



Die über 2000 m hohen Gipfel des Libanongebirges liegen nur rund 20 km östlich von Beirut. In der Region gibt es sechs Skigebiete. Das älteste, Mzaar Kfardebian, hat seinen Ursprung in den 1960er-Jahren. Das Bild oben entstand im Januar 2017 und zeigt die Hänge unterhalb des Mzaar (2465 m). Nach einigen Jahren mit relativ wenig Schnee herrschten dort im Jahr 2017 von Ende Januar bis Mitte März ideale Schneeverhältnisse. Schneebringende Wetterlagen entstehen immer dann, wenn arktische Luft über das Schwarze Meer und die Türkei bis ins östliche Mittelmeer vordringt. Bei westlicher bis nordwestlicher Strömung staut sich die feuchte Kaltluft an den küstennahen Bergen. In Senken kann die Schneehöhe infolge Windverfrachtung mehrere Meter erreichen. Die letzten Schneereste schmelzen dann erst im Mai.

Wetter und Natur

Das Aussterben der Höhlenbären

Während der letzten Eiszeit, der sogenannten Weichsel-Würm-Kaltzeit (Eismaximum ca. 20.000 v. Chr.), kam es zu einem Massensterben, dem viele große Landtiere zum Opfer fielen. Es leuchtet ein, dass vor allem wärmeliebende Arten wie der Europäische Waldelefant oder das Waldnashorn betroffen waren. Es gab aber auch Tiere, die aufgrund ihrer speziellen Nahrungsbedürfnisse nicht lange überlebten, wie beispielsweise der bis zu 3,5 Meter lange Höhlenbär, der vor etwa 28.000 Jahren ausstarb. Nachdem bereits die Form des Kiefers und der Zähne darauf hindeuteten, dass sich der Höhlenbär hauptsächlich von Pflanzen ernährte, bestätigten neuere Knochenuntersuchungen diesen Befund. Wie bei Pflanzenfressern üblich, enthielten die Knochen nur einen geringen Anteil des Stickstoffisotops ^{15}N . Da sich die Vegetation im Zuge der Klimaabkühlung verminderte, wurde es immer schwieriger, sich mit der bevorzugten Nahrung wie Kräuter, Gräser und Beeren zu versorgen. Hinzu kam, dass er aufgrund seiner Größe, er war etwa um ein Drittel größer als heutige Braunbären,



Im Deutschen Höhlenmuseum Iserlohn ist diese lebensgroße Nachbildung von Höhlenbären zu sehen. In der benachbarten Dechenhöhle wurde im Jahr 2000 das nahezu komplette Skelett eines Jungtiers gefunden.

enorme Mengen an Pflanzenkost zu sich nehmen musste. Für die härteren Winter konnten sich die Tiere daher oft nicht ausreichend Winterspeck anfressen. Besser erging es den allesfressenden Braunbären, die sich zwar auch in erster Linie pflanzlich ernähren, die aber zusätzlich auf die Jagd gehen. Dadurch fällt es ihnen leichter, auf Änderungen der Umweltbedingungen zu reagieren.

Januar in Aïn Séfra

Die Stadt Aïn Séfra ($32^{\circ} 45' \text{ N}$, $0^{\circ} 35' \text{ W}$) liegt in der Sahara im Nordwesten Algeriens auf einer Höhe von 1081 m. Die umliegenden Gipfel der Ksour-Berge erreichen eine Höhe von über 2000 m. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt dort bei 169 mm, mit Schwankungen seit Messbeginn im Jahr 1980 zwischen 50 und 440 mm. Nach den seltenen starken Regenfällen werden die Wadis nahe des Stadtzentrums zu reißenden Flüssen

