurück, erscheinen aber in weiten Passagen nicht plausibel und weisen häufig Lücken auf.

In dieser Studie werden deshalb lediglich die Werte ab 1982 dargestellt. Wir müssen bei den Schneedaten aus Flachau auf den Ist-Zustand der Schneeparameter zurückgreifen. Die Betrachtung der historischen Entwicklung ist empirisch nicht haltbar.

Mit 01. Jänner 2022 wurden die Beobachtungen in Flachau eingestellt.

Seehöhe des Messfeldes: 910 m



Abb. 19: Abendstimmung in Flachau. Foto: Martin Lugger – TVB Flachau.

Jährlich größte Schneehöhen

Die Abbildung 20 beschreibt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. Bei einer Zeitspanne von 39 Jahren beträgt der Mittelwert 55 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1987/88, 2011/12 und 2018/19 mit jeweils 90 cm bzw. 1988/89 mit lediglich 20 cm Schneehöhe.

Standardabweichung: 21 cm

Spannweite: 70 cm

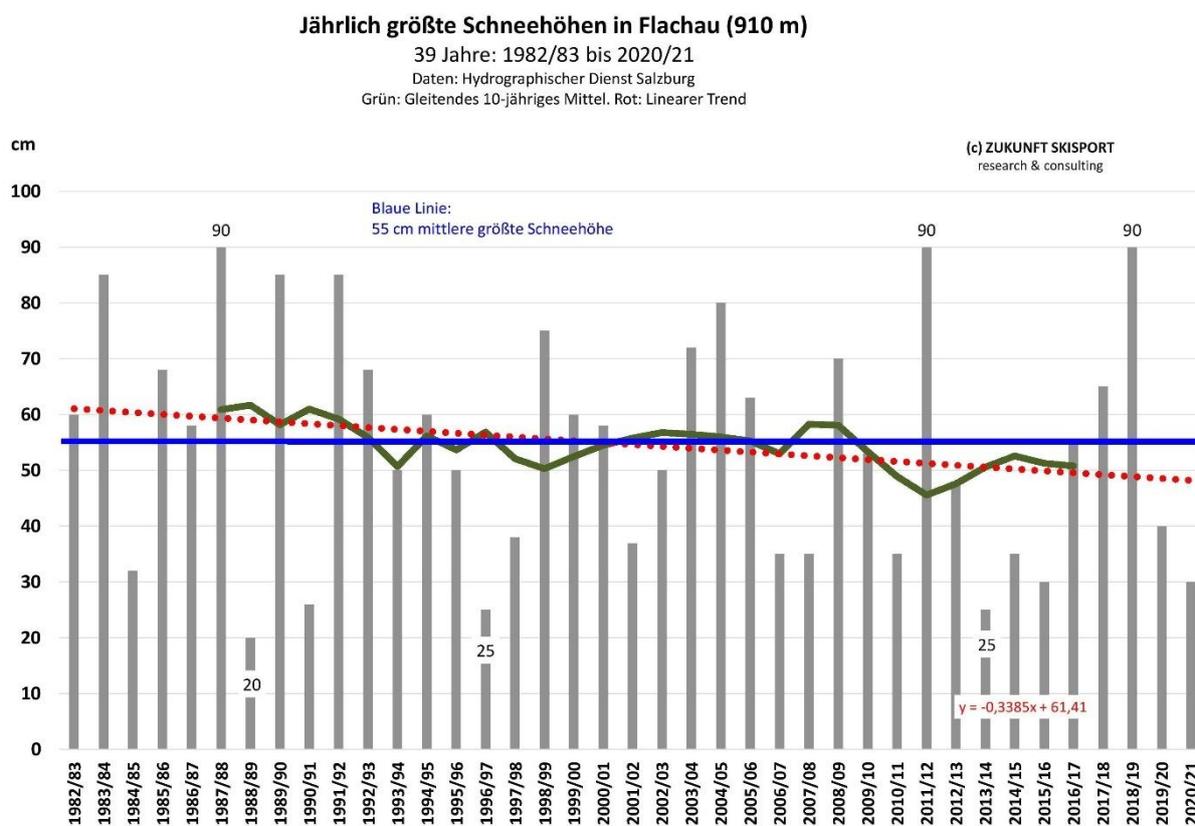


Abb. 20: Die jährlich größten Schneehöhen in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. Daten: HD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt wie der lineare Trend (rot punktiert) eine leicht sinkende Tendenz. Trotzdem muss auf die Kürze der Messreihe hingewiesen werden, die wenig Raum für statistische Schlüsse bietet.

Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr

Die Abbildung 21 beschreibt die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. In diesem Zeitraum (39 Jahre) beträgt der Mittelwert 118 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1991/92 mit 160 Tagen sowie 2006/07 mit lediglich 64 Tagen mit Schneebedeckung.

Standardabweichung:

20 Tage

Spannweite:

96 Tage

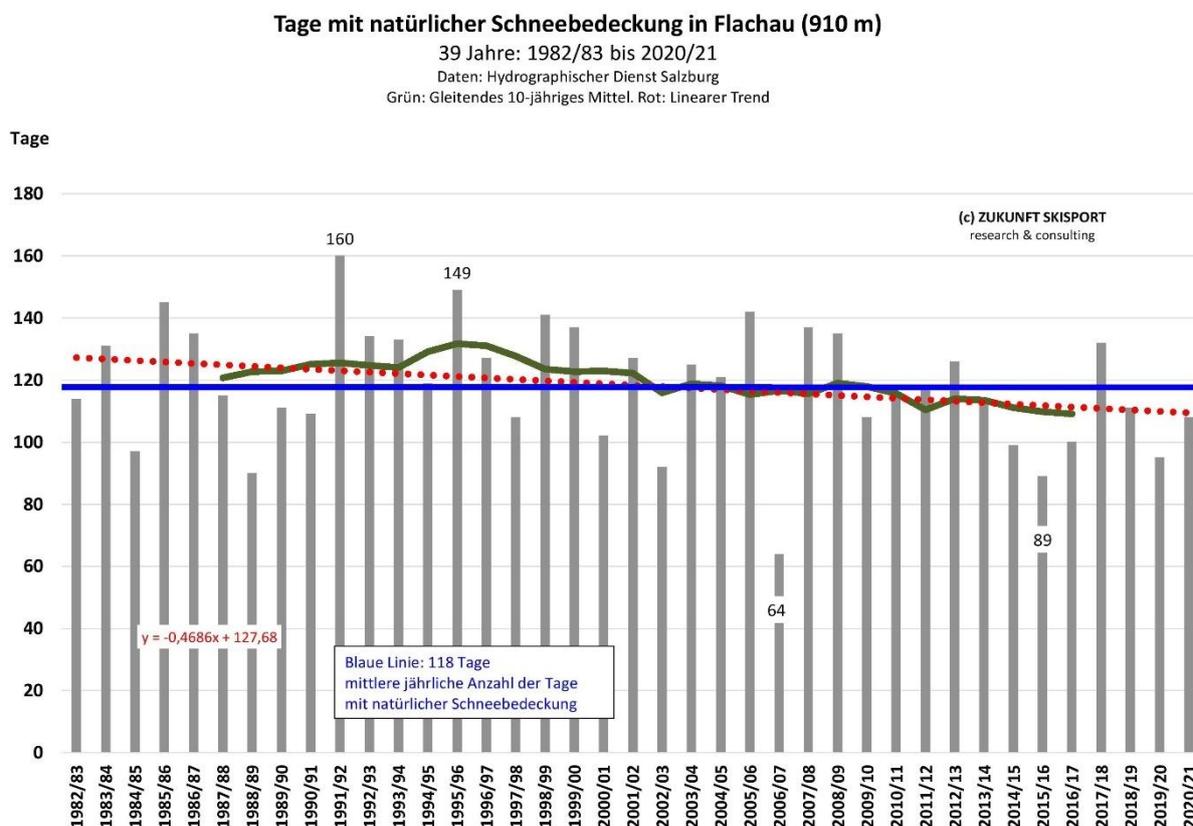


Abb. 21: Die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. Daten: HD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) und der lineare Trend (rot punktiert) zeigen einen leicht sinkenden Verlauf. Trotzdem muss auf die Kürze der Messreihe hingewiesen werden, die wenig Raum für statistische Schlüsse zulässt.

Beginn der Winterdecke („Einschneien“)

Abbildung 22 zeigt die Zeitpunkte des „Einschneiens“ in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. In diesem Zeitraum (39 Jahre) fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 12. Dezember. Positive Werte im Chart weisen auf spätere Einschneizeitpunkte hin, während negative Zahlen die Tage des verfrühten Einschneiens darstellen. Die Extremwerte: Im Winter 1992/93 hat es erst am 26. Jänner eingeschneit, während sich ein Jahr davor (1991/92) bereits am 05. November die Winterschneedecke bilden konnte.

Standardabweichung: 21 Tage

Spannweite: 82 Tage

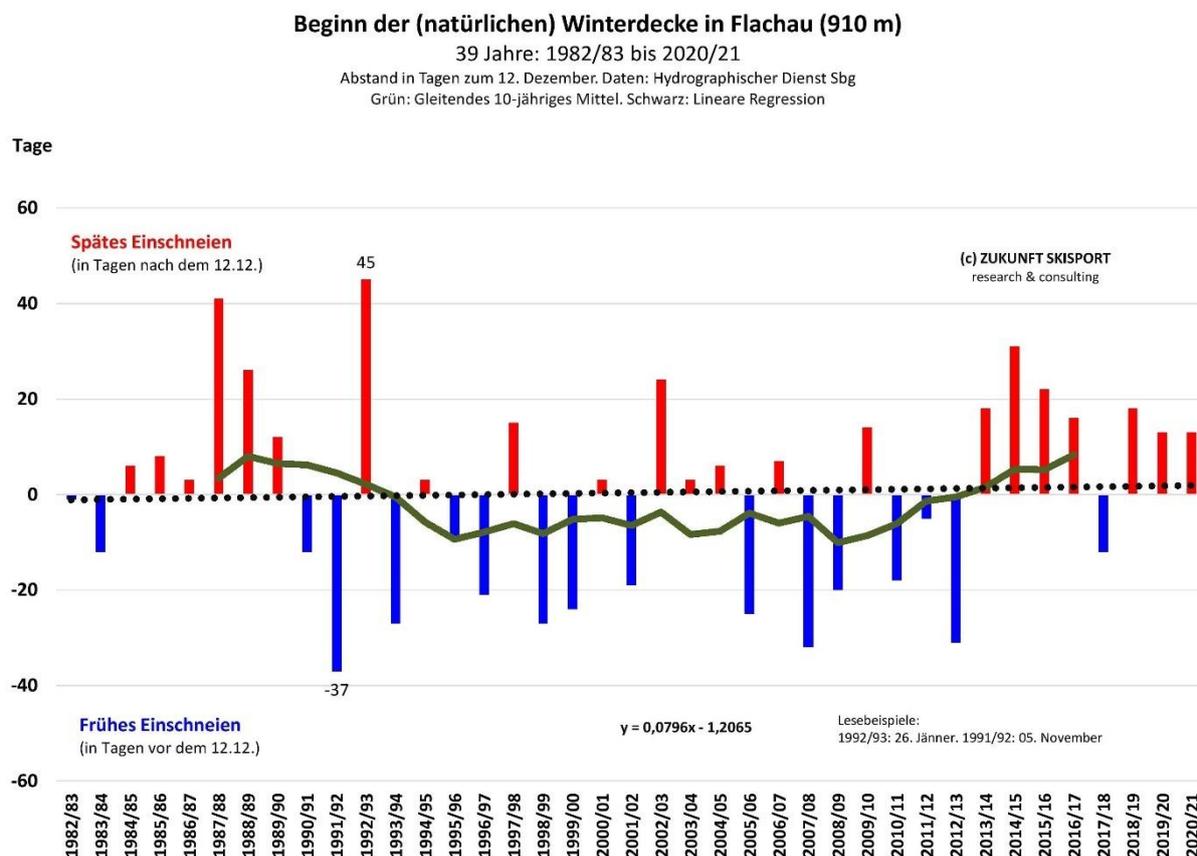


Abb. 22: Der Verlauf der natürlichen Einschneizeitpunkte in Flachau von 1982/83 bis 2020/21. Daten: Hydrographischer Dienst Salzburg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt keine großen Schwankungen. Die lineare Regression verläuft gleichbleibend. **In Flachau hat sich der Beginn der Winterdecke seit 1982/83 nicht statistisch belegbar verschoben.**

8.4 Großarl

Die Schneedaten aus Großarl werden vom Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischen Dienst) erhoben.

Die Daten gehen lückenlos und ohne Standort- sowie Beobachterwechsel bis zum Winter 1975/76 zurück. Die Beobachter genießen beim Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischer Dienst) einen hervorragenden Ruf und gelten als akribische Datenerheber.

Seehöhe des Messfeldes: 890 m



Abb. 23: Abendstimmung in Großarl. © www.salzburger-bergadvent.at

Jährlich größte Schneehöhen

Die Abbildung 24 beschreibt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. Bei einer Zeitspanne von 47 Jahren beträgt der Mittelwert 62 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 2018/19 mit 128 cm bzw. 1984/85 mit lediglich 25 cm Schneehöhe.

