

alpen klima


Klimazustand in den
Zentral- und Ostalpen

Winterhalbjahr

2024|25

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie

MeteoSchweiz

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst München
Helene-Weber-Allee 21
D-80637 München

✉ alpenklima@dwd.de

🌐 www.dwd.de

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
MeteoSchweiz
Operation Center 1
Postfach
CH-8058 Zürich-Flughafen

✉ klimainformation@meteoschweiz.ch

🌐 www.meteoschweiz.ch

GeoSphere Austria
Bundesanstalt für Geologie, Geophysik,
Klimatologie und Meteorologie
Habe-Warte 35
A-1190 Wien

✉ presse@geosphera.at

🌐 www.geosphera.at

Redaktion

L. Bock, A. Ortik, E. Zübler

Autoren und Autorinnen

S. Badec, L. Bock, A. Ortik, G. Zollinger, E. Zübler

Bitte Quelle wie folgt zitieren:

DWD, MeteoSchweiz, GeoSphere Austria, 2025:
Alpenklima Winterhalbjahr 2024/25: Klimazustand in
den Zentral- und Ostalpen

Editorial**4**

Besonderheiten im Winterhalbjahr 2024/25

6

Winterhalbjahr in Kürze

8

Hochdruck dominierte das Winterhalbjahr

12

Winterföhn mit Monatsrekord

16

Geschichte und Bedeutung hochalpiner Wetterstationen (Teil I)

19

✉ [Klimaüberwachung Deutschland \[DWD\]](#)

✉ [MeteoSchweiz Klima](#)

✉ [Klimaanalyse Österreich \[GeoSphere Austria\]](#)

Editorial

Der Alpenraum ist vom menschengemachten Klimawandel besonders betroffen. «Alpenklima» zeigt halbjährlich den aktuellen Klimazustand in den zentralen und östlichen Alpen.

Liebe Leserinnen, liebe Leser

Der Alpenraum ist von den Folgen des menschlichen Treibhausgasanstiegs stärker betroffen als andere Regionen oder Naturräume. In diesem hochsensiblen Gebiet sind die Auswirkungen des Klimawandels deutlich sichtbar: Es gibt immer weniger Schnee, die Gletscher verlieren deutlich an Masse und im Sommer wird Hitze auch in höheren Lagen zu einem immer größeren Problem. Diese Veränderungen machen nicht an den Landesgrenzen halt und betreffen die gesamte Alpenregion gleichermaßen. Umso wichtiger sind deswegen grenzübergreifende Informationen über die klimatologische Entwicklung im Alpenraum.

Wir freuen uns sehr, Ihnen hiermit die sechste Ausgabe aus der Berichtsserie «Alpenklima» zu präsentieren, die im Rahmen der engen Kooperation der drei Wetterdienste aus Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden ist.

«Alpenklima» bietet eine grenzübergreifende Beschreibung und Einordnung des aktuellen Klimazustandes und wichtiger klimatologischer Ereignisse für die Alpenregion der drei Länder. Diese Ausgabe umfasst den Zeitraum von November 2024 bis April 2025.

Das Winterhalbjahr 2024/25 war geprägt von hochdruckreichen Wetterlagen mit geringen Niederschlagsmengen und ungewöhnlich wenig Schnee in den Hochlagen.

Mehr Details zum vergangenen Winterhalbjahr finden Sie auf den folgenden Seiten. Wir wünschen allen eine spannende Lektüre.



Abbildung 1

«Alpenklima» behandelt das Klima der Alpen innerhalb der Landesgrenzen von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die grüne Linie umschließt den gesamten Alpenan teil der drei Länder wie er in der Alpenkonvention festgehalten ist. Die gestrichelte Linie zeigt den Alpenhauptkamm, der die Nordalpen von den Südalpen trennt. Neben einigen Städten sind auch einzelne Bergspitzen (Kreuze) eingezeichnet.

Besonderheiten im Winterhalbjahr 2024|25

November



Ausgesprochen sonnig und v. a. in der Höhe sehr mild, wenig Niederschlag auf der Alpensüdseite. Besonders in den Tallagen der Ostalpen relativ kühl und etwas trüber.



Dezember



Fortsetzung der Niederschlagsarmut im Süden, sonst wechselhafte Wetterbedingungen mit überdurchschnittlichen Temperaturen. Neuschnee kurz vor Weihnachten.



Januar



Milde und regional rekordhohe Temperaturen, gegen Monatsende in den Südalpen viel Neuschnee.



Februar



Milder Februar mit viel Sonne in den inneralpinen Regionen, regional einer der niederschlagsärmsten Februarmonate.



März



Überdurchschnittliche Temperatur, wenig Niederschlag im Norden, reichlich davon im Süden.



April



Im Süden und in den westlichen Alpentälern regional sehr niederschlagsreich, ansonsten weiter wenig Niederschlag, sonnenscheinreich und warm.



Der Slider bezieht sich auf Abweichungen zur Referenzperiode 1991-2020 und, wenn nicht besonders gekennzeichnet, auf das gesamte Alpengebiet der drei Länder.

Winterhalbjahr in Kürze

Der Zeitraum von November 2024 bis April 2025 war geprägt von milden Temperaturen, viel Sonne in den Bergen und regional geringen Niederschlagsmengen. Die Schneemengen blieben im Alpenraum verbreitet deutlich unter dem Durchschnitt.