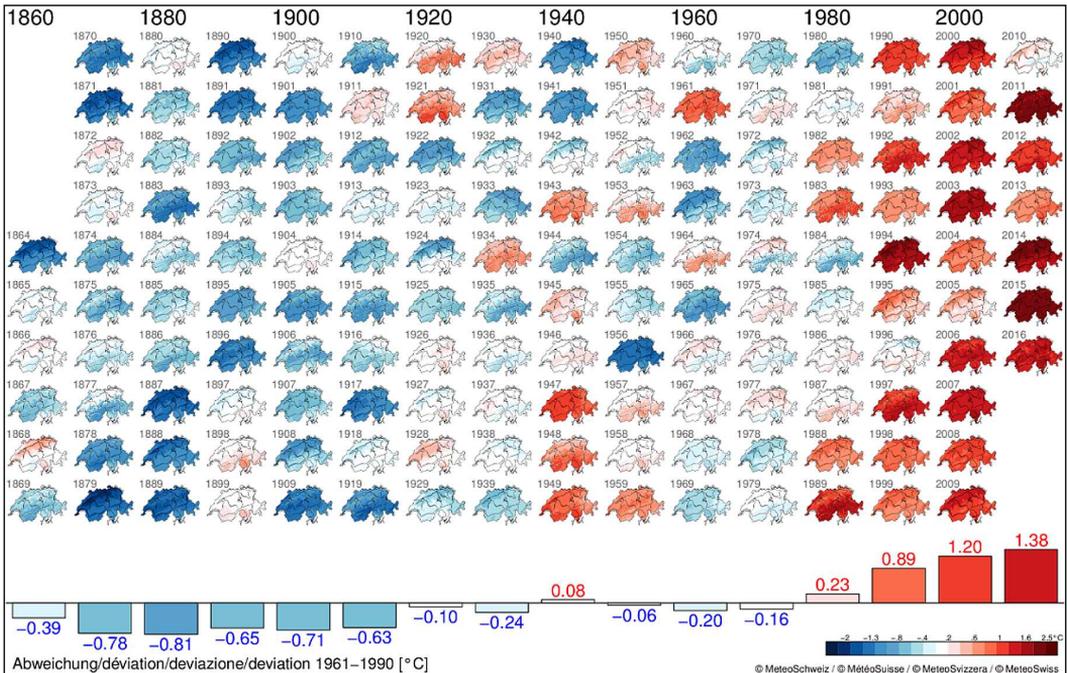
(zum Beispiel am 24. Oktober 2000 und am 1. Oktober 2014). Während es im Sommer bis über 40°C heiß wird, verlaufen die Winter kühl. Die mittleren Höchstwerte liegen im Januar bei 12°C , die Tiefstwerte um 0°C . Nachtfröste sind keine Seltenheit, der Kälte rekord für Januar liegt bei $-8,2^{\circ}\text{C}$. Dennoch ist Schnee ein außergewöhnliches Ereignis. Der Schneefall vom 19. Dezember 2016 war der erste seit dem 18. Februar 1979. Bereits am 20. Januar 2017 schneite es aber erneut und diesmal sogar kräftig.

Wetterwissen

Die Klimaerwärmung in der Schweiz

Seit dem Jahr 1864 stehen homogenisierte Daten aus dem Messnetz der MeteoSchweiz zur Verfügung, das heißt, diese Daten wurden geprüft und von nicht-klimatischen Einflüssen bereinigt. Die Grafik unten zeigt Jahr für Jahr die ermittelten Temperaturabweichungen. Seit 1987 sind warme Jahre besonders häufig aufgetreten, während die Serien von kalten Jahren weit zurückliegen. Die Erwärmung ist aber wegen der natürlichen Schwankungen im Klimasystem nicht jedes Jahr gleich stark. Es gibt beispielsweise Jahre, die deutlich kälter (1956) oder wärmer (1961) ausfielen als ihre Nachbarjahre. Die absolut

wärmsten Jahre im Zeitraum 1864 bis 2016 waren 2011 und 2015, den Kälterekord hält das Jahr 1879. Neben der zeitlichen Entwicklung enthält die Grafik auch regionale Informationen. Häufig zeigt das Temperatursignal in dieselbe Richtung: Das Jahr war in der ganzen Schweiz entweder zu warm oder zu kalt. Es kommen jedoch auch Ausnahmen von dieser Regel vor, die bei genauerer Untersuchung oft meteorologisch erklärbar sind. So gibt es zum Beispiel die Tendenz, dass tiefdruckbestimmte Jahre auf den Bergen kühler ausfallen als in tiefen Lagen. Ein Beispiel dafür ist das Jahr 2010. Je nach Abfolge der Wetterlagen ist die Erklärung der Muster zum Teil auch deutlich schwieriger.



Die Karten der Schweiz zeigen die Temperaturabweichung für jedes Jahr von 1864 bis 2016 (in °C, bezogen auf das Mittel 1961-1990) sowie die Mittelwerte der Jahrzehnte (Säulen und Werte unten). Kalte Jahre und Jahrzehnte sind blau, warme Jahre und Jahrzehnte rot gefärbt (Skala: -2,5 bis 2,5°C).

Typische Wetterlagen im Januar

Südwest, West: Milde Temperaturen (5 bis 12 °C) und schneller Wechsel zwischen Regenwetter und Phasen mit Wetterberuhigung. Besonders in Mittel- und Norddeutschland Durchzug von Regengebieten, dazu oft starker Wind. Nach Süden hin und in den Alpen zeitweise sonnig. Warme Luft vom Atlantik oder Mittelmeer führt manchmal zu frühlingshaften Temperaturen bis zu 15 °C.

Nordwest, Nord, Tiefdrucklage über Mitteleuropa: Wechselhaftes und nasskaltes Wetter. Immer wieder Regen und Schnee bei 0 bis 5 °C, dazwischen etwas Sonne. In tiefen Lagen keine dauerhafte Schneedecke, oberhalb 500 bis 900 m teilweise viel Neuschnee. In den Wintersportregionen hofft man auf diese Wetterlage, denn dann gibt es gute Chancen für eine lange Saison.