Standardabweichung: 24 cm

Spannweite: 103 cm

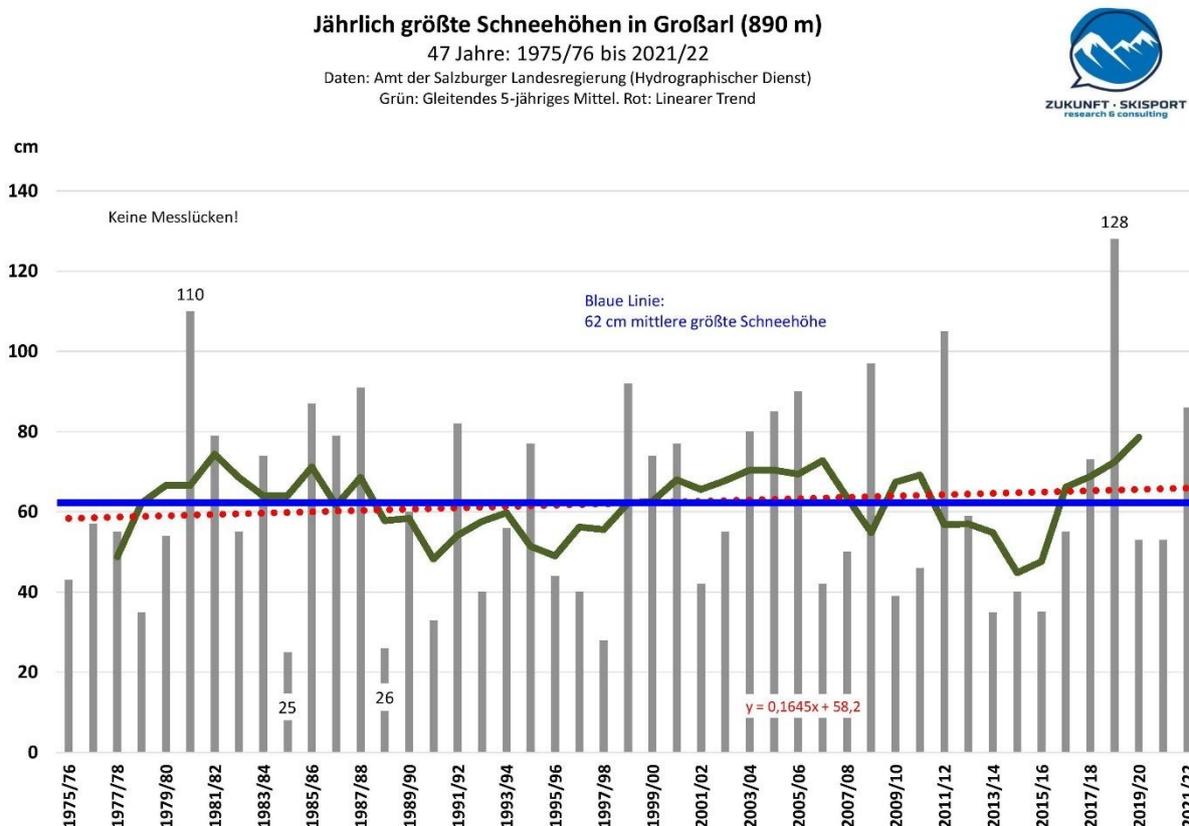


Abb. 24: Die jährlich größten Schneehöhen in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. Daten: HD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 5-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt nur geringe Schwankungen, der lineare Trend (rot punktiert) keinen eindeutigen Trend.

In Großarl haben sich die jährlich größten Schneehöhen seit 1975/76 nicht statistisch belegbar verändert.

Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr

Die Abbildung 25 beschreibt die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. In diesem Zeitraum (47 Jahre) beträgt der Mittelwert 118 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1991/92 mit 150 Tagen sowie 2006/07 mit lediglich 75 Tagen mit Schneebedeckung.

Standardabweichung:

19 Tage

Spannweite:

75 Tage

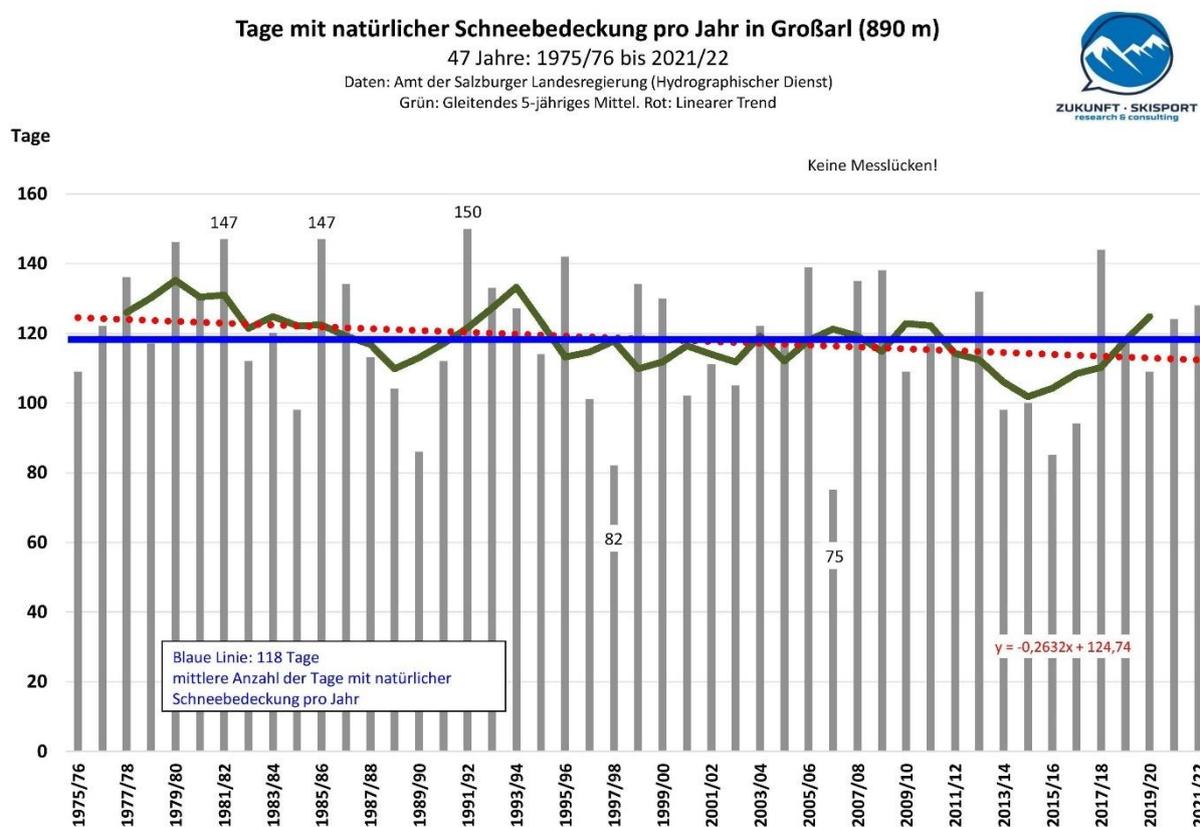


Abb. 25: Die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. Daten: HD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 5-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt nur geringe Schwankungen. Der lineare Trend (rot punktiert) sinkt leicht ab, dieser Trend ist allerdings nicht statistisch signifikant.

In Großarl hat sich die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr seit 1975/76 nicht statistisch belegbar verändert.

Neuschneesummen pro Messjahr

Die Abbildung 26 beschreibt die Summe der täglichen Neuschneehöhen pro Messjahr in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. In diesem Zeitraum (47 Jahre) beträgt der Mittelwert 268 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1981/82 mit 457 cm sowie 2009/10 mit lediglich 137 cm Neuschneesumme.

Standardabweichung:

81 cm

Spannweite:

320 cm

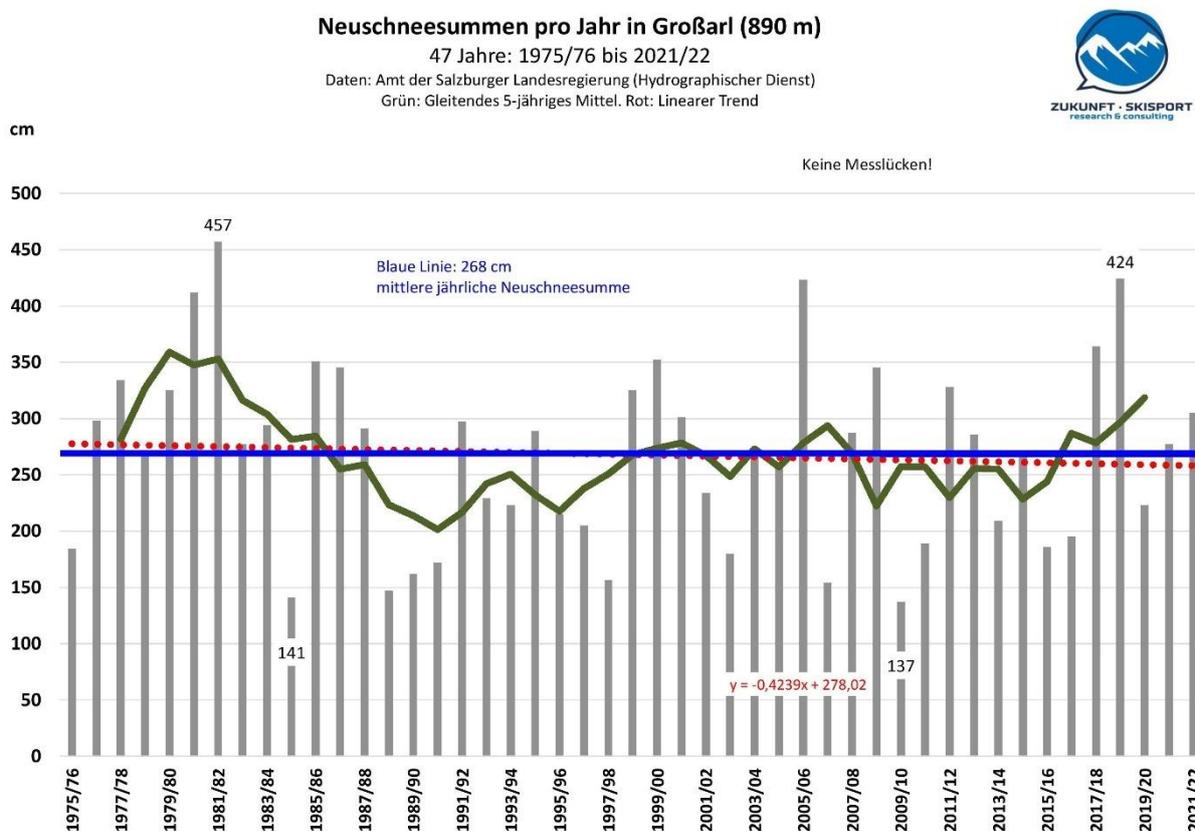


Abb. 26: Die Summe der täglichen Neuschneehöhen pro Messjahr in Großarl von 1975/76 bis 2020/21. Daten: HD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 5-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt nur geringe Schwankungen. Der lineare Trend (rot punktiert) sinkt leicht ab, dieser Trend ist allerdings nicht statistisch signifikant.

In Großarl hat sich die Summe der täglichen Neuschneehöhen pro Messjahr seit 1975/76 nicht statistisch belegbar verändert.

Beginn der Winterdecke („Einschneien“)

Abbildung 27 zeigt die Zeitpunkte des „Einschneiens“ in Großarl von 1980/81 bis 2020/21. In diesem Zeitraum (42 Jahre) fällt der Beginn der Winterdecke im Mittel auf den 09. Dezember. Positive Werte im Chart weisen auf spätere Einschneizeitpunkte hin, während negative Zahlen die Tage des verfrühten Einschneiens darstellen. Die Extremwerte: Im Winter 2014/15 hat es erst am 24. Jänner eingeschneit, während sich 2007/08 bereits am 10. November die Winterdecke bilden konnte.

Standardabweichung: 20 Tage

Spannweite: 75 Tage

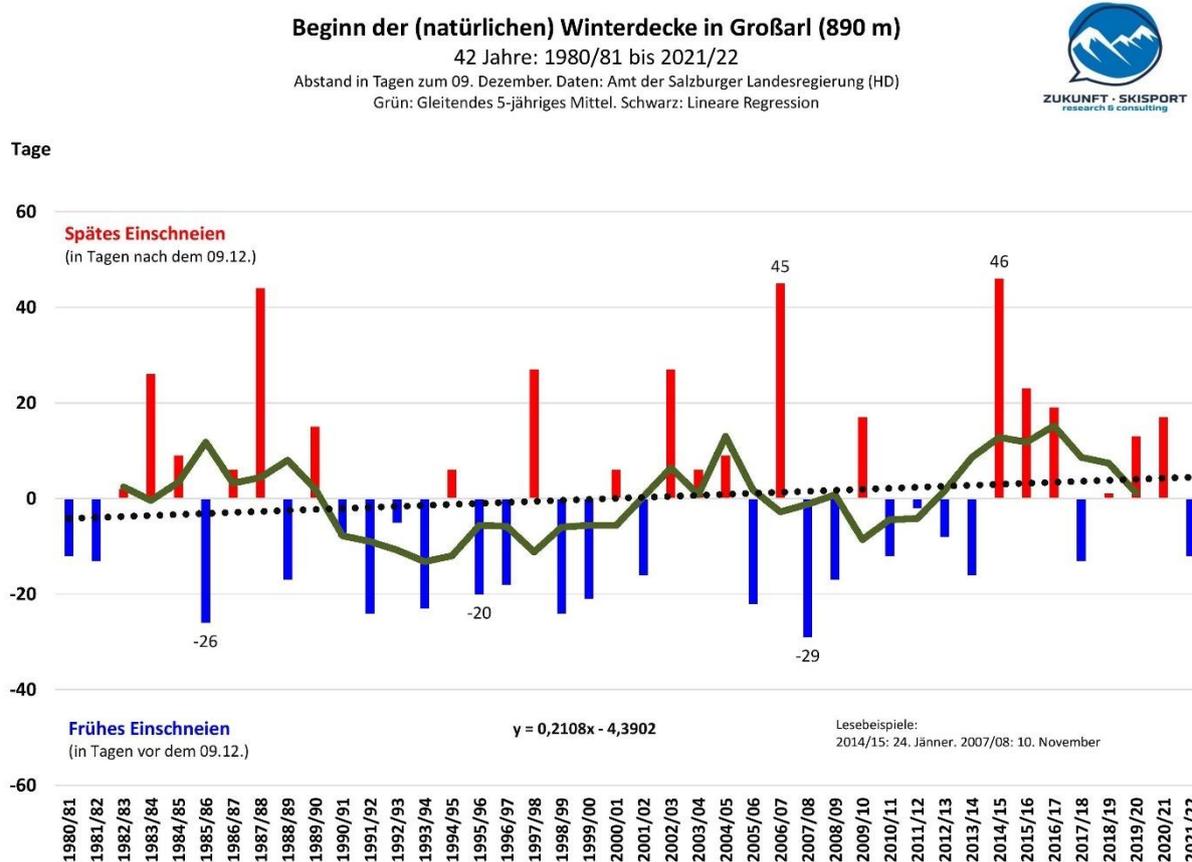


Abb. 27: Der Verlauf der natürlichen Einschneizeitpunkte in Großarl von 1980/81 bis 2020/21. Daten: Hydrographischer Dienst Salzburg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Das gleitende 5-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt keine großen Schwankungen. Die lineare Regression verläuft leicht ansteigend, jedoch ohne statistische Signifikanz. **In Großarl hat sich der Beginn der Winterdecke seit 1980/81 nicht statistisch belegbar verschoben.**

8.5 Zauchensee

Die Schneedaten aus Zauchensee gehen bis zum Winter 1993/94 zurück und werden vom Lawinenwarndienst Salzburg gesammelt. Die Mächtigkeit der Schneedecke („Gesamt-schneehöhe“) wird automatisiert im Bereich Gamskogel gemessen. Die Neuschneehöhen werden täglich per Hand im Bereich der Talstation erfasst.