Der November brachte dank anhaltendem Hochdruckwetter in den Alpen viel Sonnenschein. In einigen Tälern, insbesondere der Ostalpen, blieb es durch Inversionswetterlagen trüb und kalt (siehe Seite 15 in dieser Ausgabe). Auf den Bergen gehörte der November 2024 zu einem der sonnigsten seit Beginn der Aufzeichnungen. Ein kräftiger Schneefall im letzten Monatsdrittel führte in den tiefen Lagen der Westalpen zu Neuschnee-Rekorden. Die Monatsmitteltemperatur im November lag im Alpenraum der Schweiz, Österreichs und Deutschland auf den Bergen 1,9°C über, sonst im Bereich des Durchschnitts der Vergleichsperiode 1991–2020.

Der Dezember 2024 begann am Alpennordhang wechselfaltig, im Süden sonnig. Ab der Monatsmitte dominierte ein Hochdruckgebiet das Wettergeschehen und brachte vielerorts sehr milde Temperaturen. In den fünf Tagen vor Weihnachten gab es gebietsweise Neuschneemengen von etwa 1 m und mehr. Die Monatsmitteltemperatur lag verbreitet über der Referenzperiode, besonders in den Südalpen mit Abweichungen von bis zu 1,6°C.

Auch im Januar lagen die Durchschnittstemperaturen über dem vieljährigen Mittelwert. Dazu trugen zwei markante Wärmewellen bei, hervorgehen durch milde Luft aus südwestlicher Richtung. An einigen Föhnstandorten wurden während dieser Wärmewellen Tageshöchstwerte gemessen, die zu den zehn höchsten in einem Januar an diesen Standorten zählten. Mit dem häufigen Südöhn gingen überdurchschnittliche Niederschlags-

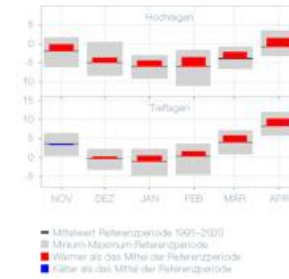
mengen auf der Alpensüdseite und sonnigere Verhältnisse auf der Alpennordseite einher.

Der Februar zeigte sich im gesamten Alpengebiet von Österreich, Deutschland und der Schweiz mild und periodisch sehr sonnig. Der Niederschlag erreichte über alle drei Länder gemittelt nur etwa ein Drittel der Menge der Referenzperiode. Lokal war es einer der niederschlagsärmsten Februarmonate seit Messbeginn.

Im März war es zeitweise frühlinghaft mild im Alpenraum der drei Länder. Ein winterliches Intermezzo brachte ab dem 10. März in höheren Lagen viel Neuschnee, besonders auf der Alpensüdseite. Im Mittel über den gesamten Monat betrachtet war die Märztemperatur dennoch im gesamten Alpenraum überdurchschnittlich. Die Niederschlagsmengen blieben wiederum dank vieler Föhnphasen im Norden weit unter dem vieljährigen Durchschnitt, im Süden waren die Niederschlagsmengen höher als normal.

Zwei markante Wärmephasen mit viel Sonnenschein sorgten im April für ein insgesamt überdurchschnittliches Temperaturniveau. Das Niederschlagsdefizit aus den Vormonaten setzte sich vielerorts fort. Nur in den Süd- und Zentralalpen fiel regional mehr Niederschlag, insbesondere zur Monatsmitte in der Südwestschweiz. Hier wurden am 16.4. einige bisherige Rekorde für Tagessummen des Niederschlags und der Neuschneemengen bezogen auf den April eingestellt.

Temperaturmittel [°C]



Niederschlagssumme [mm]



Sonnenscheindauer [h]



Schneehöhe [cm]

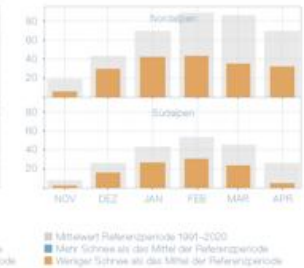


Abbildung 2

Monatliche Abweichungen im Winterhalbjahr 2024/25 im Vergleich zur Referenzperiode 1991–2020 für Temperatur und Sonnenschein (beide für Hoch- und Tiefen), Niederschlag und Monatsmittel der Schneehöhe (beide für Nord- und Südalpen). Als Berechnungsgrundlage dienen Mittelwerte über Stationsdaten unterhalb und oberhalb von 1500 m über Meereshöhe (m ü. M.) für Tief- oder Hochlagen und Stationsdaten nördlich resp. südlich des Alpenhauptkamms für Nord- bzw. Südalpen.

