



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 254

Milde und kalte Bergwinter

Stephan Bader, Sophie Fukutome



ISSN: 2296-0058

Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 254

Milde und kalte Bergwinter

Stephan Bader, Sophie Fukutome

Empfohlene Zitierung:

Bader S, Fukutome S: 2015, Milde und kalte Bergwinter, *Fachbericht MeteoSchweiz*, **254**, 10 pp.

Herausgeber:

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, © 2015

MeteoSchweiz

Operation Center 1
CH-8058 Zürich-Flughafen
T +41 58 460 91 11
www.meteoschweiz.ch

Zusammenfassung

Am Übergang von den 1980er zu den 1990er Jahren haben sich die Schweizer Bergwinter innerhalb sehr kurzer Zeit markant erwärmt. In den anschliessenden zwei Jahrzehnten folgte eine signifikante Abkühlung zurück auf das Temperaturniveau vor der Erwärmung. Solche Wechsel zwischen milden und kalten Bergwinterperioden verlaufen hoch korreliert mit dem Wechsel winterlicher Wetterlagenmuster. Die Variabilität der Schweizer Bergwintertemperatur kann zu 65 bis 70 Prozent mit der Variabilität der Häufigkeit von fünf hochdruck- und fünf tiefdruckbestimmten Wetterlagen erklärt werden. Dabei sind hochdruckbestimmte Wetterlagen für milde, tiefdruckbestimmte Wetterlagen für kalte Bergwintertemperaturen verantwortlich. Die vorliegende Studie zeigt auf, dass das hochalpine winterliche Temperaturregime zu einem überwiegenden Teil durch herantransportierte milde oder kalte Luftmassen bestimmt wird, und dass Änderungen im hochalpinen winterlichen Temperaturregime hauptsächlich durch Änderungen in der Häufigkeit von Warmluft- und Kaltluftwetterlagen verursacht werden.

Résumé

Au passage des années 80 aux années 90, les Alpes suisses ont connu un réchauffement significatif durant la saison hivernale, et cela dans un laps de temps très court. Durant les deux décennies suivantes, un net refroidissement s'est produit avec un retour à des températures qui précédaient le réchauffement. En montagne, ce genre de changement entre périodes hivernales douces et froides sont fortement corrélables à l'échantillon situations hivernales types. La variabilité des températures hivernales dans les montagnes suisses peut être expliquée, à 65 ou 70 pourcent, par la variabilité de l'occurrence de cinq situations types dépressionnaires et de cinq situations types anticycloniques. Pour cela, nous avons individualisé, pour les régions de montagne, les situations types anticycloniques pour les températures douces et les situations types dépressionnaires pour les températures froides. L'étude montre que le régime de température hivernale dans les régions les plus élevées des Alpes est en grande partie régit par les advections d'air froid ou d'air chaud. Les changements du régime des températures hivernales en haute montagne sont donc liés aux changements de la fréquence des advections d'air froid ou d'air chaud.

Olivier Codiluppi

Riassunto

Al passaggio dagli anni '80 agli anni '90, gli inverni nelle montagne svizzere hanno visto un riscaldamento marcato in breve tempo. È seguito un raffreddamento significativo nei due decenni successivi, ritornando al livello di temperatura precedente al riscaldamento. Tali cambiamenti tra periodi miti e periodi freddi degli inverni montani sono altamente correlati con il cambiamento delle situazioni meteorologiche invernali. La variabilità della temperatura invernale montana svizzera può essere spiegata nella misura del 65 fino al 70 percento con la variabilità della frequenza di cinque situazioni meteorologiche dominate dalla bassa pressione e cinque dall'alta pressione. Le situazioni meteorologiche dominate dall'alta pressione sono responsabili per inverni montani miti, quelle dominate dalla bassa pressione per inverni montani freddi. Il presente studio mostra come il regime delle temperature invernali d'alta quota è predominato dall'arrivo di masse d'aria mite o fredda e come i cambiamenti nel regime delle temperature invernali di alta montagna sono causati principalmente da cambiamenti nella frequenza delle situazioni meteorologiche caratterizzate dal trasporto di masse d'aria calda o fredda.

Francesco Isotta

Abstract

Towards the end of the 1980s winters in the Swiss mountains warmed substantially within a very short time. During the subsequent two decades, however, the temperature receded to its original level. Such changes from mild to cold Mountain winter periods are highly correlated with changes of weather type patterns. 65 to 70 percent of the variability of the winter temperature in the Swiss Mountains can be explained with the variability of five cyclonic (cold conditions) and five anti-cyclonic (mild conditions) weather types. The present study shows that the high-altitude winter temperature regime is determined mainly by mild or cold air mass transports and that changes are caused mainly by variations in the frequency of mild and cold air weather types.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	V
Résumé	V
Riassunto	VI
Abstract	VI
1 Markante Temperaturänderungen	1
2 Wetterlagen und Temperaturregime	2
3 Milde Bergwinter durch Warmluft-Zufuhr	3
4 Kalte Bergwinter durch Kaltluft-Zufuhr	4
5 Zur Unterscheidung Warmluft – Kaltluft	6
6 Temperaturtrends	7
7 Schlussfolgerungen	8
Literaturverzeichnis	10