Seehöhe der Messfelder:

:: Gamskogel (1.855 m) – automatisierte Messung der Gesamtschneehöhe

:: Zauchensee Tal (1.350 m) – Messung der täglichen Neuschneehöhe per Hand

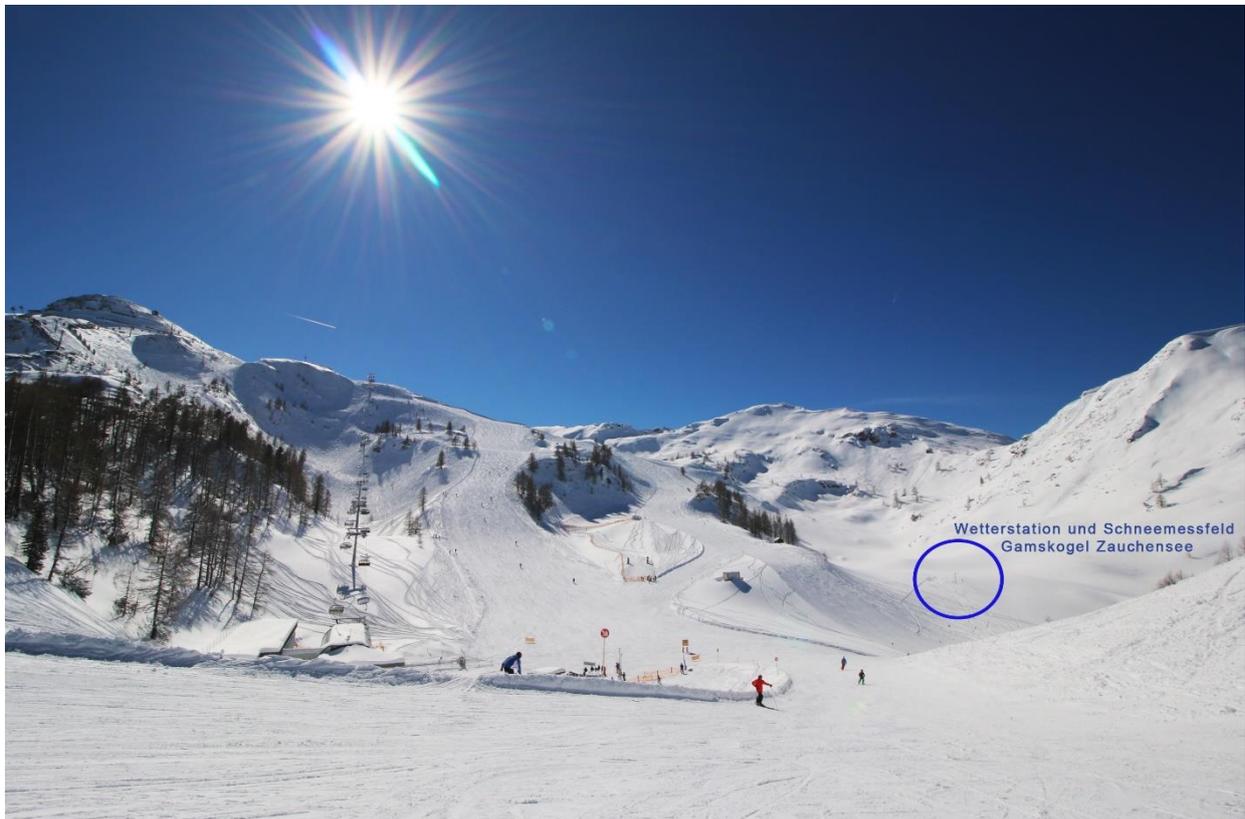


Abb. 28: Das Schneemessfeld des LWD Salzburg beim „Jägersprung“ im Bereich des Gamskogels. Foto: Zauchensee Liftgesellschaft.

Jährlich größte Schneehöhen in Zauchensee (Gamskogel, 1.855 m)

Die Abbildung 29 zeigt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen in Zauchensee (Gamskogel) von 1993/94 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (29 Jahre) liegt die mittlere größte Schneehöhe bei 191 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 2018/19 mit 280 cm und 2010/11 mit lediglich 84 cm Schneehöhe.

Standardabweichung: 41 cm

Spannweite: 196 cm

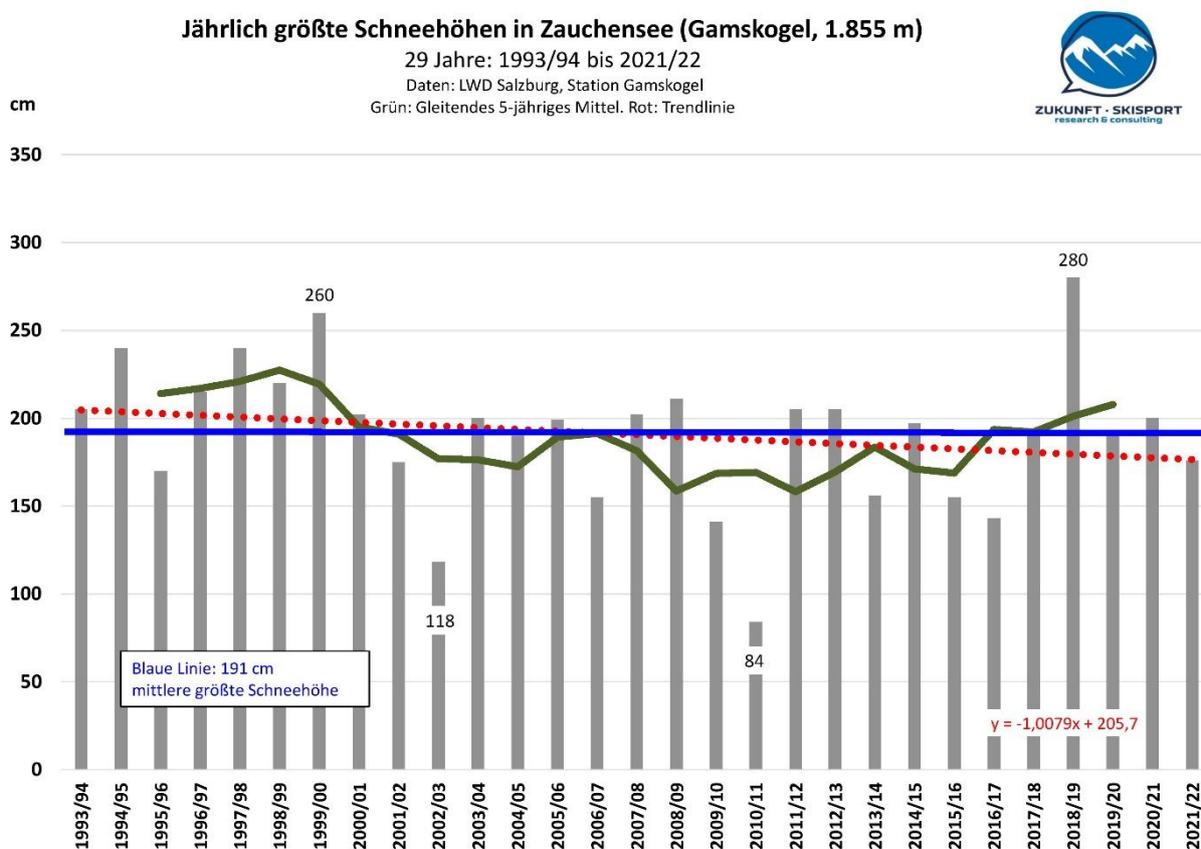


Abb. 29: Die jährlich größten Schneehöhen in Zauchensee (Gamskogel) von 1993/94 bis 2021/22. Daten: LWD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Aktuell zeigt sich ein gleichbleibender Trend. Die Messreihe scheint aber zu kurz für seriöse statistische Schlussfolgerungen zu sein. Das langjährige Mittel der jährlich größten Schneehöhen (blaue Linie) zeigt mit einer Höhe von 191 cm einen beachtlichen Schneereichtum.

Neuschneesummen in Zauchensee (Talstation, 1.350 m)

Die Abbildung 30 beschreibt den Verlauf der Neuschneesummen in Zauchensee (Talstation der Seilbahn) in den Monaten Dezember bis April von 1993/94 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (29 Jahre) beträgt der Mittelwert 620 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 2018/19 mit 970 cm und 2006/07 mit lediglich 377 cm Neuschnee.

Standardabweichung: 153 cm

Spannweite: 593 cm

Anm.: Der Zeitraum der Messungen ist unregelmäßig und kurz. Die Messungen für den LWD Salzburg erfolgen ausschließlich während der Skisaison. Sie beginnen folglich nicht mit den ersten Schneefällen, sondern erst Anfang Dezember, und enden meist kurz nach Ostern. Frühe und späte ergiebige Schneefälle (z. B. im November oder Anfang Mai) sind in dieser Statistik nicht enthalten. Es ist daher zu erwarten, dass die tatsächlichen jährlichen Neuschneesummen in Zauchensee bedeutend höher ausfallen müssen.

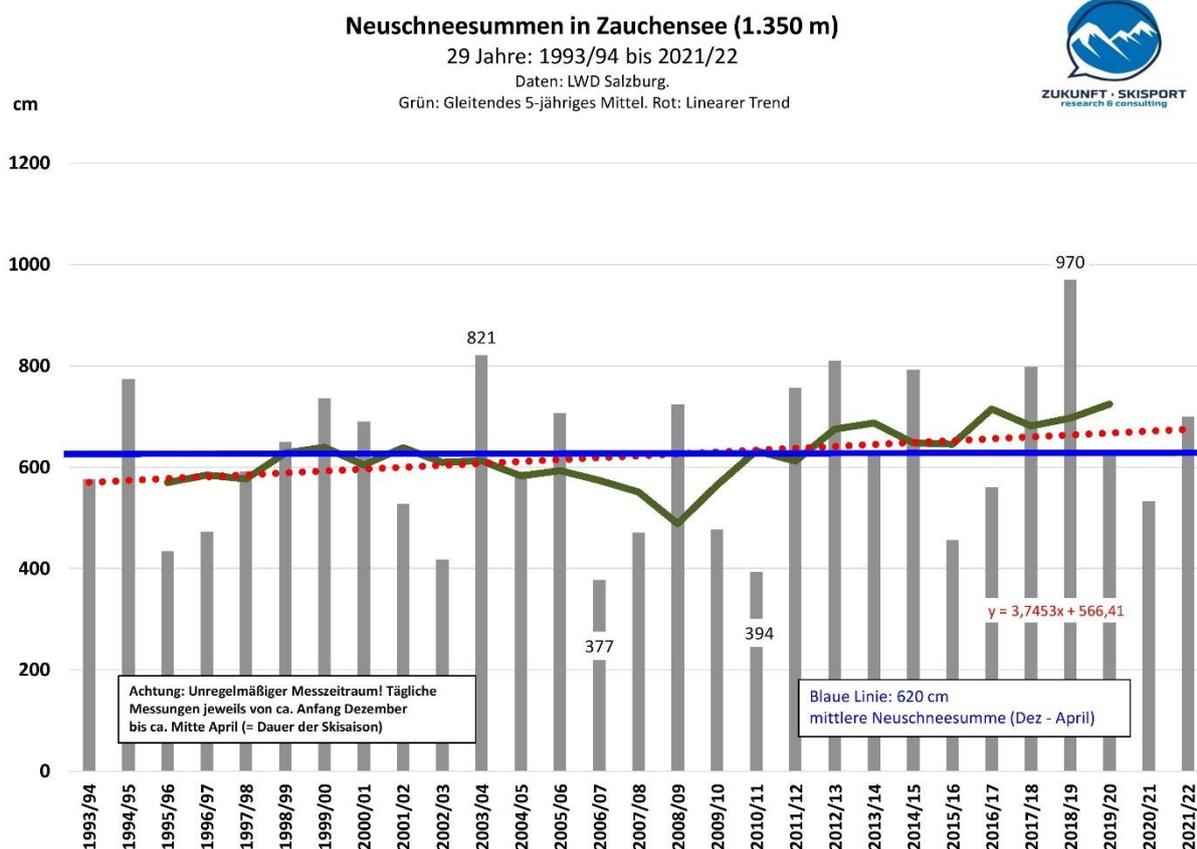


Abb. 30: Die Neuschneesummen (Dezember bis April) in Zauchensee von 1993/94 bis 2021/22. Daten: LWD Sbg. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Statistische Schlussfolgerungen sind aus dieser Messreihe mit erheblicher Vorsicht zu ziehen. Fest steht allerdings, dass die Neuschneesummen im Kernwinter weder deutlich zu- noch abgenommen haben (grüne Kurve).