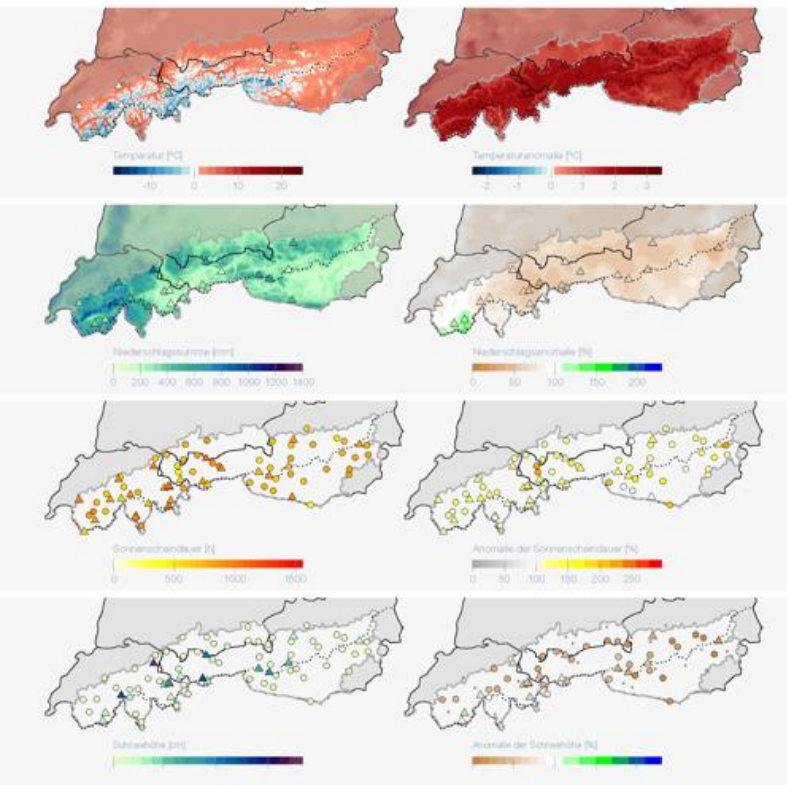
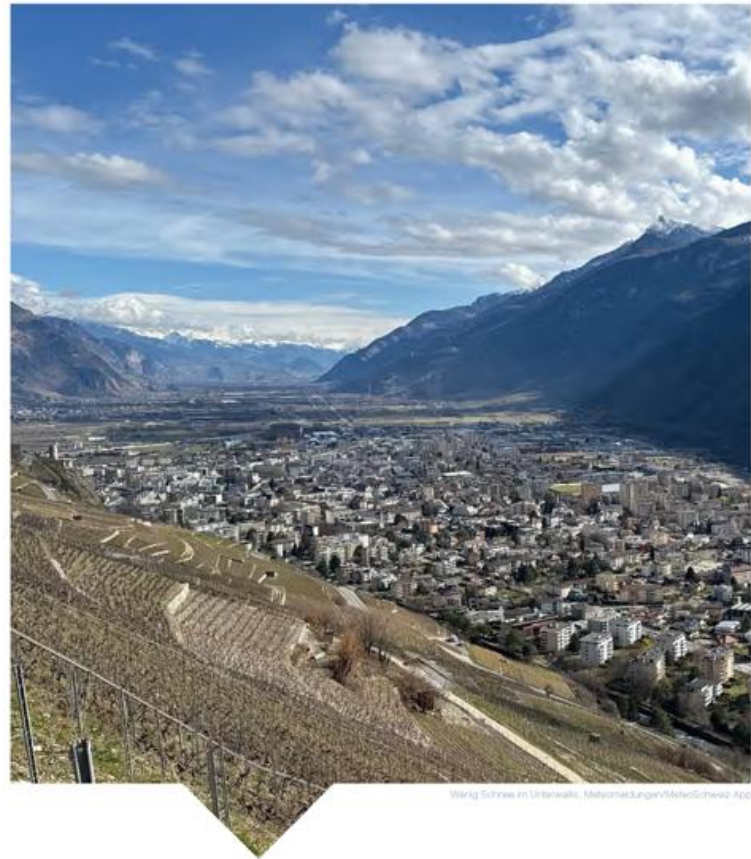


Abbildung 3

Temperaturmittel, Niederschlagssumme, Sonnenscheindauer und mittlere Schneehöhe im Winterhalbjahr 2024/25 (links) und die entsprechenden Abweichungen zur Referenzperiode (rechts). Die graue Linie umschließt den gesamten Alpenanteil Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, nicht-alpine Gebiete sind grau maskiert. Die gestrichelte Linie trennt die Nordalpen von den Südalpen. Mit Dreiecken sind Bergstationen oberhalb von 1500 ü. M. gekennzeichnet.



Berg Schnee in Unterwiesl, Malsbachtal, Tirol, Österreich

Hochdruck dominierte das Winterhalbjahr

In den vergangenen Monaten regenerierten sich immer wieder Hochdruckwetterlagen und sorgten im Alpenraum und darüber hinaus für längere niederschlags- und damit schneearme Verhältnisse. Der Schneemangel machte sich generell in den Tal- und Beckenlagen sowie in den Hochlagen nördlich des Hauptkammes bemerkbar. In Teilen des Wallis, im Engadin und auf der Alpensüdseite der Schweiz blieben die mittleren Schneehöhen dank Schneefällen im März und April im Bereich der Referenzperiode oder lagen gar darüber.

Die mittlere Schneehöhe lag schon im November beidseits der Alpen um rund 70% hinter den Klimamittel zurück. Der relativ ergiebige Schneezuwachs im Dezember verringerte die Defizite der Schneehöhe auf -30 bis -40%. Die ab Januar vorherrschende Niederschlagsarmut lies die Anomalien im Februar auf -50% in den Nordalpen und -40% in den Südalpen anwachsen. Im März war es dann unterhalb von 1000 m Seehöhe oft zu warm für Schneeniederschläge und die mittlere Gesamtschneehöhe lag nördlich des Alpenhauptkammes um 55% und südlich davon um 70% unter dem Mittelwert.