1 Markante Temperaturänderungen

Am Ende der 1980er Jahre ist in allen Höhenstufen der Schweiz eine schnelle Wintererwärmung feststellbar [1]. In Hochgebirgslagen ist anschliessend ein auffallender Rückgang der Wintertemperatur zu beobachten (Abb. 1). Zwischen 1989 und 2013 zeigt sich im Mittel der Messstationen Jungfrauoch (3580 m ü.M.), Gütsch (2282 m ü.M.), Weissfluhjoch (2690 m ü.M.), Säntis (2490 m ü.M.) und Gd. St. Bernard (2472 m ü.M.) ein signifikanter Trend von -1.2 Grad pro Jahrzehnt. Die Bergwinter sind in den vergangenen 20 Jahren also wieder rund 2.4 Grad kühler geworden. Eingebettet in die winterliche Abkühlung ist der massive Wärmeschub der beiden Winter 2006/07 und 2007/08.

Das Erwärmungs- und Abkühlungsmuster der vergangenen Jahrzehnte ist nicht nur an den höchstgelegenen Messstandorten feststellbar. Es zeigt sich auch in der Höhenlage von Arosa auf 1840 m ü.M. in den Ostalpen oder von Grächen auf 1550 m ü.M. in den Westalpen der Schweiz (Abb. 1). Im Flachland ist die Erwärmung ähnlich kräftig, die Abkühlungsphase hingegen weit weniger ausgeprägt.

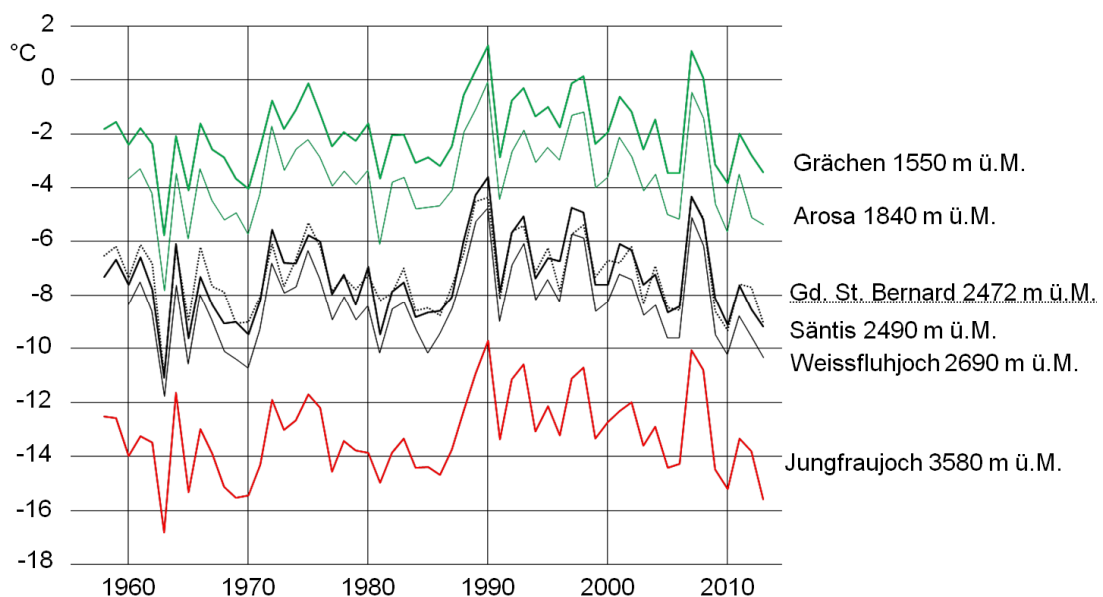


Abbildung 1: Wintertemperatur (Mittel Dezember bis Februar, berechnet aus homogenen Monatsdaten) in der Periode 1957/58 bis 2012/13 für verschiedene Höhenlagen in den Schweizer Alpen. Die Messreihen für Arosa und Weissfluhjoch sind ab 1959/60 homogen verfügbar.

2 Wetterlagen und Temperaturregime

Es gehört zur täglichen synoptischen Erfahrung mit den Witterungsabläufen im Alpenraum, dass vor allem in der kühlen Jahreshälfte der Lauf der Temperatur dem Wechselspiel von heran fließenden Luftmassen polarer und subtropischer Herkunft unterworfen ist. Die Erfassung und Differenzierung von solchen grossräumigen Strömungen erfolgt in Form von Wetterlagen.