8.6 Saalfelden am Steinernen Meer

Die Schneedaten aus Saalfelden werden vom Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischen Dienst) erhoben.

Die Daten gehen lückenlos und ohne Standort- sowie Beobachterwechsel bis zum Winter 1970/71 zurück. Der Beobachter – DI Horst Nöbl - genießt beim Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischer Dienst) einen hervorragenden Ruf – nicht nur als Beobachter von Schnee und Niederschlag, sondern auch der Phänologie (z.B. gibt es die Zeitpunkte der Apfelblüte in seinem Garten von 1970/71 bis zur Gegenwart).

Seehöhe des Messfeldes: 770 m

Anm.: Die Seehöhe des Messfeldes entspricht in etwa der Seehöhe der Talböden im Ennspongau.



Abb. 31: Das Schneemessfeld des Hydrographischen Dienstes Salzburg in Saalfelden mit dem Beobachter DI Horst Nöbl. Foto: ZUKUNFT SKISPORT

Jährlich größte Schneehöhen

Die Abbildung 32 zeigt den Verlauf der jährlich größten Schneehöhen in Saalfelden von 1970/71 bis 2021/22. Bei einer Zeitspanne von 52 Jahren beträgt der Mittelwert 71 cm. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 2004/05 und 2011/12 mit jeweils 135 cm sowie 1971/72 und 1997/98 mit jeweils lediglich 25 cm Schneehöhe. Es gibt keine Datenlücken.

Standardabweichung: 31 cm

Spannweite: 110 cm

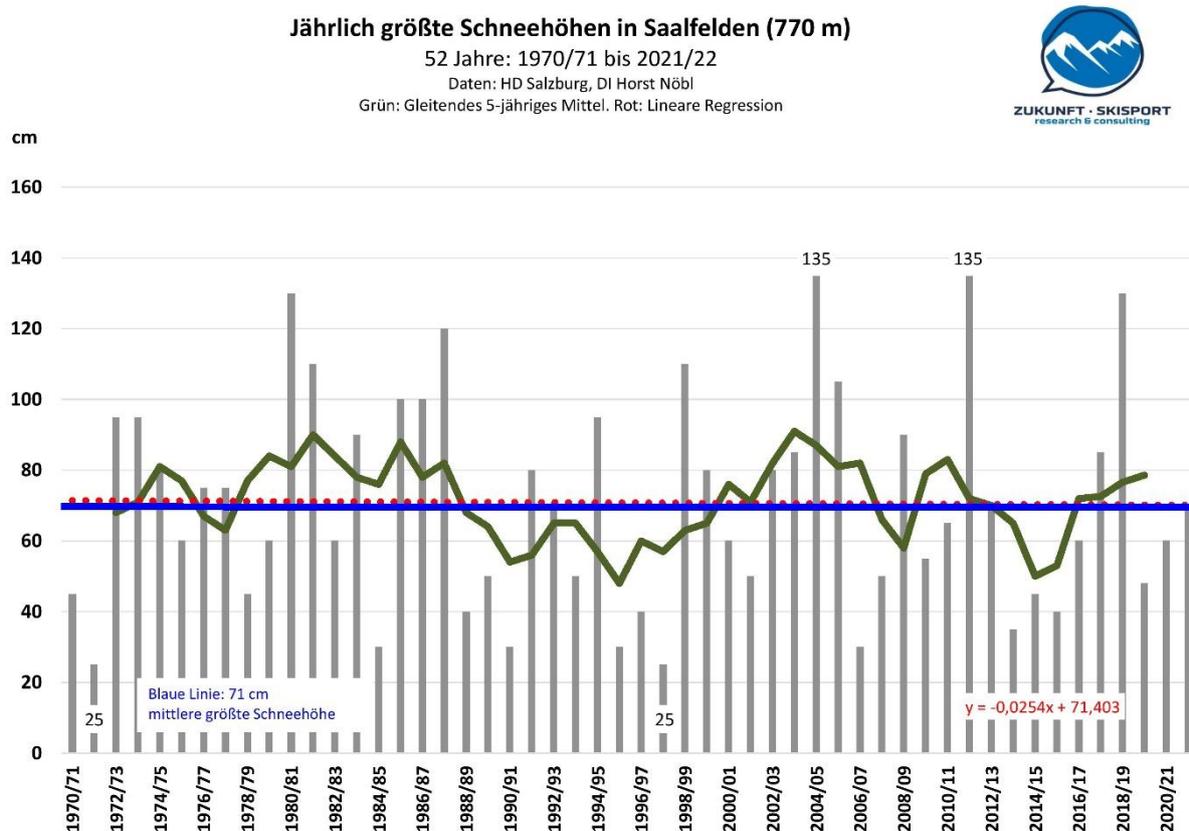


Abb. 32: Die jährlich größten Schneehöhen in Saalfelden von 1970/71 bis 2021/22.

Daten: Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischer Dienst) bzw. DI Horst Nöbl.

Das gleitende 5-jährige Mittel (grüne Kurve) beschreibt Wellenbewegungen. Auffallend ist die hohe Variabilität der Einzeljahre. Die Trendlinie (rot punktiert) ist ohne statistisch signifikante Veränderung.

Die jährlich größten Schneehöhen in Saalfelden haben sich seit 1970/71 nicht statistisch belegbar verändert.

Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr

Die Abbildung 33 zeigt die Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Saalfelden von 1970/71 bis 2021/22. In diesem Zeitraum (52 Jahre) beträgt der Mittelwert 118 Tage. Die Extremwerte in der Messreihe finden sich 1972/73 mit 164 und 2013/14 mit lediglich 62 Tagen.

Standardabweichung: 23 Tage

Spannweite: 102 Tage

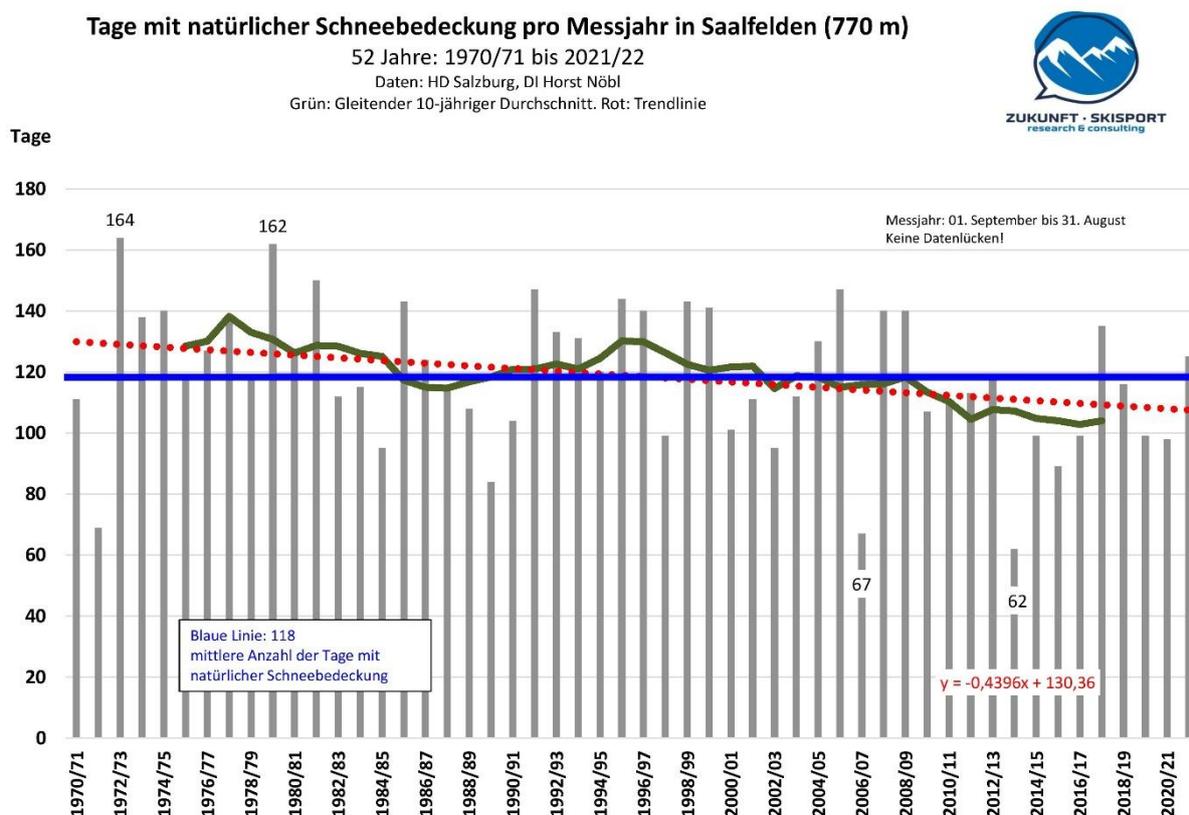


Abb. 33: Die Anzahl der Tage mit natürlicher Schneebedeckung pro Messjahr in Saalfelden von 1970/71 bis 2021/22. Daten: Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischer Dienst) bzw. DI Horst Nöbl.

Das gleitende 10-jährige Mittel (grüne Kurve) zeigt einen kontinuierlichen Trend zur Verkürzung der natürlichen Schneebedeckungsperioden.

Die Trendlinie sinkt statistisch signifikant um etwa 44 Tage pro 100 Jahre. **Die Dauer der Schneebedeckungsperioden hat seit 1970/71 statistisch belegbar abgenommen.**

Anm.: Die Verkürzung der Schneebedeckungsperioden geht mit der (weiteren) Erwärmung der Winter in den Tallagen einher. Siehe dazu die Entwicklung der Wintertemperaturen in Radstadt (S. 13).

8.7 Weitere Stationen

Die Schneemessungen durch die ZAMG in Radstadt wurden im Winter 2013/14 eingestellt.

Die Schneemessungen des Hydrographischen Dienstes in Wagrain wurden im Winter 2014/15 eingestellt.

9 Zur Entwicklung der Skisaisonlängen

Die Entwicklung der Skisaisonlängen hängt von vielen Faktoren ab. Die Beurteilung langjähriger Trends ist komplex und muss für jedes Skigebiet einzeln vorgenommen werden.

Die dominierende Einflussgröße war bis in die 1990er-Jahre die in dieser Studie beschriebene regionalklimatologische Entwicklung – vor allem in Skigebieten, die keine oder lediglich eine gering dimensionierte technische Beschneigung aufweisen. Der Ablauf der Großwetterlagen konnte beispielsweise dazu führen, dass bereits früh in der Saison tief winterliche Verhältnisse herrschten. Als direkte Folge des frühen Winterstarts war eine lange Skisaison wahrscheinlich.

Durch die innovativen Fortschritte der technischen Beschneigung sind die Skisaisonlängen in Österreich und in den deutschen Mittelgebirgen über die vergangenen mehr als 30 Jahre signifikant länger und gleichmäßiger geworden. **Die Entwicklung der Skisaisonlängen hat sich zunehmend von den meteorologischen Rahmenbedingungen entkoppeln können.** Zudem hat die Qualität der Pisten eine markante Steigerung erfahren – vom Beginn der Skisaison bis zu ihrem Ende.

Auch der Ferienkalender hat einen großen Einfluss auf die Skisaisonlängen. Vor allem in den höher gelegenen Skigebieten hängt das Saisonende vielfach mit dem Ostertermin zusammen. Weiters haben in manchen Regionen überregionale Kartenverbände einen Einfluss auf die Entwicklung der Skisaisonlängen.

Natürlich wirken auch betriebswirtschaftliche Entscheidungen auf die geplanten Skisaisonlängen. Der moderne Skibetrieb verursacht hohe variable Kosten. Die Kostentreiber sind vor allem Pistenpräparierung, Energie und Personal. Aus diesem Grund bevorzugen viele Skigebietsbetreiber kompakte Skisaisonen.

Anm.: Im Gegensatz dazu konnte man noch in den 1970er-Jahren eine Maximierung der Skisaisonlängen beobachten – vermutlich aufgrund der damals niedrigen variablen Kosten und/oder aufgrund der damaligen gesellschaftlichen Trends. Heute verzichten teils sogar höhergelegene Skigebiete aus wirtschaftlichen Gründen auf zusätzliche Betriebstage im April. Eine Verlängerung der Skisaisonen wird meist in der Vorsaison angestrebt, ist doch die Nachfrage im Dezember ungleich höher als im April.

9.1 Zauchensee

In Zauchensee konnte man im Schnitt der vergangenen 28 Jahre (1994/95 bis 2021/22) an 146 Tagen Ski fahren. 1999/2000 war mit 165 Skitagen die bislang „längste“ Saison in Zauchensee, während 2014/15 lediglich 132 Skitage möglich waren.