In den Höhenlagen zwischen 1000 und 1500 m ü. Meer erreichten die Neuschneesummen nur rund 30–60% der Klimamittelwerte des Bezugszeitraumes 1991–2020. Die Anzahl der Schneedeckentage war meist um 10–40% kürzer als in einem durchschnittlichen Winter. In den inneralpinen Lagen unterhalb von 1000 m ü. M. fiel um 60–85% weniger Neuschnee und es gab um 70–90% weniger Tage mit einer Schneedecke. In Lienz (661 m) gab es statt 64 nur 10 Tage mit einer Schneedecke und die

Neuschneesumme war mit 17 cm um 83% geringer als in einem durchschnittlichen Winter. In Innsbruck fiel mit 32 cm um 64% und in Klagenfurt mit 8 cm um 85% weniger Neuschnee. Mit 340 cm (Mittel 597 cm) am Feuerkogel, 935 cm (Mittel 1434 cm) am Sonnblick und 553 cm (Mittel 1220 cm) auf der Rudolfshütte waren die Neuschneesummen des Winterhalbjahres dort die niedrigsten in der Messgeschichte der jeweiligen Wetterstation. Die maximale Schneehöhe zwischen 1. November und 30. April erreichte am Feuerkogel nur 85 cm (Mittel 183 cm), am Sonnblick 253 cm (Mittel 445) und auf der Rudolfshütte 140 cm (Mittel 289 cm). Das sind auf der Rudolfshütte um 20 cm weniger als die bisherigen Negativrekorde und am Feuerkogel und dem Sonnblick wurden die bisherigen Minima lediglich um 15 bzw. 8 cm verfehlt.

Auf der Finstalm (1373 m ü. M.) an den Bayerischen Alpen lag die maximale Schneehöhe bei 20 cm. Damit wurde der bisherige Minima wert aus dem Winter 2019/20 ebenfalls um 20 cm unterboten. Auf dem Zugspitzplateau auf etwa 2650 m ü. M. wurden ab dem 7. Februar neue

Die Wetterbedingungen mit insgesamt trockener Luft und gleichzeitig ausreißend tiefen Nachtemperaturen haben die Erzeugung und Erhaltung von Klirrschnee wie hier in Saalfelden-Leogang zum Teil bis in höhere Schichten (Bild: L. Book) möglich. Der Gegenwind stürzte Schneefall im April in Saalfelden (Bild: MeteoMeldungen/MeteoSchweiz-App). Frühling in Kaprun (nahe Zill am See (Bild: L. Book))



Schneehöhenminima verzeichnet, die mit Ausnahme von Ende März und in der ersten Aprilwoche bis zum Ende des Winterhalbjahres Bestand hatten. Wie Abbildung 4 zeigt, liegt dort im Februar durchschnittlich eine 2,5 m hohe Schneedecke, die sich bis April auf 3,5–4,0 m erhöht. In diesem Winter wurde über lange Zeiträume nur ein Drittel der Referenzschneehöhe erreicht und die bisher niedrigsten Schneehöhen aus dem Winter 1971/72 wurden sogar noch etwas unterboten. Damals fielen im bayerischen Alpenraum zwischen November und April rund 470 mm und damit ähnlich wenig wie im abgelaufenen Winterhalbjahr. In den Klimaarchiven wird hier der Zeitraum November 1933 bis April 1934 mit weniger als 400 mm als trockenstes Winterhalbjahr geführt.

An einer der schneereichsten Messstation der Schweiz am Säntis (2226 m ü. M.) wurde die maximale Schneehöhe des vergangenen Winters von 3,2 m im Februar erreicht. Ab dann ging die Schneedecke aufgrund der mangelnden Niederschläge und milden Temperaturen kontinuierlich zurück und erreichte Ende April einen vorübergehenden Tiefststand von weniger als 2 m. Im Mittel über den Referenzzeitraum steigt die Schneehöhe an dieser Messstation bis Ende April an und erreicht dann einen Höchststand von knapp 4,5 m. Die Messstation auf dem Weissfluhjoch (2540 m ü. M.) verzeichnete während des ganzen Winterhalbjahres unterdurchschnittliche Schneehöhen. Das Maximum von knapp 1,5 m wurde zum Monatswechsel März/April erreicht. Zu dieser Zeit liegt dort im Referenzzeitraum durchschnittlich rund 2 m Schnee. Der April brachte auf dem Weissfluhjoch mit 1,2 m eine der geringsten durchschnittlichen Aprilschneehöhen seit Messbeginn.

Anders und deutlich näher am vieljährigen Durchschnitt war der Schneehöhenverlauf an einigen Stationen im Wallis und auf der Alpensüdseite. In Grächen, nördlich von Zermatt, wurde das Maximum der Schneehöhe ausnahmsweise in der zweiten Aprilhälfte erreicht (fast 80 cm). In der Regel wird das Maximum dort im Februar registriert, es liegt im Mittel über die Referenzperiode 1991–2020 bei etwas über 40 cm (siehe Abbildung 5). In San Bernardino (1640 m ü. M.) wurde Mitte März ein Schneehöhenmaximum von 1,4 m registriert. In der Referenzperiode beträgt das Maximum an diesem Messstandort knapp 80 cm.

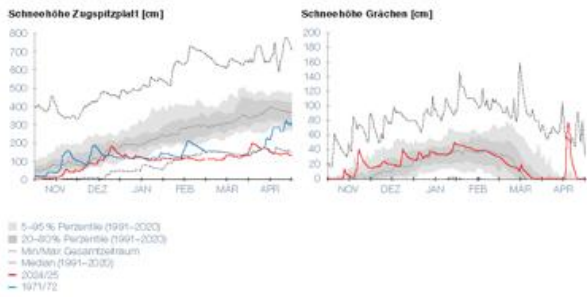


Abbildung 4

Verlauf der Schneedecke (rote Linie) des vergangenen Winterhalbjahres vom 1. November bis 30. April auf dem Zugspitzplatt (links) und in Grächen (rechts) im Vergleich zur Klimatologie der Referenzperiode 1991–2020. Der durchschnittliche Verlauf wird über den Median beschrieben, die am häufigsten anzutreffenden Schneehöhen über die Perzentile: Im 5–95% Perzentil befinden sich 90% aller gemessenen Schneehöhen für einen bestimmten Tag. Die niedrigsten und größten Schneehöhen über den gesamten Messzeitraum sind als gestrichelte graue Linien ergänzt. Zum Vergleich wurde für das Zugspitzplatt der Schneehöhenverlauf des Winters 1971/72 ergänzt (blaue Linie).