Der Zusammenhang zwischen stark abweichenden saisonalen Temperaturen und dem grossräumigen Transport von Luftmassen hat der holländische Wetterdienst am Beispiel des extrem warmen Herbstes 2006 detailliert analysiert [2]. Laut dieser Studie waren damals die hohen Temperaturen in Europa hauptsächlich die Folge heran fließender Warmluft aus südlichen Richtungen. Das unterstreicht die zentrale Rolle von Wetterlagen bzw. Strömungsmustern bei der Interpretation von kurzfristigen oder auch länger anhaltenden klimatischen Schwankungen.

Die nachfolgende Untersuchung zum Zusammenhang zwischen der Bergwinter-Temperatur und Wetterlagen wurde unter Beizug der seit Beginn 2011 neu an der MeteoSchweiz verfügbaren Wetterlagenstatistik durchgeführt [3,4,6]. Zur Auswahl stehen verschiedene Klassifikationen zwischen 9 und 27 Wetterlagen. Verwendet wurde die Klassifikation GWT26_Z500 mit 26 Wetterlagen, welche auf dem 500 hPa-Strömungsmuster basiert [4,5,6]. Die Untersuchung stützt sich auf die täglichen Wetterlagen der Wintermonate Dezember bis Februar (Abb. 2) und die homogenen Tages- und Monatsmittel der Temperatur der Hochgebirgsmessstation Jungfraujoch (3580 m ü.M.).

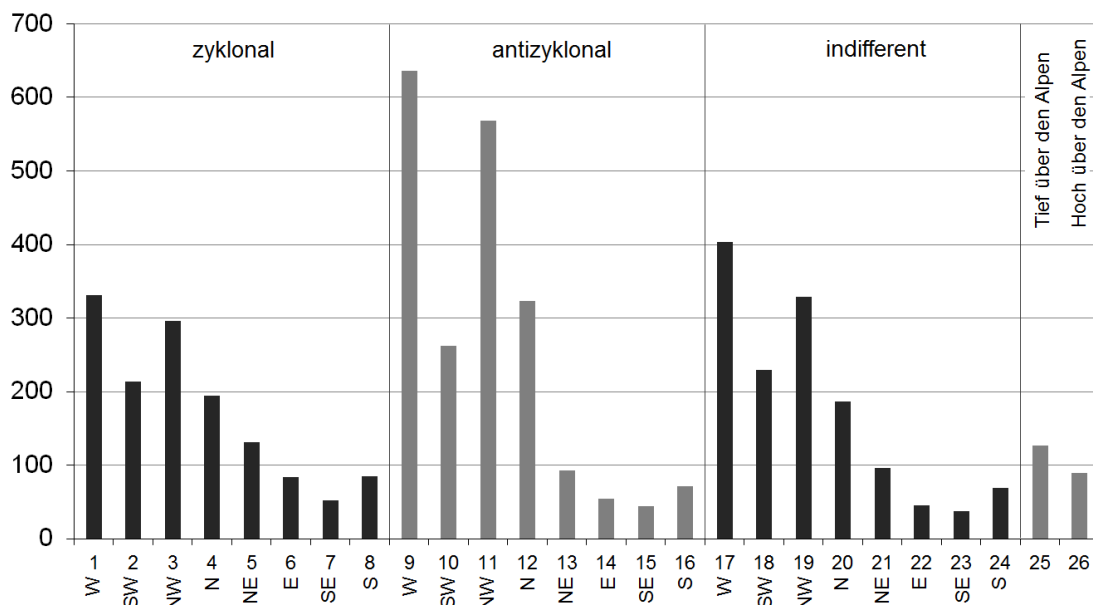


Abbildung 2: Häufigkeit der winterlichen Wetterlagen (DJF) von 1957/58 bis 2012/13 gemäss der Klassifikation GWT26_Z500 [4,5,6]. Klassen 1 bis 8: zyklonale (tiefdruckbestimmte) Wetterlagen; Klassen 9 bis 16: antizyklonale (hochdruckbestimmte) Wetterlagen; Klassen 17 bis 24: indifferente Wetterlagen; Klasse 25: Tiefdruck über den Alpen; Klasse 26: Hochdruck über den Alpen. Täglich wird jeweils eine Wetterlage bestimmt. Die Bezeichnungen der Strömungsmuster der Klassen 1 bis 26 sind online unter [5] zu finden.

3 Milde Bergwinter durch Warmluft-Zufuhr

Mild wird es im Winter in hohen Lagen, wenn unter Hochdruckeinfluss (antizyklonale Strömung) milde Luftmassen vom mittleren Atlantik zu den Alpen fließen (Abb. 3, Wetterlagen Nr. 09, 10, 11, 12). Sehr milde Verhältnisse herrschen, wenn sich der Kern des Hochdruckgebiets direkt über dem Alpenraum befindet (Abb. 3, Wetterlage Nr. 26). Wintertage mit den Wetterlagen 09, 10, 11, 12 zeigen an der Messstation Jungfraujoch für die Periode 1959/60–2012/13 eine mittlere Tagesmitteltemperatur zwischen -10.7 und -9.1 Grad C, mit der Wetterlage 26 eine solche von -7.8 Grad C (Tab. 1). Die Wetterlage 26 ist allerdings bedeutend weniger häufig als die antizyklonalen Strömungslagen 09 bis 12 (Abb. 2).