Standardabweichung: 8 Tage

Spannweite: 33 Tage

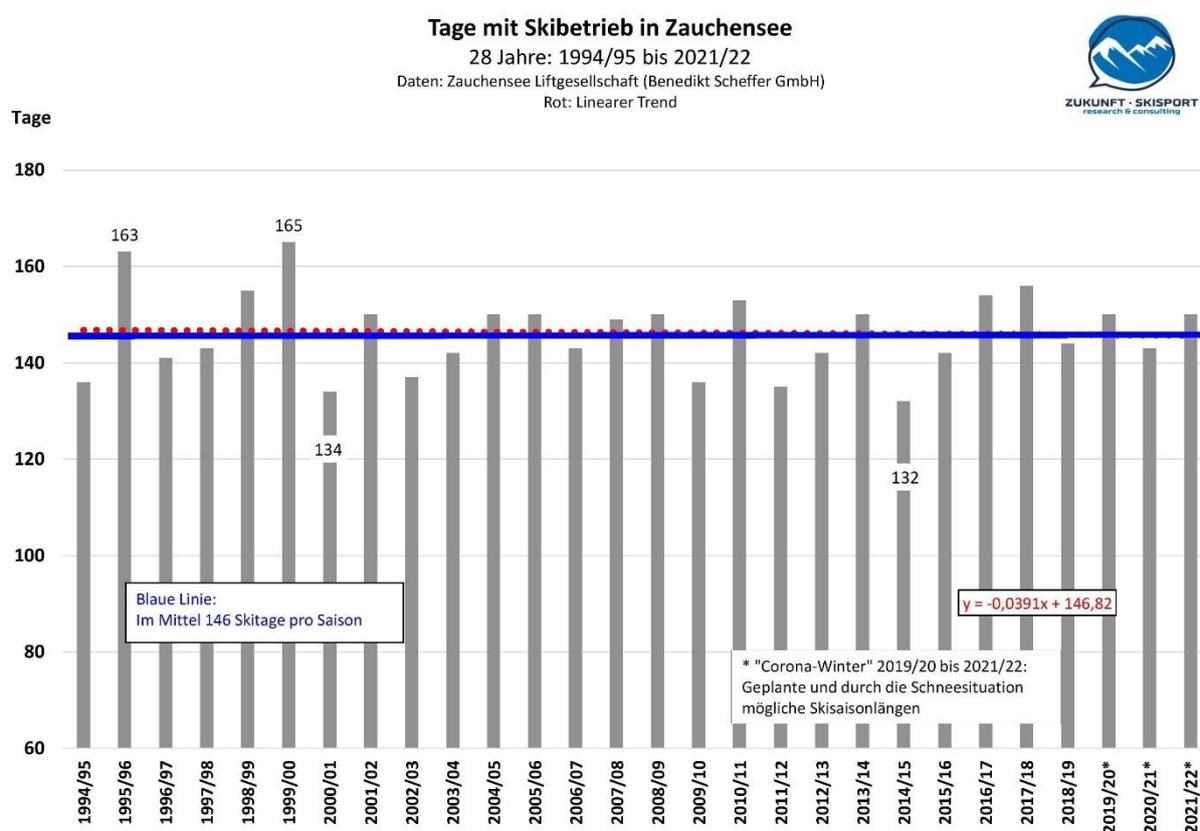


Abb. 34: Die Anzahl der Tage mit Skibetrieb pro Saison in Zauchensee von 1994/95 bis 2021/22. Daten: Zauchensee Liftgesellschaft (B. Scheffer GmbH). Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die geringe Standardabweichung (8 Tage) weist auf erstaunlich gleichmäßige Skisaisonlängen hin. Die Trendlinie (rot punktiert) ist statistisch unverändert.

In Zauchensee hat sich die Anzahl der Tage mit Skibetrieb pro Saison seit dem Winter 1994/95 nicht statistisch belegbar verändert.

9.2 Wagrain

In Wagrain konnte man im Mittel der letzten 37 Jahre (1985/86 bis 2020/21) an 132 Tagen Ski fahren. 2010/11 gab es mit 148 Skitagen den „längsten“ Skiwinter, während 1985/86 und 1990/91 lediglich 114 Skitage möglich waren.

Standardabweichung: 8,5 Tage

Spannweite: 34 Tage

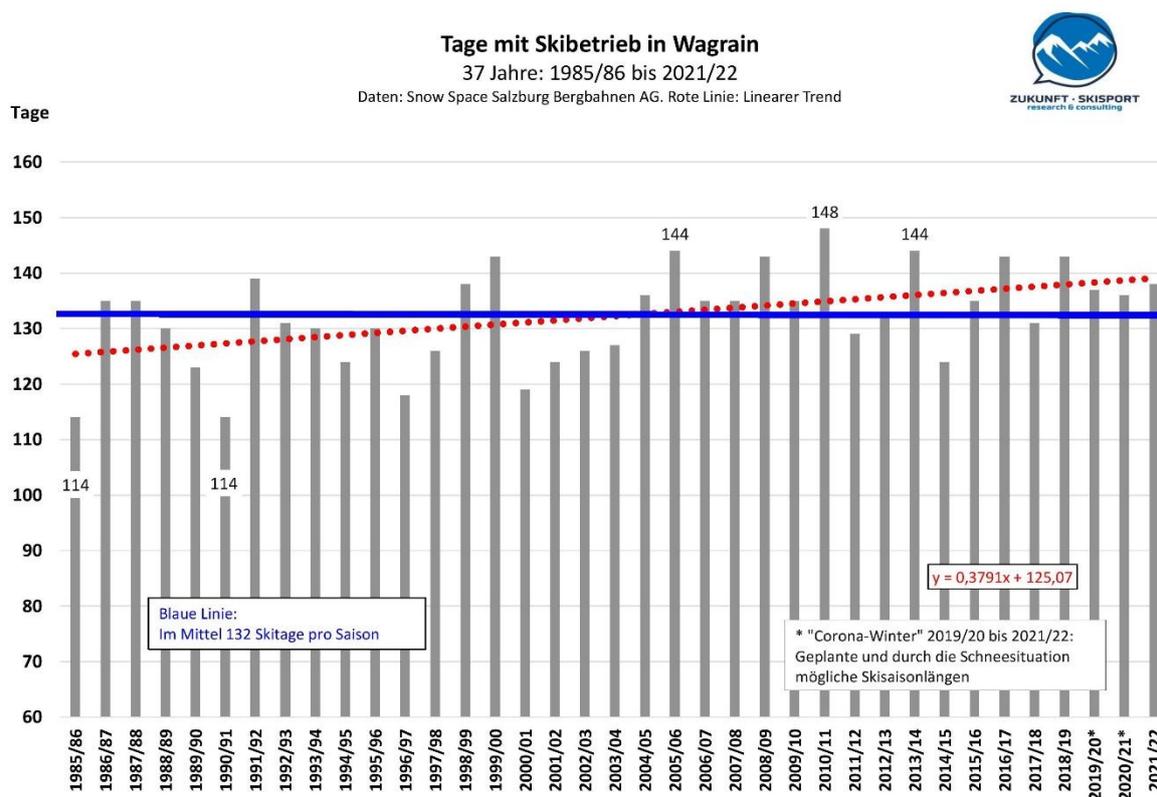


Abb. 35: Die Anzahl der Tage mit Skibetrieb pro Saison in Wagrain von 1985/86 bis 2021/22. Daten: Snow Space Salzburg Bergbahnen AG. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die geringe Standardabweichung (8,5 Tage) weist auf sehr gleichmäßige Skisaisonlängen hin. Die Trendlinie (rot punktiert) zeigt einen statistisch signifikanten Anstieg von 125 auf 139 Tage.

In Wagrain sind die Skisaisonen seit dem Winter 1985/86 statistisch belegbar länger geworden: um 14 Tage.

Anm.: Diese lange Reihe aus Wagrain zeigt deutlich, dass die Variabilität der Skisaisonlängen abgenommen hat. So sind die Ausreißer nach unten weniger ausgeprägt als in den 1980er-Jahren. Durch die Fortschritte bei der technischen Beschneigung hat sich die Entwicklung der Skisaisonlängen weitgehend von den meteorologischen Rahmenbedingungen entkoppelt.

9.3 Flachau

In Flachau konnte man im Mittel der letzten 20 Jahre (2002/03 bis 2021/22) an 137 Tagen Ski fahren. 2010/11 und 2016/17 gab es mit 151 Skitagen die „längsten“ Skiwinter der Messreihe, während 2014/15 lediglich 122 Skitage möglich waren.

Standardabweichung: 7,5 Tage

Spannweite: 29 Tage

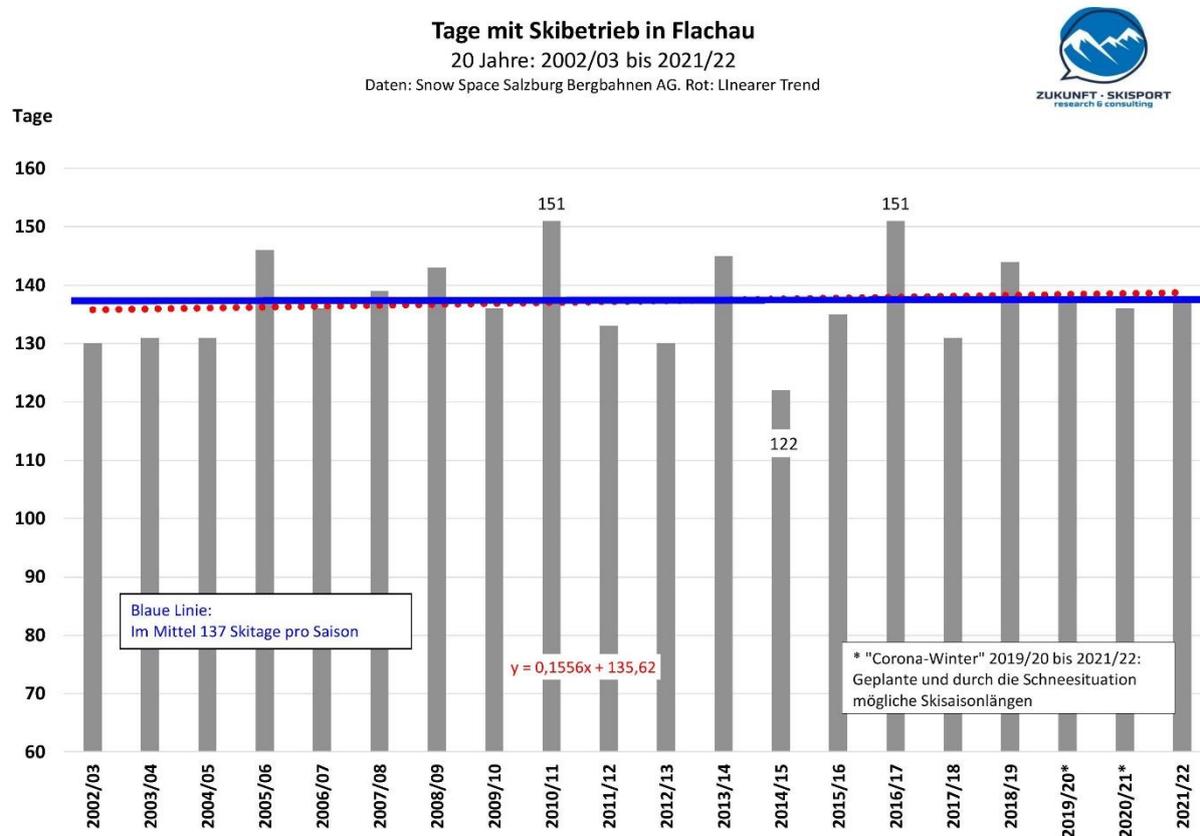


Abb. 36: Die Anzahl der Tage mit Skibetrieb pro Saison in Flachau von 2002/03 bis 2021/22. Daten: Snow Space Salzburg Bergbahnen AG. Grafik: ZUKUNFT SKISPORT

Die geringe Standardabweichung (7,3 Tage) weist auf sehr gleichmäßige Skisaisonlängen hin. Die Trendlinie (rot punktiert) ist statistisch unverändert.

In Flachau hat sich die Anzahl der Tage mit Skibetrieb pro Saison seit dem Winter 2002/03 nicht statistisch belegbar verändert.

11 Gedanken zur technischen Beschneigung

Das größte Missverständnis bei der technischen Beschneigung beginnt bereits beim häufig gebrauchten Terminus „Kunstschnee“. Dieser suggeriert eine „Künstlichkeit“ des Schnees und befeuert Vorstellungen von (chemischen) Zusätzen im Schneiwasser.

1. Woraus besteht der Maschinenschnee?

Technisch betrachtet erfolgt die Herstellung von Maschinenschnee „künstlich“, doch besteht dieser in Österreich ausschließlich aus Wasser und Luft. **Technisch erzeugter Schnee** oder **Maschinenschnee** (engl.: „Man made snow“) ist daher dem Wort „Kunstschnee“ unbedingt vorzuziehen. In Österreich, Deutschland und Südtirol wird auf alle Arten von Wasserzusätzen – wie zum Beispiel „Snomax“ – verzichtet.

2. Von Kanonen und Lanzen

Im Lauf der vergangenen Jahrzehnte haben sich tendenziell unvorteilhafte, weil kriegerisch anmutende Bezeichnungen eingeschliffen: Lanzen und Kanonen. Letztere werden in der Fachwelt „Propellermaschinen“ genannt. Ihre Gebläse werden von Elektromotoren angetrieben und bewirken eine große Auswurfweite, folglich eine lange Flug- und Ausfrierzeit für die Schneekristalle. Diese Propellermaschinen erzeugen je nach Drehzahl und Gebläsetechnik mehr oder weniger Lärm. „Schneilanz“, auch „Giraffen“ genannt, benötigen wegen der großen Höhe des Sprühkopfes über der Piste vor Ort keinen Strom, wenn die Erzeugung der benötigten Druckluft in einer zentralen Kompressorstation erfolgt. Sie arbeiten lärmarm. Aus diesem Grund werden Lanzensysteme häufig in bewohnten Gebieten eingesetzt.