Gemittelt über den gesamten Alpenraum brachte der meteorologische Winter (Dezember bis Februar) rund 50% weniger Schnee. Insgesamt dominiert in den letzten Jahrzehnten eine hohe jährliche Variabilität der Schneentwicklung und auch räumlich zeigen sich in manchen Jahren unterschiedliche Muster (siehe Abbildung 5), weshalb gerade bei Fragen der Änderung der Schneeverhältnisse mit dem Klimawandel regionale Daten von hoher Wichtigkeit sind. Verglichen mit den schneereichen 1980er Jahre brachten die letzten drei

Jahrzehnte häufiger unterdurchschnittliche Schneeverhältnisse. Der flächendeckend schneereichste Winter war zuletzt jener von 2008/09. Während der Naturschnee insbesondere im Ostalpenraum gering war, haben die vorherrschenden Witterungsbedingungen mit insgesamt trockener Luft und gleichzeitig ausreichend tiefen Nachttemperaturen die Erzeugung und Erhaltung von Kunstschnee in den größeren Skigebieten zum Teil bis Anfang April sichergestellt.

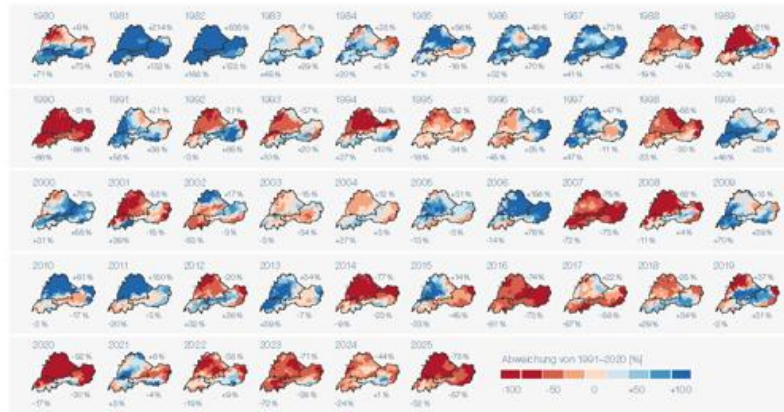


Abbildung 5

Relative Anomalie der mittleren Schneehöhe im Winter 1979/80 bis 2024/25 (jeweils Dezember bis Februar). Farblich dargestellt sind räumliche Mittel der NUTS3 Verwaltungsregionen sowie der Mittelwert der DACH-Länder als Zahlenwert. Die Daten basieren auf Modellrechnungen mit SNOWGRID-CL und ERA5 Daten im Rahmen des Interreg Projektes „Alpine Drought Observatory“ (ado.eurac.edu).

Fokus November 2024: Viel Sonne und Wärme in den Bergen, Hochnebel und relativ kalt im Tal

Das anhaltende Hochdruckwetter in der ersten Novemberhälfte begünstigte Inversionswetterlagen und sorgte in weiterer Folge in den Mittelgebirgs- und Hochgebirgsregionen für überdurchschnittlich warmes und sonniges Wetter. In den Tal- und Beckenlagen gab es zwar immer wieder Nebel und Hochnebel, dennoch schien die Sonne auch hier etwa 40% länger als in einem durchschnittlichen November.

In den Tal- und Beckenlagen entsprechen die Temperaturen oft dem Klimamittel oder lagen darunter. Abseits davon, oberhalb von 1000 m Seehöhe erreichten die Abweichungen zum Klimamittel 1991–2020 meist Werte zwischen 0 und +2,0°C. In manchen Tallagen von Osttirol bis in die Obersteiermark war der November gegenüber dem Klimamittel um 0,5–1,5°C zu kalt.

Im Alpenraum fiel gegenüber dem Mittel 1991–2020 um 50% weniger Niederschlag. Südlich des Alpenhauptkammes erreichten die Defizite zum Klimamittel im Flächenmittel –85%. An manchen Orten blieben Regen oder Schnee fast vollständig aus. Nördlich des Alpenhauptkammes summierte sich um durchschnittlich 35% weniger Niederschlag. Lediglich im Wallis verlief der November mit einem Plus von bis zu 40% relativ nass. Die größten Niederschlagsdefizite nördlich des Alpenhauptkammes traten mit –50 bis –80% in Mittel-Österreich, Engadin sowie von Nordtirol bis zum Wienerwald auf.

Die Inversionswetterlagen* waren auch im weiteren Verlauf des Winterhalbjahres besonders im Dezember und im Februar regional stärker ausgeprägt.

*Inversion = die Umkehr der Normalerweise mit der Höhe abnehmenden Temperaturverläufe in einer mehr oder weniger dichten Luftschicht. Inversionen können durch großräumige Advektion von Wärme (oder Absinkvorgänge in der Höhe sowie durch Abkühlung der bodennahen Luftschicht entstehen). Sie stellen eine Sperrschicht dar, die den Austausch zwischen tieferen und höherer liegender Luft verhindert.