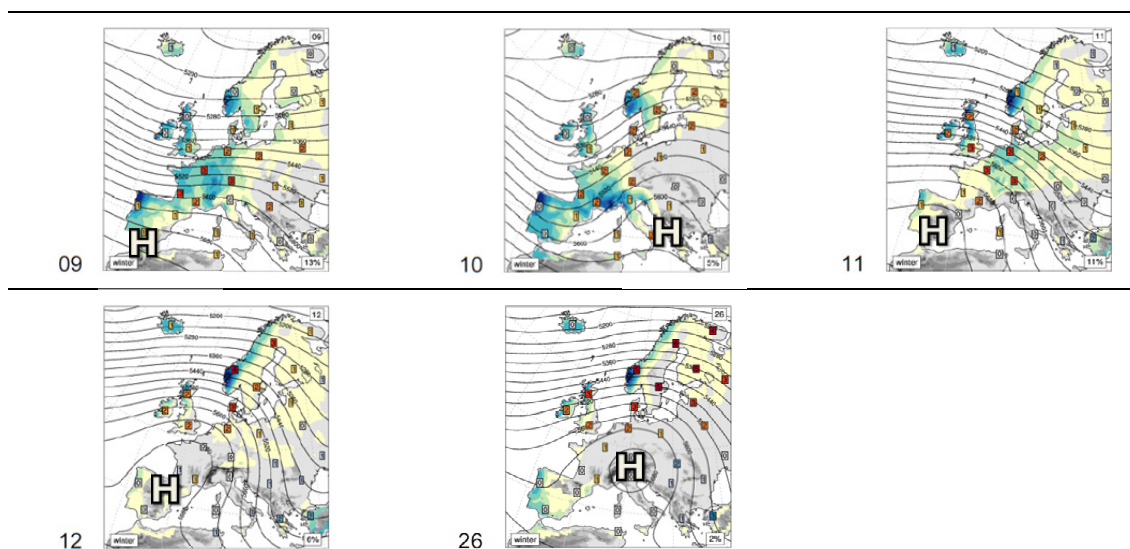


Abbildung 3: Strömungsmuster der winterlichen Warmluft-Wetterlagen: Antizyklonale Westlage (09), antizyklonale Südwestlage (10), antizyklonale Nordwestlage (11), antizyklonale Nordlage (12), Hochdruck über dem Alpenraum (26). Die Nummern entsprechen der GWT26_Z500 Klassierung [4,5].

Tabelle 1: Mittlere Tagesmitteltemperatur im Winter an der Messstation Jungfraujoch in der Periode 1957/58 bis 2012/13 für Tage mit den Wetterlagen 09, 10, 11, 12 und 26 (GWT26_Z500). Als Basis dient die homogene Tagesmitteltemperatur.

Wetterlage	Mittlere Tagesmitteltemperatur Grad C	Standardabweichung Grad C
09 West, anticyclonic	-9.6	3.2
10 SouthWest, anticyclonic	-10.7	2.9
11 NorthWest, anticyclonic	-9.4	3.1
12 North, anticyclonic	-9.1	2.9
26 High Pressure	-7.8	2.9

Während milden Bergwintern sind die hochdruckbestimmten Wetterlagen 09, 10, 11, 12 und 26 mit Warmluftzufuhr (Warmluftadvektion) häufiger als während kalten Bergwintern, wobei dieser Zusammenhang (Korrelation) auffallend stark ist (Abb. 4). Insgesamt ergibt sich im untersuchten Zeitraum 1957/58 bis 2012/13 eine stark signifikante Korrelation ($r = 0.81$; $p\text{-value} \leq 0.001$) zwischen der Häufigkeit der fünf Warmluft-Wetterlagen und der hochalpinen Wintertemperatur.