3. Wie entsteht der Maschinenschnee?

Mit den Schneeerzeugern wird der natürliche Schneivorgang nachgeahmt. Bei geeigneten Feuchttemperaturen (siehe Punkt 4) wird Wasser unter Druck durch Düsen zu feinen Tropfen versprüht. Dem Strahl werden im/am Beschneigungsgerät selbst erzeugte Eispartikel als Kerne der Schneekristalle (Nukleation) zugeführt. Dies erfolgt mithilfe von vorgekühlter und sodann entspannter (und daher weiter abgekühlter) Druckluft sowie mit natürlichen, im Schneiwasser enthaltenen Verunreinigungen (Staubpartikeln oder Bakterien). Um diese Eiskeime formen sich

bei allen Arten von Schneeerzeugern die Schneekristalle im Flug zwischen Mündung und Auftreffen am Boden aus. Das Kältepotenzial der Umgebungsluft wird optimal in die Schneeerzeugung eingebunden – zum Beispiel (1) durch Gebläse oder (2) Unterdruck vor dem Düsenkopf. Die leistungsstärksten Propellermaschinen am Markt versprechen eine theoretische Schneeerzeugung von bis zu 120 m³ pro Stunde bei idealen Bedingungen, welche naturgemäß in der Praxis selten vorkommen.

4. Feucht(kugel)temperatur

Die maßgebliche physikalische Limitierung für das technische Beschneien mit Wasser und Luft ist die „**Feuchttemperatur**“ (FT), eine Kombination aus Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Durch die Verdunstung eines (geringen) Teils des versprühten Wassers wird das Schneiwasser abgekühlt, sodass bei trockener Luft „früher“ beschneit werden kann als bei feuchter.

Rechenbeispiele:

$T = \text{minus } 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	relative Luftfeuchtigkeit = 80 %	→ $FT = \text{minus } 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
$T = \text{minus } 3,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	relative Luftfeuchtigkeit = 40 %	→ $FT = \text{minus } 6,1 \text{ } ^\circ\text{C}$
$T = \text{plus } 2,0 \text{ } ^\circ\text{C}$	relative Luftfeuchtigkeit = 30 %	→ $FT = \text{minus } 2,8 \text{ } ^\circ\text{C}$

Aber: Bei intensiver technischer Beschneigung wird lokal die Luftfeuchtigkeit durch Verdunstung eines kleinen Teils des versprühten Wassers angehoben, wodurch sich diese in der Umgebungsluft bis zur Sättigung mit Nebelbildung erhöhen kann.

5. Schneeerzeugung bei Plusgraden

Häufig wird die Frage gestellt, ob die Schneeerzeugung jetzt oder in Zukunft auch bei Plusgraden erfolgen kann. Zwar können herkömmliche Schneeerzeuger bereits seit Jahren Schnee bei leichten Plusgraden erzeugen, wenn die Luftfeuchtigkeit sehr niedrig ist (siehe den Punkt „Feuchttemperatur“). In der Praxis hat das Beschneien in diesem extremen Grenztemperaturbereich wenig Bedeutung, weil die Effizienz der Schneeerzeugung gering ist und die Kosten sowie der Ressourceneinsatz entsprechend hoch ausfallen.

Allerdings gibt es Beschneigungstechnologien, welche völlig losgelöst von der Umgebungstemperatur Schnee produzieren können. Der Schnee wird in einem künstlich kalten Klima im Container erzeugt. Ohne chemische Zusätze kann die Schneeproduktion bei jeder Außentemperatur durchgeführt werden. Diese Systeme (etwa die „Snowfactory“ von Technoalpin oder „Snow4Ever“ von Demaclenko) bieten somit eine temperaturunabhängige Alternative für einen kleinräumigen Bedarf – beispielsweise Übungshänge, Sprungschanzen, Skihallen oder neuralgisch kritische Bereiche. Die

Produktionskosten pro m³ Schnee sind dabei ungleich höher als bei herkömmlichen Schneeerzeugern, während die Tagesproduktionsmengen gering ausfallen.

6. Wasserverbrauch vs. Wassergebrauch

Der häufige Hinweis auf den enormen Wasserverbrauch der technischen Beschneigung ist irreführend. Das Wasser wird **nicht verbraucht, sondern gebraucht**. Das Wasser wird – meist während Wasserüberschusszeiten – aus lokalen Gewässern entnommen und in Speicherseen gepumpt. Diese Seen werden aus Gründen der Energieeffizienz (geodätischer Druck) und der natürlichen Kühlung möglichst hoch im Gelände situiert. Die Pumpleistung zu ihrer Befüllung wird nach Möglichkeit in Energieüberschusszeiten abgerufen. Im Winter wird das Wasser in Form von Schnee auf die Pisten aufgetragen, wo es zwischengespeichert bleibt. Im Frühling schmilzt der Schnee und das Wasser kehrt in den natürlichen Kreislauf zurück. Es ist essenziell, zu verstehen, dass das Wasser nicht verbraucht wird, sondern dem natürlichen Wasserkreislauf erhalten bleibt – so wie der Naturschnee. Bei der technischen Beschneigung verdunstet zwar ein Teil des eingesetzten Wassers, jedoch ist auch dies eine Komponente des natürlichen Wasserkreislaufes. Man bedenke zum Beispiel die enorme Menge an Wasser, welche an einem einzigen sonnigen Sommertag einem See durch Verdunstung entzogen wird.

Beispiel Zell am See und Schmittenhöhe

<i>Fläche Zeller See:</i>	<i>4,6 km²</i>
<i>Verdunstungshöhe an einem Sommertag:</i>	<i>5 mm</i>
<i>Realistische Tagesverdunstungsmenge:</i>	<i>23.000 m³ Wasser</i>

Das heißt, dass der Zeller See an einem einzigen sonnigen Sommertag allein durch Verdunstung eine Menge von 23 Millionen Liter Wasser verliert. Über das gesamte Jahr kann von einer Verdunstungshöhe von rund 600 mm ausgegangen werden. Das entspricht 2,8 Millionen m³. Rechnung: HR Dr. W. Gattermayr.

Der Wasserbedarf für die technische Beschneigung auf der Schmittenhöhe beträgt ca. 500.000 m³ pro Jahr.

Das Wasser für die technische Beschneigung ist im Pinzgau weiterhin reichlich vorhanden – davon zeugen die seit 146 Jahren stabilen Summen der Jahresniederschläge.

7. Energieverbrauch

Beim Energieverbrauch der technischen Beschneigung muss streng zwischen der Anschlussleistung (kW) und dem tatsächlichen Verbrauch (kWh) unterschieden werden. Großen Anschlussleistungen der Anlagen steht die wenig bekannte Tatsache gegenüber, **dass ein durchschnitt-**

licher Schneerzeuger nur etwa 170 Stunden im Jahr eingesetzt wird. Oder anders gesagt: Ein durchschnittlicher Schneerzeuger arbeitet in Summe eine volle Woche im Jahr und steht circa 51 Wochen still. Den Seilbahn- und Liftbetreibern wird dringend empfohlen, für die technische Beschneigung ausschließlich **Ökostrom** zu verwenden. In diesem Fall ist ein Schneerzeuger vergleichbar „sauber“ wie ein Elektroauto. Ohnedies gibt es einige Parallelen zwischen einem Schneerzeuger und einem Elektrofahrzeug. Ein Schneerzeuger hat in etwa die gleiche Anschlussleistung wie ein Elektroauto (16 bis 19 kW) sowie einen ähnlichen jährlichen Stromverbrauch (rund 3 bis 4 MWh). Allerdings sind Schneerzeuger an das Stromnetz angeschlossen und benötigen im Gegensatz zu Elektrofahrzeugen keine Batterien. In dieser Hinsicht sind Schneerzeuger eher mit Schienenverkehrsmitteln vergleichbar.

In den vergangenen Jahrzehnten hat die **Energieeffizienz** der technischen Beschneigung stark zugenommen. Die Produzenten von Schneerzeugern haben sich intensiv damit beschäftigt, die Nukleation zu verbessern und damit eine effizientere Schneerzeugung zu bewirken. Die Starttemperatur der technischen Beschneigung ist näher an die Null-Grad-Grenze herangerückt. Gleichzeitig sinkt der Energiebedarf der Schneerzeuger kontinuierlich und nähert sich den physikalischen Grenzen. Zum Sparen tragen zudem sogenannte Schneehöhenmanagementsysteme bei, dank denen nur noch so viel Schnee wie tatsächlich benötigt produziert wird.

Seilbahn- und Liftbetreiber täten gut daran, in Zukunft einen weit höheren Teil ihres Energiebedarfs als bisher selbst vor Ort zu produzieren – zum Beispiel über Fotovoltaikanlagen oder das Nutzen der Wasserkraft und von Kleinwindanlagen. Die in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegene jährliche Sonnenscheindauer und die großflächigen Fassaden moderner Stationsgebäude sind gute Argumente für das Produzieren von Sonnenstrom. Die Branche könnte sich aus dem „medialen Strafraum“ befreien, indem sie **zum aktiven Partner einer vernünftigen und umsetzbaren Energiewende** wird. Der Wintersporttourismus würde den NGOs nicht länger als „Lieblingsgegner“ eine enorme Angriffsfläche bieten.

Energieaufwand je m³ Maschinenschnee im Schnitt etwa 3,5 kWh (Skilifte Lech). Für die Beschneigung in Lech wird pro Saison in Summe etwa die gleiche Menge an elektrischer Energie benötigt wie für den Betrieb von drei 120-Betten-Viersternhotels. Dabei ist zu bedenken, dass die beschneiten Pisten – im Vergleich zu den 3 Hotels – täglich Tausenden Skifahrern zur Verfügung stehen. Quelle: TR DI M. Manhart, Skilifte Lech

8. Vegetation, Pflanzenvielfalt und Hangrutschungen,

Das Narrativ, dass sich die technische Beschneigung – die im Endeffekt einer „Bewässerung“ der Pistenflächen gleicht – negativ auf die **lokale Vegetation und Pflanzenvielfalt** auswirkt, scheint

von unserer Gesellschaft vollständig übernommen worden zu sein, obwohl es niemals wissenschaftlich untermauert wurde. Sehr wohl hat sich jedoch in etlichen Studien das Gegenteil gezeigt. So schreibt der Ökologe Dr. Helmut Wittmann zum praktisch nicht nachweisbaren Einfluss der technischen Beschneigung auf die alpine Vegetation (WITTMANN et al, S 7f, S 65f): *„Der Einfluss des ‚Pistenregimes‘, insbesondere durch künstliche Beschneigung und regelmäßige Präparierung, ist im Hinblick auf die untersuchten Organismengruppen und Vegetationseinheiten gering. Nach derzeitigem Erkenntnisstand dominiert der Einfluss des Dünge- und Mähregimes derart, dass nicht sichergestellt ist, ob sich Faktoren wie künstliche Beschneigung und Präparierung mit den verwendeten Methoden überhaupt indizieren lassen.“* Es folgen sehr wichtige Erkenntnisse für Skigebietsbetreiber: *„Entscheidend für den ökologischen und naturschutzfachlichen Wert einer Skipiste ist die Form der landwirtschaftlichen Nutzung bzw. die Pistenpflege.“*

→ **Eine extensive landwirtschaftliche Nutzung der Bergwiesen mit geringer bzw. fehlender Düngung und nur einmaliger Mahd (zu einem relativ späten Mähzeitpunkt) begünstigen das Auftreten von wertgebenden Vegetationseinheiten und Tierarten.**

Die Skiliftbetreiber in Zell am See und in Lech am Arlberg haben von unabhängigen Instituten zahlreiche Studien der Vegetation auf und neben ihren Pisten (beschneite wie auch unbeschneite Pistenabschnitte) durchführen lassen. Die Ergebnisse sind überraschend. PRÖBSTL (2010, S. 48) schreibt zur Auswirkung der technischen Beschneigung auf die Vegetation in Lech am Arlberg: *„Es zeigte sich, dass die Vegetation durch die Beschneigung über inzwischen mehr als 30 Jahre zu keinen negativen Auswirkungen geführt hat. Es ließen sich keine Unterschiede zwischen beschneiten und unbeschneiten Räumen nachweisen.“*

Aber es gibt viel zu wenig Seilbahnbetriebe, die sich gegen den Zeitgeist der ungerechtfertigten Vorurteile auflehnen. Dazu schreibt Univ.-Prof. Dr. Ulrike Pröbstl-Haider (WITTMANN et al., S 8f): *„Auch andere Seilbahnen sind aufgefordert, an dieser ‚Richtigstellung‘ durch eigene Aufnahmen mitzuwirken.“* Sie hält fest: *„Das weit verbreitete Vorurteil lebensfeindlicher Pisten ist überholt.“*

Die Horrorszenarien von vermehrten **Hangrutschungen** auf beschneiten Pisten haben sich nicht bewahrheitet. Solche vermehrten Ereignisse wurden bislang weder wissenschaftlich dokumentiert noch in der Praxis beobachtet. Vielmehr verhindert man bei frühzeitiger technischer Beschneigung die durch Wechselfrost verursachte Bewegung des Oberbodens und damit die Wahrscheinlichkeit für Hangrutschungen. Der kompakte und porenarme technische Schnee schmilzt langsamer als Naturschnee ab. Auch der Abfluss bei Starkregenereignissen wird – wie die Erfahrungen zeigen – durch die Retentionsfähigkeit des Maschinenschnees verzögert.

9. Eingriffe in die Natur- und Kulturlandschaft

Die technische Beschneigung bedingt massive Eingriffe in die Natur- und Kulturlandschaft. Für Wasser, Druckluft und elektrische Energie muss ein weitläufiges Leitungsnetz in die Berghänge eingebaut werden. Auch das Anlegen der Speicherseen verursacht gewaltige Erdbewegungen und Landschaftsveränderungen. In der Vergangenheit sind durch Planierungen beim Pistenbau fallweise große Schäden an der Natur- und Kulturlandschaft entstanden. In den letzten Jahren bemühen sich die Seilbahnbetreiber, diese Eingriffe so schonend wie möglich durchzuführen und Schäden der Vergangenheit zu reparieren. Mittlerweile ist es allgemein üblich, Rasenziegel und Oberboden vor der Erdbewegung sorgsam abzuheben und im Anschluss wieder aufzubringen. Damit kann die über Jahrtausende gewachsene natürliche Vegetation weiter gedeihen. Eventuelle Lücken werden mit bodenständigem Saatgut renaturiert. Speicherteiche werden so behutsam wie möglich in die Landschaft integriert.