Winterföhn mit Monatsrekord

Im vergangenen Winterhalbjahr gab es in der Schweiz und im angrenzenden Fürstentum Liechtenstein zwei intensive Südföhnperioden. Im Januar und im März stieg die Anzahl der Föhnstunden an einzelnen Messstandorten weit über den Durchschnitt 1991–2020.

Vaduz mit Januarrekord

Am zentralen und östlichen Alpenordhang zeigte sich der Januar ungewöhnlich föhnreich. Vaduz registrierte mit 118 Föhnstunden den föhnreichsten Januar seit Beginn der automatischen Messungen im Jahr 1961. Chur meldete 117 und Altdorf 88 Föhnstunden. An beiden Messstandorten war es Rang 4 für den Monat Januar. Zwei Monate später erreichten die Föhnstunden lokal aber noch deutlich höhere Werte.

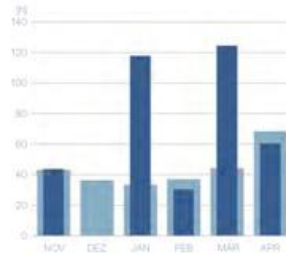


Abbildung 6
Monatliche Föhnstunden von November 2024 bis April 2025 (dunkelblau) im Vergleich zum Durchschnitt 1991–2020 (hellblau), Messstandort Vaduz.

Regional sehr föhnreicher März

Im Wallis sowie am zentralen und östlichen Alpenordhang war der Föhn an vielen Märztagen präsent. Am Walliser Messstandort Visp blies er am 1. März, an den Tagen von 5.–12. sowie an den Tagen von 18.–24. März. Insgesamt registrierte Visp an 16 Tagen Föhnaktivität.

Am Messstandort Visp war besonders auffallend, dass die Föhnstundenzahl vom März 2025 zusammen mit jener vom März 2022 deutlich über allen anderen Märzmonaten seit Messbeginn lag.

Die vielen Tage mit Föhn ergaben auch viele Föhnstunden. Chur meldete 196, Visp 175, Altdorf 126 und Vaduz 125 Föhnstunden. An allen vier Standorten war es Rang 2 in der Liste der föhnreichsten Märzmonate seit Beginn der automatischen Messungen im Jahr 1961.

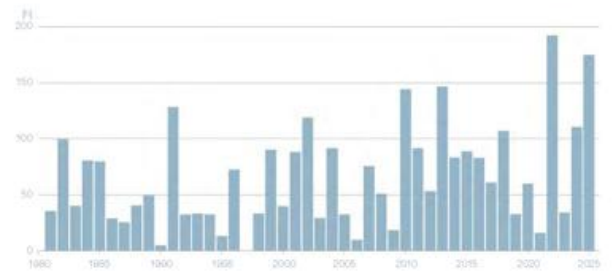


Abbildung 7
Föhnstunden im März in Visp 1981–2025. Der März 2025 brachte in Visp 16 Tage mit Föhn und insgesamt 175 Föhnstunden.

Geschichte und Bedeutung hochalpiner Wetterstationen

Hochalpine Wetterstationen spielen eine zentrale Rolle in der Meteorologie und Klimatologie, insbesondere im komplexen und sensiblen Gebiet der Alpen. Sie liefern unverzichtbare Daten für die Wettervorhersage und Klimaforschung sowie für das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Gebirge und Ökosystemen. Einige dieser Stationen haben bereits eine weit über 100 Jahre zurückreichende Historie. In diesem ersten Teil soll kurz die Entwicklung aufgezeigt und auf die Bedeutung für die Wissenschaft eingegangen werden. Im Juli 2025 besteht die Wetterstation Zugspitze seit 125 Jahren, weshalb ihre Geschichte hier ausführlicher beleuchtet wird.

Historische Meilensteine

Bereits Ende des 18. Jahrhunderts bzw. im Laufe des 19. Jahrhunderts lagen erste Wetter- und Klimabeobachtungen von höher gelegenen Orten oder Bergen vor. Die 1780 unter Kurfürst Karl Theodor gegründete Pfälzische Meteorologische Gesellschaft baute das erste fast weltumspannende Wettermessnetz an nahezu 40 Standorten mit einheitlichen Instrumenten und Beobachtungsregeln auf. Aus dieser Zeit stammt auch die älteste Bergstation, die auf einem der höchsten Erhebungen im Bayerischen Alpenvorland eingerichtet wurde. Der Hohenpollenberg auf knapp 1000 m Höhe mit einer bis heute nahezu ununterbrochenen Klimareihe, die – im Gegensatz zu vielen anderen Stationen des plötzlichen Messnetzes – die Revolutionskriege Ende des 18. Jahrhunderts und die anschließende Säkularisation über-

standen hatte. An der höchsten Station des damaligen Messnetzes in über 2000 m Höhe am Schweizer Gotthardpass wurden die Beobachtungen leider bereits 1792 eingestellt.

Wichtige Impulse zur systematischen Errichtung von Hochstationen erfolgten erst wieder im Zuge der beiden Internationalen Meteorologen-Kongresse in den 1870er Jahren. Der Schweizer Heinrich von Wild, damals Direktor des russischen Wetterdienstes, und der Vorstand des österreichisch-ungarischen Beobachtungsnetzes Julius von Hann, legten dort entsprechende Empfehlungen vor, die in den nachfolgenden Jahren weltweit zum Aufbau von Beobachtungsstationen im Gebirge führten.