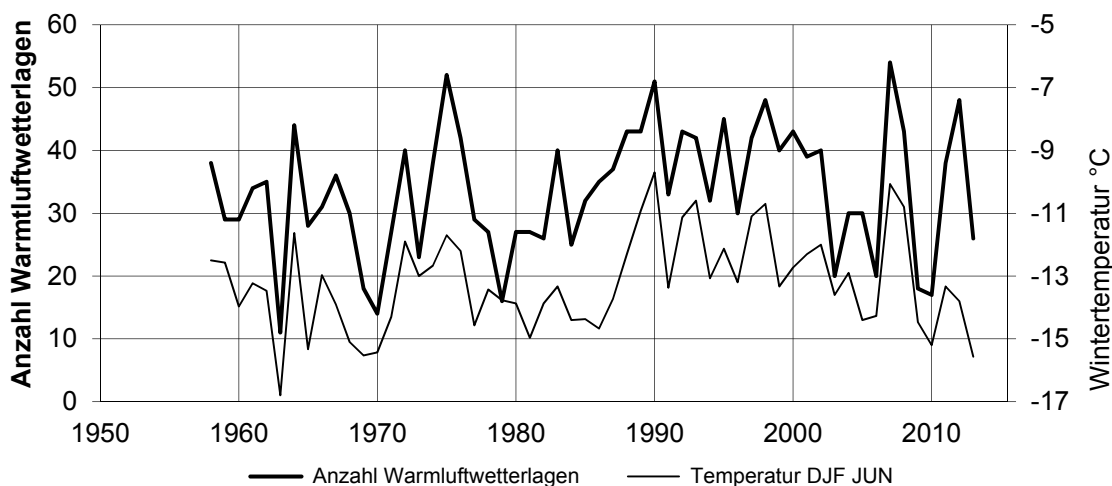


Abbildung 4: Die Häufigkeit von winterlichen Warmluft-Wetterlagen (Skala links; GWT26_Z500 09, 10, 11, 12 und 26 [4,5] im Vergleich zur hochalpinen Wintertemperatur (Mittel Dezember bis Februar, Skala rechts) an der Messstation Jungfrauoch (JUN; 3580 m ü.M.). Verwendet werden die homogenen Monatstemperaturen.

4 Kalte Bergwinter durch Kaltluft-Zufuhr

Kälte bringen Wetterlagen, welche Luftmassen aus dem hohen Norden zu den Alpen strömen lassen (Kaltluftadvektion). Tiefe Temperaturen in Berglagen werden hauptsächlich durch zyklonale Westlagen, zyklonale Südwestlagen, zyklonale Nordwestlagen und zyklonale Nordlagen verursacht (Wetterlagen 01 bis 04). Sie sind also primär die Folge von tiefdruckbestimmten Strömungslagen (Abb. 5). An Wintertagen mit diesen Wetterlagen liegt die mittlere Tagesmitteltemperatur an der Messstation Jungfrauoch für die Periode 1957/58–2012/13 zwischen -17.7 und -18.7 Grad C (Tab. 2). Sehr tiefe Temperaturen in Berglagen treten bei Tiefdruckgebieten mit Kern über dem Alpenraum auf (Wetterlage 25). Die mittlere Tagesmitteltemperatur liegt dann bei -19.8 Grad C (Tab. 2). Diese Wetterlage ist allerdings weit weniger häufig als die oben genannten zyklonalen Strömungslagen (Abb. 2).

4 Kalte Bergwinter durch Kaltluft-Zufuhr

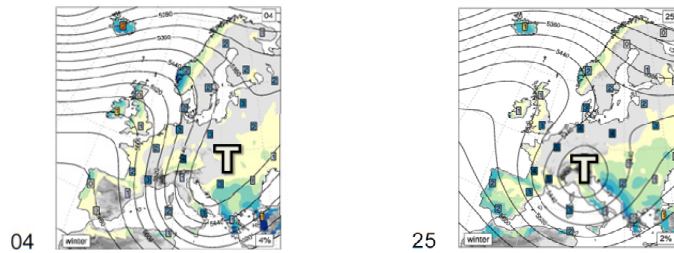
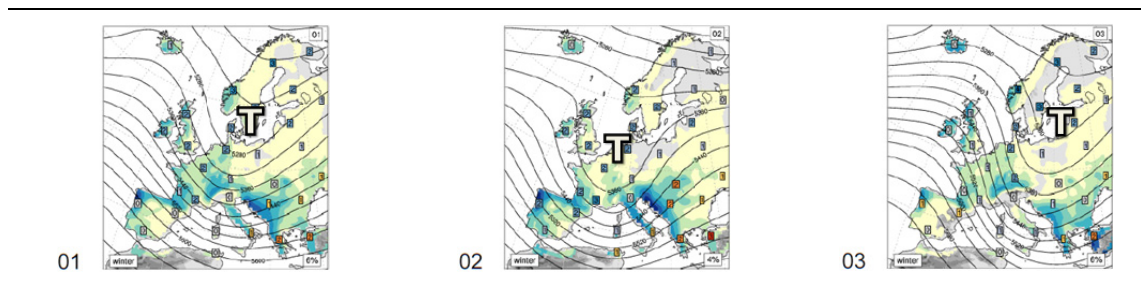


Abbildung 5: Strömungsmuster der winterlichen Kaltluft-Wetterlagen: Zyklonale Westlage (01), zyklonale Südwestlage (02), zyklonale Nordwestlage (03) und zyklonale Nordlage (04), Tiefdruck über dem Alpenraum (25). Die Nummern entsprechen der GWT26_Z500 Klassierung [4,5].