10. Gesteigertes Qualitätsbewusstsein der Pistenskipfaher

Durch die flächendeckende technische Beschneigung kann auf allen Pisten des Skigebietes eine höhere Wahrscheinlichkeit von gleichmäßiger Schneequalität als mit reinem Naturschnee gewährleistet werden, und zwar von Saisonbeginn bis Saisonende. Der Maschinenschnee mit seiner speziellen Körnung ist kompakter und temperaturbeständiger als (frischer) Naturschnee. Die beschneiten Pisten mit ihrem Gemisch aus Natur- und Maschinenschnee sind mechanisch belastbarer, neigen weniger zur Buckelbildung und benötigen eine geringere tägliche Pflegezeit durch Pistenmaschinen. Glatte Pisten erleichtern Sportlern aller Könnensstufen das Skifahren. Gleichzeitig steigt mit jedem Fortschritt in der Pistenpflege auch der Anspruch der Skifahrer an eine zufriedenstellende Pistenqualität immer weiter an. Kleine und mittelgroße Skigebiete können mit diesen Ansprüchen, die aus der hohen Qualität der Premiumskigebiete entspringen, oft nicht mehr mithalten. Sie müssen sich durch das Besetzen einer möglichst attraktiven Nische, beispielsweise dem Kinder- und Jugendskilaf, im Markt behaupten.

12 FAZIT: Schlussfolgerungen für den Skitourismus im Pongau

*„Gestern war ich clever, deshalb wollte ich die Welt verändern.
Heute bin ich weise, deshalb verändere ich mich selbst.“*

Rumi (1207 – 1273). Persischer Dichter, Mystiker und Gelehrter

Der Beginn der klimabedingten Zukunftsängste im Skitourismus kann gut datiert werden. Die markante Erwärmung der Bergwinter am Übergang von den 1980er- in die 1990er-Jahre war deren Nährboden. Vor allem die milden und schneearmen Winter von 1987/88 bis 1989/90 haben im alpinen Skitourismus Schockwellen ausgelöst. Studien, welche dem Wintersport bereits vor mehr als 30 Jahren eine düstere Zukunft prognostiziert haben, sind aus heutiger Sicht verständlich.

Dass sich die Bergwinter nachfolgend wieder fast so deutlich abgekühlt haben, wie sie sich am Ende der 1980er-Jahre erwärmt hatten, ist bis heute in der Öffentlichkeit weitgehend unbekannt.

Hingegen sind die Winter in den Pongauer Tallagen (vgl. ZAMG-Station Radstadt) über die vergangenen 121 Jahre um knapp 2 Grad Celsius milder geworden. Diese Entwicklung ist der Hauptgrund für die rückläufige Dauer der natürlichen Schneebedeckung im Bereich der Talböden. In Anbetracht dieser deutlichen Erwärmung ist die Resilienz der natürlichen Schneebedeckung erstaunlich.

Die Skisaisonen in den Pongauer Skigebieten sind über die vergangenen etwa 30 Jahre stabiler geworden, und zum Teil auch länger. Durch die Fortschritte bei der technischen Beschneigung hat sich die Entwicklung der Skisaisonlängen weitgehend von den meteorologischen Rahmenbedingungen entkoppelt. Zudem hat sich die Qualität der Pisten deutlich verbessert.

Das Wasser für die technische Beschneigung ist im Pongau weiterhin ausreichend vorhanden – davon zeugen die seit mehr als 120 Jahren konstanten Summen der Jahresniederschläge. Sowohl die technische Beschneigung als auch die Mobilität am Berg erfolgt mithilfe von erneuerbarer Energie („Ökostrom“), was den Wintersport zu einem Partner der Energiewende macht.

Betrachtet man die in dieser Studie ausgewerteten amtlichen Messdaten, so ist aus statistischer Sicht kein klimabedingtes Ende des Skisports im Pongau ableitbar. Das regionale Klima bringt immer noch ausreichend schneereiche und kalte Winter. Die Sommer waren zuletzt so warm und sonnig wie noch nie seit Beginn der Aufzeichnungen – bei fortlaufend üppigen Regenmengen. Für die Landwirtschaft und für den Ganzjahrestourismus im Pongau ist das aktuelle Klima günstig.

13 Anhang

13.1 Zur Transparenz der Studie

Die vorliegende Studie bietet maximale Transparenz. Alle verwerteten Messdaten sind für Forscher, aber auch für interessierte Laien öffentlich zugänglich. Sie 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 der Interpretationsspielraum begrenzt, dennoch bleibt es dem Leser überlassen, die Daten und Grafiken nach eigenem Ermessen zu deuten.

13.2 Datenquellen

Daten Schnee, Temperaturen und Niederschlag

- :: Familie Radacher, Arthurhaus, Mühlbach am Hochkönig
- :: Amt der Salzburger Landesregierung (Hydrographischer Dienst)
- :: LWD Salzburg
- :: MeteoSchweiz
- :: ZAMG (HISTALP)

Daten Skisaisonlängen

- :: Benedikt Scheffer GmbH
- :: Snow Space Salzburg Bergbahnen AG

13.3 Abkürzungsverzeichnis

HD	Hydrographischer Dienst
HISTALP	Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region
MEZ	Mitteuropäische Zeit
ZAMG	Zentralamt für Meteorologie und Geodynamik

13.4 Beigezogene Experten

Vielen Dank für anregende Gespräche und Diskussionen, für Korrekturvorschläge und allgemeines Feedback (in alphabetischer Reihenfolge):

- :: Dr. Andreas Dorfmann, CEO Kronplatz Seilbahn AG (Bruneck, Südtirol)
- :: Günther Foidl, selbstständiger Dateningenieur, Waidring (Tirol)
- :: HR Dr. Wolfgang Gattermayr, Meteorologe und Hydrologe, langjähriger Leiter des Hydrographischen Dienstes Tirol (bis 11/2014)
- :: Mag. DDr. Georg Hechenberger, langjähriger Vorstand der Bergbahn AG Kitzbühel
- :: DI TR Michael Manhart, Geschäftsführer der Skilifte Lech Ing. Bildstein GmbH
- :: Josef Margreiter, Geschäftsführer der Lebensraum Tirol Holding GmbH, Innsbruck
- :: Ing. Hannes Mayer, Prokurist und technischer Leiter der Schmittenhöhebahn AG, Zell am See
- :: DI Martin Oberhammer, technischer Geschäftsführer der Silvretta Montafon Holding GmbH
- :: Univ.-Prof. i. R. Dr. Heinz Slupetzky, Geograf und Glaziologe, Universität Salzburg
- :: Dr. Gunther Suetter, Geologe und Umwelttechniker, gerichtlich beeideter Sachverständiger, Vorsitzender im Studienausschuss VII („Umwelt“) des Weltseilbahnverbandes O. I. T. A. F.
- :: Florian Wörgetter, technischer Leiter der Bergbahn AG Kitzbühel
- :: Prof. Mag. Peter Zellmann, Leiter des Instituts für Freizeit- und Tourismusforschung (IFT), Wien
- :: STATISTIK: DI (FH) Wolfgang Peter, Data Engineering & Statistics, Völs
- :: LEKTORAT: Dr. Gerhard Katschnig, Klagenfurt, selbstständiger Lektor

Die hier erwähnten Experten sind im fachlichen Austausch mit ZUKUNFT SKISPORT. Es soll keinesfalls suggeriert werden, dass sie den gesamten Inhalt der vorliegenden Datenzusammenstellung teilen, da meist nur einzelne Kapitel besprochen wurden. Ebenso wenig wird vermittelt, dass sie Kontakt untereinander pflegen. Für den Inhalt allein verantwortlich: MMag. Günther Aigner (Hauptautor).

13.5 Biografie Günther Aigner



Der Tiroler Günther Aigner (1977 in Kitzbühel) ist einer der weltweit führenden Zukunftsforscher auf dem Gebiet des alpinen Skitourismus. Er absolvierte die Diplomstudien der Sportwissenschaft (2005) und der Wirtschaftspädagogik (2007) an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck und an der University of New Orleans („UNO“, USA). Von 2008 bis 2014 leitete Aigner für den Tourismusverband „Kitzbühel Tourismus“ das Eventportfolio und das Wintermarketing.*

Seit 2014 führt er „ZUKUNFT SKISPORT – research & consulting“. Er berät alpine Destinationen und Skiresorts wie Lech-Zürs, Zell am See, Snow Space Salzburg, Dolomiti Superski oder Obertauern. Als „Speaker“ hält er Fachvorträge im In- und Ausland. Über Beiträge und Interviews nimmt er in TV-, Hörfunk- und Printmedien am öffentlichen Diskurs teil. Gastlektorate für Tourismus führten Aigner bis dato an Hochschulen in Hanoi (VNM), Baku (AZE), Sanya (CHN), Taschkent (UZB), Belgrad (SRB), Konstanz (DEU), Innsbruck, Salzburg, Kufstein, Krems, Dornbirn und Seekirchen (Schloss Seeburg) sowie als Referenten zum Ausbildungslehrgang der Österreichischen Staatlichen Skilehrer.

2019 war Günther Aigner beiträgender Autor im österreichischen Special Report „Tourismus und Klimawandel“ (ASR19) des Austrian Panel on Climate Change (APCC). Er ist Mitglied im Studienausschuss Nr. VII („Umwelt“) des Weltseilbahnverbandes (O. I. T. A. F.). Seit 2021 Doktoratsstudium „Management“ an der Universität Innsbruck.

Kontaktdaten:

ZUKUNFT SKISPORT

Consulting | Research | Marketing

Günther Aigner

Bichlweg 9a / Top 9

A-6370 Kitzbühel / Tirol

Mail to: g.aigner@zukunft-skisport.at

Mobil: +43 676 5707136

13.6 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 Liste ist größtenteils als Angebot von Zusatzliteratur für Interessierte gedacht.

AIGNER Günther (2020): Eine Abschätzung des natürlichen Einschneizeitpunktes am Resterkogel.
www.zukunft-skisport.at/studien

AIGNER, Günther; GATTERMAYR, Wolfgang (2019): Die Winter in Österreich seit 1895. Eine Analyse amtlicher Temperatur- und Schneemessreihen aus österreichischen Wintersportregionen.
www.zukunft-skisport.at/studien

AIGNER, Günther (2015): Warum uns der Schnee möglicherweise doch nicht ausgehen wird. In: BIEGER, Thomas; BERITELLI, Pietro; LAESSER, Christian (Hrsg.): Strategische Entwicklungen im alpinen Tourismus: Schweizer Jahrbuch für Tourismus 2014/15. S. 17-34. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

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

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

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

HANTEL M., MAURER C., MAYER D. (2012): The snowline climate of the Alps 1961 – 2010. In: Theoretical and Applied Climatology, 110, 517-537. Die Autoren berichten von einem Anstieg der Schneegrenze von 123 bis 166 m pro Grad Celsius Erwärmung. Siehe dazu den Abstract. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-012-0688-9>

GOLDBERGER, Josef (1992): Die Winter in diesem Jahrhundert. Auswertung der Meßergebnisse von Mitterberg am Hochkönig. In: Mitteilungen des Hydrographischen Dienstes in Österreich, S. 1–61.

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.

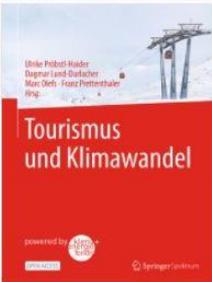
PRÖBSTL, Ulrike (2010): Fachgutachten zum Beschneiungsbeginn und den Auswirkungen eines langjährigen Skipistenbetriebes. Im Auftrag der Skilifte Lech am Arlberg.

PRÖBSTL-HAIDER, Ulrike; LUND-DURLACHER, Dagmar; OLEFS, Marc; PRETTENTHALER, Franz (Hrsg.) (2020): Tourismus und Klimawandel. Österreichischer Special Report Tourismus und Klimawandel (SR 19), Springer Verlag Berlin, Heidelberg, 258 Seiten. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61522-5>

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

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)? S. 2–33. München, 2. Auflage.

WITTMANN Helmut, NEUMAYER Johann, SCHIED Johannes, KLARICA Jasmin, GROS Patrick, ILLICH Inge (2019): Ökologisches Pistenmanagement. Zur Biodiversität von Skipisten auf der Schmittenhöhe. RUPERTUS Verlag, Goldegg.



© 2021

Tourismus und Klimawandel

Editors ([view affiliations](#))
Ulrike Pröbstl-Haider, Dagmar Lund-Durlacher, Marc Olefs, Franz Prettenthaler

Beleuchtet die komplexen Beziehungen zwischen Tourismus und Klimawandel für die Tourismusdestination Österreich

Differenzierte Aufbereitung des Themas für alle Reisenden, die Tourismusbranche und die Politik

Basiert auf einer fundierten Studie von 40 Wissenschaftler*innen führender Forschungseinrichtungen

Open Access | Book

3 Citations | 60k Downloads

Literaturtipp: Der APCC Special Report „Tourismus und Klimawandel“ ist eine umfassende Erhebung, Zusammenfassung und Bewertung des aktuellen Stands der Forschung zu den Beziehungen zwischen Tourismus und Klimawandel. ZUKUNFT SKISPORT durfte einen Teil zu diesem Werk beitragen („Contributing Author“).