Wetterstation Zugspitze, historisches Münchner Haus (Bild: DWZ)

Forschungen und wissenschaftliche Bedeutung

Diese Stationen wurden strategisch an hochgelegenen, damals oft schwer zugänglichen Orten errichtet, um die atmosphärischen Prozesse in den Alpen möglichst genau zu erfassen und die klimatischen Verhältnisse und deren Variabilität zu messen. In den Anfangsjahren der Hochstationen lag der Fokus meist auf Wetterbeobachtungen, mit dem Ziel, bessere Wettervorhersagen (mit den damaligen Mitteln) zu erstellen. Im Laufe der Zeit wurden die Beobachtungen um Gletscherbewegungen bzw. deren Massebilanzen sowie um weitere Umweltparameter wie z.B. Luftelektrizität, Strahlungsflüsse, Radioaktivität oder Luftzusammensetzung bzw. -chemie erweitert.

Aus den frühen Beobachtungen der Bergstationen wurden viele Grundlagen für die allgemeine Meteorologie gelegt, so z.B. die Unterschiede zwischen Hang- und Gipfelklima sowie der freien Atmosphäre, die Formulierung des Berg- und Talwind-Phänomens oder die Eigenschaften und das elektrische Feld von Gewittern. Die Definition des absoluten Wertes der gesamten Sonneneinstrahlung (TSI = total solar irradiance) wurde durch Messungen an Bergstandorten gewonnen. Auch der Einfluss der Höhe oder der UV-Strahlung auf die menschliche Physiologie wurde vermehrt erforscht.

Wetter- und Klimadaten sind essenziell für die Entwicklung, Validierung und Kalibrierung von physikalischen Modellen. Gerade globale Wetter- und Klimamodelle sind derzeit nur unzureichend in der Lage, die konkrete Topographie eines Gebirges wie der Alpen und deren Einfluss auf komplexe physikalische Prozesse nachzu-

bilden. Die Daten hochalpiner Stationen ermöglichen eine bessere Darstellung dieser Prozesse in den Bergen, wie z.B. die Wechselwirkungen zwischen Schnee, Gletschern, Luftströmungen und Temperatur. Sie tragen dazu bei, die Auswirkungen des Klimawandels auf die alpinen Ökosysteme, Gletscher und Wasserressourcen nachzuvollziehen. Zudem verbessern die Daten die Genauigkeit von Vorhersagemodellen, insbesondere bei Extremwetterlagen im Gebirgsraum.

Für die Validierung von Satellitendaten sind Bergstationen ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Bodengestützte Instrumente ermöglichen eine hochauflösende und zeitlich ausgedehnte Erfassung, während Satellitenbilder nur eine Momentaufnahme eines größeren Gebietes liefern. Generell müssen die Sensoren eines Satelliten anhand qualitativ hochwertiger Stationsmessungen kalibriert werden.

Ein aktueller Forschungsschwerpunkt ist die (vertikale) Integration der verschiedenen alpinen Sphären und die Vernetzung der verschiedenen alpinen Stationen und Forschungseinrichtungen, um voneinander abhängige Prozesse besser beschreiben und insbesondere im Hinblick auf alpine Naturgefahren prognostizieren zu können. Dieser Aufgabe hat sich beispielsweise das Virtuelle Alpenobservatorium (VAC) angenommen, ein seit 2012 bestehendes Netzwerk von alpinen Forschungsstationen, zum Teil in Zusammenarbeit mit den nationalen Wetterdiensten.

Zugspitze

Die Wetterstation auf der Zugspitze befindet sich heute noch im selben Gebäude, das Ende des 19. Jahrhunderts an die Vereinshütte der Sektion München des (damals Deutsch-Österreichischen) Alpenvereins, das Münchner Haus, angebaute wurde. Der auf dem Gipfelgrat errichtete Turm mit 9 m Höhe besteht aus einem gemauerten Erdgeschoss und zwei als Holzkonstruktionen ausgeführten Obergeschossen mit einer Bodenfläche von jeweils 16 m². Dabei diente das erste Obergeschoss lange Zeit als Wohnraum, das zweite, das bis in die 1930er Jahre bestenfalls mäßig beheizt, als Instrumentenraum und Labormittellager. Auf dem Dach befindet sich die Beobachtungsplattform, die bis heute alle wesentlichen Messinstrumente trägt. Bereits zur Eröffnung der Station vor 125 Jahren am 19. Juli 1900 bestand eine – in den ersten Jahren noch sehr witterungsanfällige – Telefonleitung auf den Gipfel. Heutzutage durch Arbeitszeitregelung oder Work-Life-Balance nahezu unbenutzbar: Bis zur Eröffnung der Tiroler Zugspitzbahn 1926 bzw. der bayerischen Zahnradbahn zum Schneefemerhaus mit einer Seilschwebebahn zum Gipfel 1931, vollzogen die (ausschließlich) männlichen Beobachter ihren Dienst meist elf Monate ohne Unterbrechung von August bis Juni des Folgejahres, der Juli war für Urlaub vorgesehen. Da das Münchner Haus nur im Sommer geöffnet hatte, hieß das für den Beobachter über viele Monate Einsamkeit in spektakulärer, aber vor allem im Winter oft auch unfreundlicher Natur.