Tabelle 2: Mittlere Tagesmitteltemperatur an der Messstation Jungfrauoch in der Periode 1957/58 bis 2012/13 für Tage mit den Wetterlagen 01, 02, 03, 04 und 25 (GWT26_Z500). Als Basis dient die homogene Tagesmitteltemperatur.

Wetterlage	Mittlere Tagesmitteltemperatur Grad C	Standardabweichung Grad C
01 West, cyclonic	-18.6	4.1
02 SouthWest, cyclonic	-17.7	4.0
03 NorthWest, cyclonic	-18.7	4.2
04 North, cyclonic	-18.3	4.5
25 Low Pressure	-19.8	4.7

Während milden Bergwintern sind Kaltluft-Wetterlagen selten. Umgekehrt zeigen kalte Bergwinter häufig Wetterlagen mit Kaltluftzufuhr. Entsprechend lässt sich während der Abnahme der Bergwintertemperatur in den letzten 20 Jahren eine Zunahme der Kaltluft-Wetterlagen beobachten (Abb. 6). Als Folge des Wechselspiels zwischen Warmluft- und Kaltluft-Wetterlagen ist wie im Fall hochalpine Wintertemperatur/Warmluft-Wetterlagen auch zwischen der hochalpinen Wintertemperatur und den Kaltluft-Wetterlagen ein signifikanter Zusammenhang vorhanden, diesmal aber als signifikante Anti-Korrelation ($r = -0.84$, $p\text{-value} \leq 0.001$).

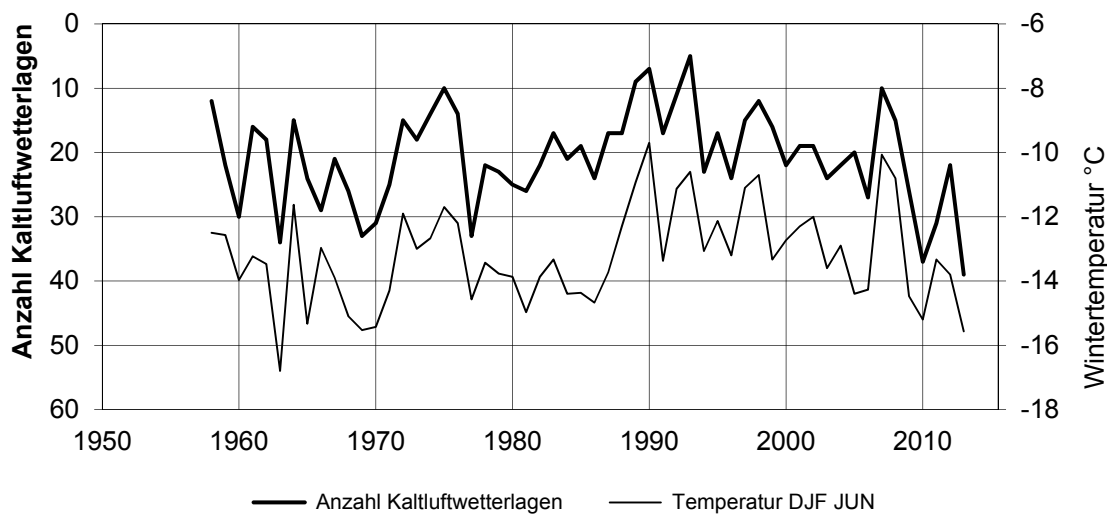


Abbildung 6: Die Häufigkeit von winterlichen Kaltluft-Wetterlagen (Skala links von oben nach unten zu lesen; GWT26_Z500 01, 02, 03, 04 und 25 [4,5]) im Vergleich zur hochalpinen Wintertemperatur (Mittel Dezember bis Februar, Skala rechts) an der Messstation Jungfrauoch (JUN; 3580 m ü.M.). Verwendet werden die homogenen Monatstemperaturen.

5 Zur Unterscheidung Warmluft – Kaltluft

Die fünf antizyklonalen Wetterlagen unterscheiden sich in ihrem winterlichen Temperaturregime eindeutig von den fünf zyklonalen Wetterlagen (Abb. 7, Tab. 1, Tab. 2). Das rechtfertigt die Bezeichnung Warmluft-Wetterlagen (09 bis 12 und 26) und Kaltluft-Wetterlagen (01 bis 04 und 25). In der verfügbaren Periode 1957/58 bis 2012/13 umfassen allein diese zehn Wetterlagen 60 Prozent aller Wintertage. Die restlichen 16 Wetterlagen verteilen sich über die verbleibenden 40 Prozent der Wintertage (vgl. Abb. 2).