Siehe dazu die Literaturliste unter „PRÖBSTL-HAIDER et al.“

Kostenloser Download: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61522-5>

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)

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 (2017): Eine Analyse von Schneezeitreihen in Österreich. Zugriff am 26. September 2019 <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/winter-in-oesterreich-vergangenheit-und-zukunft>

ZAMG (2019): HISTALP Langzeitklimareihen – Österreich. Winterbericht 2018/19. Zugriff am 10. November 2019.

https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/dok_histalp/winterbericht-2018-19/histalp_at_winterbericht_2018_2019

www.zukunft-skisport.at

Aktuelle Forschungen und Publikationen zu Zukunftsfragen des alpinen Skisports.



„Aristoteles glaubte an drei Formen des Glücks: Die erste Form des Glücks ist ein Leben der Lust und der Vergnügungen. Die zweite Form des Glücks ist ein Leben als freier, verantwortlicher Bürger. Die dritte Form des Glücks ist das Leben als Forscher und Philosoph. Aristoteles betont, dass alle drei Formen zusammengehören, damit der Mensch ein glückliches Leben führen kann.“

Über Aristoteles (384 – 322 v. Chr.). Aus „Sofies Welt“, S. 140

13.7 YouTube-Channel und Homepage

YouTube-Channel



ZUKUNFT SKISPORT



Sollten Sie Interesse an weiteren Inhalten haben, besuchen Sie gerne unseren **YouTube-Channel** „**ZUKUNFT SKISPORT**“. Dort finden Sie verschiedene Videovorträge in HD-Qualität. Themen: Schneesicherheit, Wintertemperaturentwicklung, Skisaisonlängen, soziale und geografische Verbreitung des Skisports in der Welt etc:

<https://www.youtube.com/channel/UCct0tybwXjnG4fojVOSCR8g/videos>

Homepage

Auf www.zukunft-skisport.at/studien können Sie eine Fülle von **Studien downloaden**. Alle auf der Homepage verwendeten Studien sind frei verwendbar. Bitte achten Sie jedoch auf die Quellenangabe bzw. ein korrektes Zitat. Vielen Dank!

Medien

Beiträge von ZUKUNFT SKISPORT in TV-Diskussionen, Hörfunk und Printmedien finden Sie hier: <https://www.zukunft-skisport.at/medien/>

»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

Foto: Steinhilber, Perle (ca)

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 Skandinavien spricht davon, dass der Skimarkt 1980 seinen Höhepunkt erreicht hat – mit vielleicht 60 Millionen Skifahrern weltweit. Viele Umfragen weisen darauf hin, dass seither die Anzahl der Skifahrer um einige Millionen abgenommen hat. Genau wissen wir, dass die Skitouristik mit jährlich zehn Millionen Paar

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

Das ist differenziert zu sehen. Die Erwärmung schreitet weiterhin voran, wenn sie auch seit 1998 fast zum Stillstand gekommen ist. Wichtig aber ist: Während sich die Sommerwälder 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 namengebenden Berg macht, auf den man mit Tourenski oder Schneeschuhen gehen kann. Da müssen die Hotelbetriebe und Restaurants das Geld bringen. Wer im Konzern der Großen nicht mitspielen kann, muss auf eine Nische setzen oder auf alternativen Wintersport.

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

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

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

Aigner: Wir müssen den Menschen dazu sagen, ja, ihr dürft euch in der freien Natur bewegen, aber mit Respekt. Wald- und Wildschutzgebiete 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. GoogleN Sie die Überschrift in Kombination mit „Die ZEIT“ und „Aigner“.

Direkter Link: <https://www.zeit.de/2013/52/ski-luxus-quenther-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 Abgang 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 Reallohne 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 Schwarzeher meinen, wird sie nicht zu Ende gehen.



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

Foto: Perktold (u.); Zangerl/Kauner/Gletscher

„Die ZEIT“ vom 03. März 2016

Beitrag zur Zukunft des Skitourismus

Direkter Link: <https://www.zeit.de/2016/11/wintersport-tourismus-luxus>

Sie nennen es Winter

Seit Wochen sehen Skiorte in den Alpen den Schnee herbei. Nun ist er da, und es hört nicht mehr auf zu schneien. Ist es ein Bilderbuchwinter, oder wird daraus eine Katastrophe? Und was ist eigentlich mit dem Klimawandel? Ein Skitourismusforscher fühlt sich bestätigt

Der Winter in den Alpen erinnert zurzeit an den „Zauberlehrling“ von Goethe. Seit Wochen wünschen sich die Skiorte den Schnee herbei, beschneien ihre Pisten, weil sie Angst hatten, dass auf den Winter mal wieder kein Verlass ist – und dann plötzlich: „Die ich rief, die Geister, wend ich nun nicht los.“

Die Nordalpen versinken gerade im Schnee. In den Wintersportorten in Bayern und Tirol, im Salzburger Land und in der Steiermark und auch in Vorarlberg und in der Schweiz schneit und schneit und schneit es. Und ein Ende ist vorerst nicht in Sicht. Die Lawinengefahr hat stellenweise schon die höchste Stufe erreicht, Bäume knicken unter der Last, Autos verschwinden darunter. Straßen und Zugstrecken werden gesperrt, Skiplisten und Schulen geschlossen. Oberauern, einer der betroffenen Orte im Salzburger Land, der sich seit zwei Jahren als „schneereichster Ort“ Österreichs vermarktet, ist immer wieder von der Außenwelt abgeschnitten. Und die große Frage lautet: Wie wird es in den nächsten Tagen weitergehen?

Der Mann, der Oberauern den Titel „schneereichster Wintersportort Österreichs“ vermachte hat, ist der Kitzbühler Günther Aigner. Seit vier Jahren beschäftigt sich der Sportwissenschaftler mit Schneemessungen, Temperaturentwicklungen, Wetterlagen und vergleicht die Daten nach Kriterien wie „Neuschneemenge“, „Spitzenschneedeckenhöhe“, „mittlere maximale Schneehöhe“, „Einschneitungszeitpunkte“ und „Anzahl der Tage mit Schneedeckung“. Seine Quellen sind die offiziellen Messdaten von sieben österreichischen hydrographischen Landesdiensten. So konnte Aigner ein objektives Bild der Winterentwicklung seit 1998 erstellen. Das Ergebnis ist erstaunlich: denn die Schlusssfolgerungen widersprechen den gängigen Meinungen zum Klimawandel; sie besagen, dass die Winter in den Bergen keineswegs kürzer, schneearmer und wärmer werden. Die Winter beginnen auch nicht später oder verschoben sich zeitlich nach hinten.

Die Schneemengen in Oberauern haben sich beispielweise in 110 Jahren nicht wesentlich verändert. Neuschneemenge und Anzahl der Schneesitage blieben konstant – und auch die „mittlere maximale Schneehöhe“, das entscheidende Kriterium für Aigner. Mit 38 Zentimetern steht Oberauern als „überhafter bewohnter Ort“ deutlich vor Zurs am Adlberg (24 Zentimeter), Dienten am Hochkogel (16 Zentimeter) und Hochfilzen (13 Zentimeter) in Deutschland führt übrigens Balderschwang mit 60 Zentimetern die Liste der schneereichsten Orte an. Selbst Damüls, nicht weit von Zurs entfernt, kann da nicht mithalten. Die Voralberger Gemeinde warb jährlich damit, der „schneereichste Ort der Welt“ zu sein und hat tatsächlich auch höhere Neuschneemengen. Die setzen sich allerdings schneller oder taun bei Föhnwinden. Oberauern liegt auf 1730 Meter Höhe und weiter östlich, das Klima ist kälter und kontinentaler. „Wir sind Schnee“ lautet Oberauerns Slogan, und vor allem in schneearmen Wintern wirt man mit dem Zauberspruch der Branche: „Schneeschicht!“.



Top-reif, die Farben Österreichs Günther Aigner misst die Schneehöhe in Oberauern, dem „schneereichsten Skigebiet“ des Landes.

Doch nun verkehrt sich all das ins Gegenteil. Seit zwei Wochen wirken Aigners Studien wie Prophezeiungen. Und man fragt sich: Ist das noch Winterwunderland oder schon Krisengebiet? Wann versinken die Dörfer in Bayern (wo bereits vier Landkreise den Katastrophenschutz ausgerufen haben) und Österreich vollends im Schnee? „Wenn es noch zwei Wochen so bleiben würde“, sagt Aigner mit Betonung auf dem Konjunktiv, „dann sprächen wir über Katastrophengebiete. Momentan sprechen wir noch über ein Ereignis, das etwa alle 20 Jahre

einmal vorkommt.“ Die Vorhersagen klingen allerdings erst mal kein Ende des Schnees an. Ein im Uhrzeigersinn drehendes Loch über den britischen Inseln und ein gegen den Uhrzeigersinn drehendes Tief über Sankt Petersburg schaufeln wie zwei riesige Ventilatoren kalte und feuchte Luftmassen Richtung Alpen, dort prallen die Wolken auf die Berge und entladen sich. Zusammen mit dem Innsbrucker Meteorologen Christian Zenkl hat Aigner eine „Tägheit des Wettersystems“ festgestellt. „Weder das Hoch über den britischen Inseln noch

das Tief über Sankt Petersburg bewegt sich.“ Das sei vergleichbar mit der Situation, die auch für den langen heißen Sommer verantwortlich war.

Und was wird passieren, wenn es weiter so intensiv schneit? Die Lawinensicherungsstelle würde dann großflächig auf fünf erhöht werden – die maximale Stufe, bei der „viele sehr große und extrem große, spontane Lawinen“ zu erwarten sind, die „Streifen und Stieglingen in Taljagen erreichen“ können, wie das Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos definiert. Das erinnert an den La-

winewinter 1999 und die Katastrophe von Galtür in Tirol. Vor genau 20 Jahren – das „Ereignis“, von dem Aigner sprach – wurde nach heftigen Schneefällen ebenfalls Gefahrenstufe fünf ausgerufen, und in Österreich, in der Schweiz und in Frankreich gingen an vielen Orten spontane Lawinen ab. Die drei verheerendsten waren in Chamonix und Evreux mit jeweils zwölf Toten und jene von Galtür, die 39 Menschen das Leben nahmen.

„Es ist ein Winter mit viel Schnee, aber ohne Hornlawine à la Galtür“,

sagt Mario Steller, der Tourismuschef von Oberauern. Steller betont, dass der Ort die Lage im Griff habe und gewohnt sei mit solchen Schneemengen umzugehen. „Die Zufahrtsstraße können wir zeitweise wieder öffnen. Es sind zehn Lkw hochgekommen, die den Schnee abtransportieren und in einen Graben außerhalb des Ortes kippen.“ Neun von 24 Liften des Skigebietes seien in Betrieb, und die Stimmung im Ort sei gut. „Wobei es schon ungewöhnlich viel Schnee in kurzer Zeit war“, räumt Steller ein. Man könne nicht mehr sagen, ob sich unter den riesigen Schneeschauern auf den Parkplätzen Autos befänden oder nicht. Auch die 80 Schneekanonen, die im November und Dezember auf Hochzoozen liefen, um weisse Pisten zu garantieren, sind nun unter einer dicken Schneeschicht verschwunden. Wie viel Schnee in den vergangenen Tagen tatsächlich gefallen ist, kann Steller nicht genau sagen. „Der Wind hat viel verfrachtet, das ist ein Ratespiel, aber zwischen drei und vier Meter wärten es wohl gewesen sein.“

Aber nicht nur in Oberauern, auch in vielen anderen Orten liegt so viel Schnee wie noch nie. Rund um die südlichen Berchtesgadener Alpen werden in den nächsten Tagen 10-jährige Maxima erwartet: auf der Winklmoosalm bei Reit im Winkl, in Wädring, in Dienten und Mühlbach am Hochkogel, in Fieberbrunn, Filzmoos und in St. Ulrich am Pillersee. Die Lawinensicherungsstelle wurde dort zum Teil von vier auf fünf erhöht.

Alle diese Werte bestätigen Aigners Studien, die bei Klimaforschern nicht ganz unumstritten sind. Doch der sagt: „Ich bin Statistiker und werbe mit amtlichen Daten aus“ und wundert sich, warum das vor ihm noch keiner gemacht habe. Schließlich seien die Daten der hydrographischen Landesdienste für jedermann einsehbar. Die Messkriterien in Österreich und Deutschland sind zudem klar definiert. „Jeden Morgen um sieben Uhr werden an den Messstationen die Schneemengen der vergangenen 24 Stunden gemessen“, erklärt er. Den Rekord für diesen Wert hält der Ort Sillian in Osttirol. Am 1. Februar 1986 fielen dort 120 Meter Schnee an einem Tag. In Italien, Frankreich und auch in der Schweiz wird das Messen leider nicht so genau genommen“, was Studien über die dortigen Wintersportorte erheblich erschwere. Und in Nordamerika, wo immer wieder Rekordschneehöhen vermeldet werden, würde nicht einmal, sondern viermal am Tag gemessen. In sechs Stunden sackt Neuschnee viel weniger zusammen als in 24 Stunden und die gemessenen Mengen sind somit deutlich höher. „Zudem kommen die Daten dort oft nicht von Meteorologen, sondern aus der PR-Abteilung der Skigebiete“, sagt Aigner.

Das relativiert auch die Neuschneemenge von 28,6 Metern, die am Mount Baker im Staat Washington in der Saison vor 30 Jahren gemeldet wurde und mit der der Skort either im „Guinnessbuch der Rekorde“ steht. Es wäre interessant zu wissen, welche Ergebnisse das vermögliche Messen pro Tag derzeit in den Alpen ergäbe.

ANDREAS LESTI
Der Autor ist ein gebürtiger Schweizer in der Schweiz und wohnt in Davos. Er ist ein begeisterter Skifahrer und hat viele Jahre in der Schweiz gelebt. Er hat auch in Österreich gearbeitet und ist ein leidenschaftlicher Skifahrer.

© Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH, Frankfurt. Alle Rechte vorbehalten. Zur Verfügung gestellt vom Frankfurter Allgemeine Archiv

„Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung“ vom 13. Jänner 2019
Artikel von Andreas Lesti