So schildert einer der ersten Zugspitz-Beobachter, Josef Reger, in einem Brief vom April 1906 an seine Schwester folgendes: «Der stärkste Orkan herrschte am 7. Januar und dauerte 10–12 Stunden. Ich lag da die meiste Zeit im Bett, da ich die Stube nicht erwärmen konnte. [...] Bald darauf kam ein schwächerer Süd Sturm, der mir aber andere Schwierigkeiten brachte. [...] Hände und Füße waren stoll vor Kälte, so dass ich sie eiligst mit Schnee reiben musste, um Geföh hineinzubringen. Außenstade, bei dem Süd Sturm Feuer in den Ofen zu bringen, lief ich zwei Stunden mit Handschuhen an den Händen und fest eingehüllt in der Stube auf und ab. Zur Not konnte ich meine Beobachtungen aufschreiben, mit Blei natürlich, denn die Tinte war zu einem Eisklumpen erstarrt. Ich hatte nämlich in der Wohrstube, wo ich abends bis halb 10 Uhr noch heizte, in der Frühe -15°C.»

Diese «Einzelkämpfer» waren nicht nur Beobachter, sondern bearbeiteten zunehmend auch Forschungsaufgaben u.a. zu Fragen auf dem Gebiet der Strahlung, Luftkörpereigenschaften oder elektrischen Zuständen in der Troposphäre. In diesem Zuge arbeiteten ab den 1930er Jahren, mit Ausnahme der Kriegsjahre, zwis bis drei Mitarbeiter auf dem Zugspitz-Observatorium, davon ein Wissenschaftler.

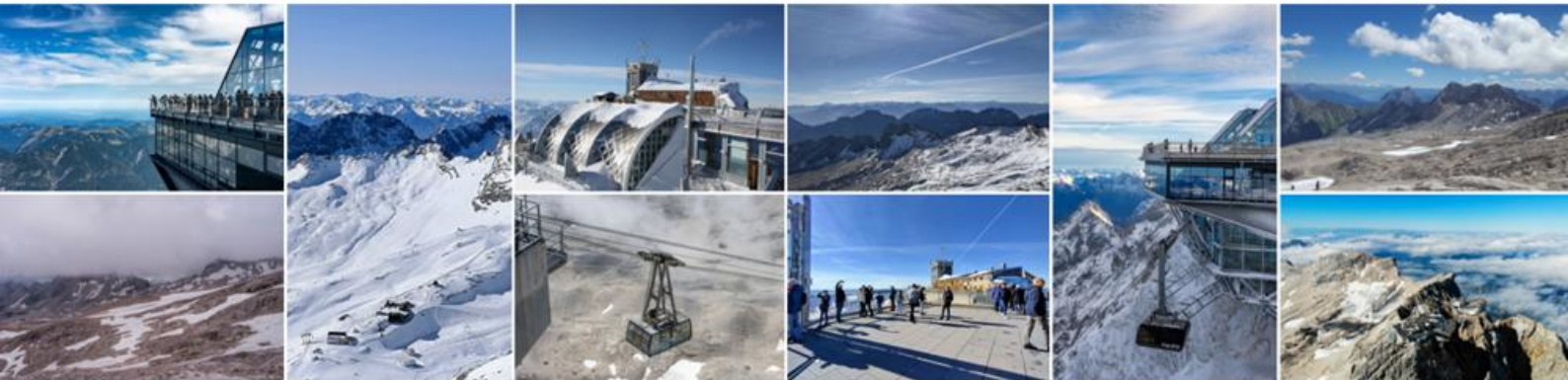
Eine Lücke in der 125-jährigen Zugspitz-Messreihe gab es nur zwischen dem 5. Mai und dem 14. August 1945. In den Jahren nach dem 50-jährigen Zugspitzjubiläum verdichtete sich das Meldesoll immer weiter und sonstige Aufgaben ließen kaum noch Raum für Forschungsarbeiten. Der Rechnungshof empfahl, das Observatorium in eine Wetterstation umzuwandeln und den Wissenschaftler durch einen Techniker zu ersetzen, was 1964 umgesetzt wurde. Zur Rationalisierung des Personaleinsatzes wurden 1978 die Wetterstationen Garmisch-Partenkirchen und Zugspitze zusammengelagert.

Heute sind die Beobachtungen auf der Zugspitze größtenteils automatisiert. Das Personal misst, aufgrund der schwierigen Bedingungen einer Gipfelstation, den Tagesniederschlag weiterhin mit einem Hellmann-Niederschlagsmesser und steuert die Schneehöhe ein, welche seit 1911 zeitweise und spätestens nach 1945 auf dem Zugspitzplateau im Bereich des nördlichen Schneefemers gemessen wird. Neben der Wartung der Messinstrumente auf der Dachplattform, überwacht das Personal die Probensammler für die Erfassung von Radioaktivität in der Luft und im Niederschlag sowie von verschiedenen Luftverunreinigungen in der Atmosphäre im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW)-Programms der

Wetterorganisation für Meteorologie. Diese Aufgaben werden zum Teil noch im historischen Turm, zum Teil im ehemaligen Hotel Schneefemerhaus durchgeführt, welches 1999 durch den Freistaat Bayern in eine interdisziplinäre Umweltforschungsstation (UFS) umgebaut wurde.

Die Verstellung weiterer prominenter hochalpiner Wetterstationen, die regelmäßig Eingang im Alpenklimabericht finden, folgt in einem zweiten Teil im Alpenklimabericht für das Sommerhalbjahr 2025. Zudem werfen wir ein Blick auf die Auswertung langjähriger hochalpiner Beobachtungsreihen.

Impressivem aus dem Zugspitzgipfel



Höhe über Meer

2962 m

Durchschnittstemperatur

-4,1 °C

Sonnenschein pro Jahr

1903 h

Referenzperiode 1981-2010

Jährliche Niederschlagsmenge

2076 mm