Neben den betrachteten antizyklonalen und zyklonalen Wetterlagen zeigen auch einige indifferente Wetterlagen eine grosse Häufigkeit (Abb. 2). Die indifferenten Wetterlagen, welche weder eindeutig antizyklonal noch eindeutig zyklonal bestimmt sind, können je nach Situation sowohl Warmluft als auch Kaltluft heranzuführen. Indifferente Wetterlagen lassen sich somit nicht als ganze Gruppe als Warmluft- oder als Kaltluft-Wetterlagen bezeichnen (Abb. 7). Sie werden deshalb in der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt. Für die Interpretation der Resultate (siehe weiter unten) spielen die indifferenten Wetterlagen auf Grund ihrer Häufigkeit aber dennoch eine gewisse Rolle.

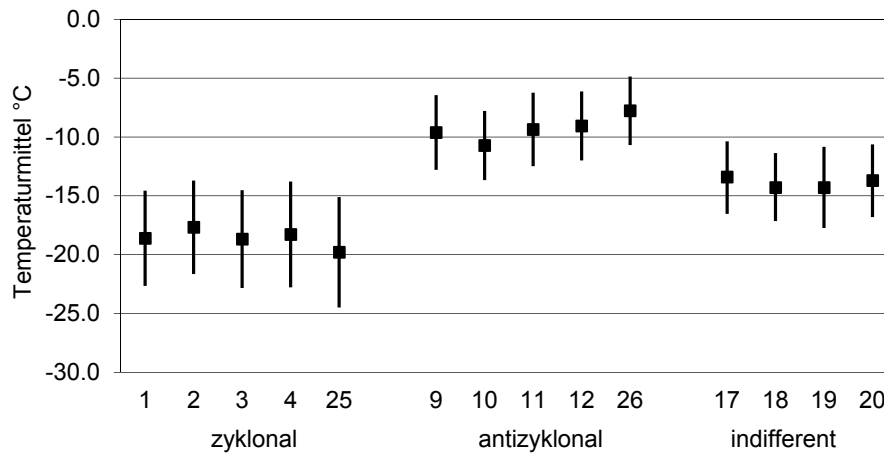


Abbildung 7: Vergleich der mittleren Tagesmitteltemperatur (schwarze Quadrate) der drei Wetterlagen-Gruppen zyklonal (Kaltluft), antizyklonal (Warmluft) und indifferent (Warm- und Kaltluft) inklusive zugehöriger Standardabweichung (vertikale Balken).

6 Temperaturtrends

Mit dem Winter 2012/13, dem letzten in der vorliegenden Analyseperiode, erreichte die hochalpine winterliche Abkühlung einen vorläufigen Tiefstwert. Auf dem Jungfrauojoch war es mit einer Mitteltemperatur von -15.6 Grad der kälteste Winter in den letzten 50 Jahren. Letztmals deutlich kälter mit einer Mitteltemperatur von -16.8 Grad war der Winter 1962/63 (Abb. 1).

Die markante winterliche Abkühlung bis auf das Niveau vor der schnellen Wintererwärmung um 1990 macht sich auch in der längerfristigen hochalpinen Klimaentwicklung bemerkbar. 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 Güttsch, sowie für die Passage 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.

7 Schlussfolgerungen

Die Variabilität im langjährigen Verlauf der Bergwinter-Temperatur kann zu rund 65 bis 70 Prozent mit der Variabilität der Häufigkeit von fünf antizyklonalen Warmluft- und von fünf zyklonalen Kaltluft-Wetterlagen erklärt werden. Dabei ist der Einfluss der zyklonalen Kaltluft-Wetterlagen leicht stärker ($r^2 = 0.70$) als jener der antizyklonalen Warmluft-Wetterlagen ($r^2 = 0.65$). Mit den betrachteten zehn Wetterlagen (01 bis 04, 09 bis 12, 25, 26) flossen 60 Prozent aller Winter-Wetterlagen (Periode 1957/58 bis 2012/13) in die Analyse ein. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass zusätzlich auch indifferente Wetterlagen ihren Anteil an der Warmluft- und Kaltluftadvektion haben, ist davon auszugehen, dass die Variabilität der Bergwintertemperatur nicht nur zu rund 65 bis 70 Prozent, sondern sogar zu einem höheren Prozentanteil mit der Variabilität der Wetterlagenmuster erklärt werden kann.

Die Zufuhr von Warmluft- und Kaltluft spielt also, wie aus der synoptischen Erfahrung grundsätzlich auch erwartet, die dominante Rolle im hochalpinen winterlichen Temperaturregime. Mit der Feststellung, dass die periodischen Änderungen der hochalpinen Wintertemperatur (Abb. 1) zwischen 1957/58 und 2012/13 eng an die periodischen Änderungen im atmosphärischen Strömungsmuster gekoppelt sind, kann als eine wesentliche Ursache für die schnelle Wintererwärmung am Ende der 1980er Jahre die Zunahme von Wetterlagen mit Warmluftadvektion bzw. die Abnahme von Wetterlagen mit Kaltluftadvektion identifiziert werden. Dasselbe gilt auch für den extremen zweijährigen Warmwinter-Ausschlag von 2006/07 und 2007/08. Unter Beizug derselben Argumentation ist die hochalpine winterliche Abkühlung in den vergangenen 20 Jahren im Wesentlichen eine Folge der Zunahme von Wetterlagen mit Kaltluftadvektion im Wechselspiel mit der Abnahme von Wetterlagen mit Warmluftadvektion.

Daraus folgt, dass die periodische Umstellung des grossräumigen winterlichen Wetterlagenmusters mit der entsprechenden periodischen Dominanz von Warmluft- beziehungsweise Kaltluftwetterlagen einen substantiellen Beitrag zum langfristigen hochalpinen winterlichen Temperaturentrend liefert. Eine Reanalyse der Schweizer Temperaturentrends aller Höhenstufen für die Periode 1959–2008 ergab für den Winter einen Beitrag der Zirkulationsänderung von durchschnittlich über 50 Prozent [7]. Die Feststellung, dass sich in den vergangenen über 50 Jahren die hochalpine Temperaturentwicklung im Winter im Wesentlichen auf wetterlagenbedingte Erwärmungs- und Abkühlungsphasen beschränkte, unterstreicht deren Bedeutung bei der Interpretation langfristiger Temperaturentrends.

Das grossräumige winterliche Wetterlagenmuster über Europa zeigt oft einen engen Zusammenhang mit der Nordatlantischen Oszillation [8]. Es ist deshalb nicht überraschend, dass der in diesem Bericht aufgezeigte Verlauf der dominanten winterlichen Wetterlagenmuster dem Verlauf des klassischen NAO-Indexes sehr nahe kommt. Vor allem die Phase mit stark positiven Index-Werten ab Ende der 1980er Jahre bis Mitte der 1990er Jahre [9] zeigt eine starke Übereinstimmung mit der vorübergehenden Zunahme der winterlichen Warmluftwetterlagen bzw. der Abnahme der Kaltluftwetterlagen im Alpenraum. Für eine weitergehende Analyse zur periodischen winterlichen Zirkulationsänderung im Alpenraum ist es deshalb die Prüfung dieses Zusammenhangs von Interesse.

7 Schlussfolgerungen

Aber auch damit bleibt die eigentliche Ursache für die beobachteten und hier beschriebenen klimatischen Schwankungen nicht geklärt, nämlich weshalb die Atmosphäre ihr grossräumiges winterliches Wetterlagenmuster bzw. ihr winterliches Strömungsregime über Europa hin und wieder stark umstellt.

Literaturverzeichnis

- [1] **Begert M., Schlegel T. and Kirchhofer W., 2005:** Homogeneous temperature and precipitation series of Switzerland from 1864 to 2000. *Int. J. Climatol.*, 25, 65–80.
-
- [2] **van Oldenborgh G.J., 2007:** How unusual was autumn 2006 in Europe? *Climate of the Past*, Vol. 3, 659–668,
-
- [3] **Schiemann R., Frei C., 2010:** How to quantify the resolution of surface climate by circulation types: An example for Alpine precipitation. *Physics and Chemistry of the Earth* 35, 403–410.
-
- [4] **MeteoSchweiz, 2011:** Characterisation of weather type classification GWT26_Z500. Interne Dokumentation.
-
- [5] **MeteoSchweiz, 2011:** Description of (new) Weather Types used at MeteoSwiss. Interne Dokumentation.
-
- [6] **Weusthoff T., 2011:** Weather Type Classification at MeteoSwiss – Introduction of new automatic classifications schemes, *Arbeitsberichte der MeteoSchweiz*, 235, 46 pp.
-
- [7] **Ceppi P., Scherrer C., Fischer A.M., Appenzeller C., 2010:** Revisiting Swiss temperature trends 1959-2008. *Internat. Journal of Climatology*. Royal Meteorological Society, Wiley Online Library. DOI: 10.1002/joc.2260.
-
- [8] **Deutscher Wetterdienst, 2008:** Die Nordatlantische Oszillation (NAO). *Promet, Meteorologische Fortbildung*, Jg. 34, Heft 3/4.
-
- [9] **Leckebusch G.C., Kapala A., Mächel H., Pinto J.G., Reyers M., 2008:** Indizes der Nordatlantischen und Arktischen Oszillation. *Promet, Meteorologische Fortbildung*, Jg. 34, Heft 3/4, 95–100.
-

MeteoSchweiz
Operation Center 1
CH-8058 Zürich-Flughafen

T +41 58 460 91 11
www.meteoschweiz.ch

MeteoSvizzera
Via ai Monti 146
CH-6605 Locarno Monti

T +41 91 756 23 11
www.meteosvizzera.ch

MétéoSuisse
7bis, av. de la Paix
CH-1211 Genève 2

T +41 22 716 28 28
www.meteosuisse.ch

MétéoSuisse
Chemin de l'Aérogologie
CH-1530 Payerne

T +41 26 662 62 11
www.meteosuisse.ch