Nordost, Ost: Bei Beginn dieser Wetterlage Schnee bis in die Tieflagen, dann immer mehr Sonne bei eisig kaltem Wind. Dauerfrost zwischen -10 und -3 °C, in klaren Nächten über Schnee Temperaturen unter -15 °C. Strenge Winter gibt es immer dann, wenn diese Situation länger anhält.

Südost, Süd, Hochdrucklage über Mitteleuropa: Im Flachland Dunst oder Hochnebel, das heißt häufig nur wenig Sonne und mäßig kalt bei -5 bis knapp über 0 °C. In den Mittelgebirgen und Alpen sonnig bei tiefblauem Himmel und guter Fernsicht, einzelne hohe Wolkenfelder. In 700 bis 1500 m mit 0 bis 7 °C wärmer als im Flachland. Fällt bei Umstellung auf Westwetter Regen durch diese warme Luft auf den gefrorenen Boden im Flachland, kommt es zu Glatteis.



Am 8. Januar 2017 waren erstmals seit 13 Jahren auch die Küstenstädte im Norden Kretas verschneit (im Bild der alte Hafen von Chania).

1 Mo Neujahr Tag °C Nacht °C	Hamburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -1,0°C / 3,9°C Extremwerte: -19,3°C (1997) / 13,4°C (1999)	Sonne: 8:19 – 16:29 Mond: U 7:12 – A 16:11
2 Di Tag °C Nacht °C	Berlin (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -1,8°C / 3,2°C Extremwerte: -18,9°C (2009) / 14,2°C (1999)	Sonne: 8:18 – 16:30 Mond: U 8:18 – A 17:17
3 Mi Erde in Sonnennähe (morgens) Tag °C Nacht °C	Düsseldorf (Min./Max. 1987-2016): im Mittel 0,7°C / 6,0°C Extremwerte: -20,8°C (1997) / 15,7°C (1999)	Sonne: 8:18 – 16:31 Mond: U 9:14 – A 18:30
4 Do Tag °C Nacht °C	Erfurt (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,5°C / 2,7°C Extremwerte: -20,0°C (2009) / 13,3°C (1999)	Sonne: 8:18 – 16:32 Mond: U 9:59 – A 19:47
5 Fr Tag °C Nacht °C	Frankfurt/M. (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,2°C / 4,8°C Extremwerte: -16,8°C (1997) / 15,3°C (1999)	Sonne: 8:18 – 16:33 Mond: U 10:35 – A 21:04
6 Sa Hl. Drei Könige Tag °C Nacht °C	Stuttgart (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,0°C / 4,4°C Extremwerte: -15,9°C (1997) / 15,5°C (1999)	Sonne: 8:18 – 16:34 Mond: U 11:06 – A 22:19
7 So Tag °C Nacht °C	Augsburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -3,0°C / 3,4°C Extremwerte: -18,1°C (2004) / 14,1°C (1999)	Sonne: 8:17 – 16:35 Mond: U 11:32 – A 23:30

Heftiger Wintereinbruch

Zum Jahreswechsel 2016/2017 strömten eisige Luftmassen aus Sibirien zunächst nach Skandinavien. Vom 4. bis 6. Januar 2017 sanken die Temperaturen in Nordskandinavien und Nordrussland nachts auf -30 bis unter -40 °C. Die Frostluft gelangte nach dem Durchzug eines Sturmtiefs, das an der Ostseeküste für Überflutungen und Steiluferabbrüche sorgte, ins östliche Mitteleuropa. In der Nacht zum 7. Januar 2017 sank die Temperatur in Reit im Winkel auf -26,3 °C und im slowakischen Dudince auf -27,3 °C. Auch in den Balkanländern und von Italien über Griechenland bis zur Türkei gab es markante Wetterscheinungen. An der kroatischen Adriaküste erreichte die Bora am 6. Januar 2017 extreme Orkangeschwindigkeiten bis zu 218 km/h (gemessen an der Paški Most, einer Straßenbrücke). An der italienischen Adriaküste und am türkischen Marmarameer sowie dem angrenzenden Bergland gab es große Neuschneemengen, da sich die Kaltluft beim Überstreichen des deutlich wärmeren Meerwassers mit Feuchtigkeit anreicherte. Beispielsweise fielen in der türkischen Hafenstadt Bandırma 92 cm Schnee.

Wetter und Garten

Eine Schneedecke bietet einen guten Schutz vor zu tiefen Frösten im Wurzelbereich. Wenn sie fehlt, können die Wurzeln erhebliche Schäden erleiden. Im Obstgarten sind Beerensträucher, Quitten, Pfirsiche, Aprikosen und Erdbeeren besonders gefährdet. Man kann die Frostschäden vermeiden, indem man eine Multschicht aufbringt. Am besten sollte der Boden dabei bereits angefroren sein. Das hat den Vorteil, dass sich keine Mäuse einnisten und außerdem bleibt der Boden dann im Frühjahr länger kalt, was eine zu frühe und damit frostgefährdete Blüte verhindert.

Milder Januar 1988

In Aarau (381 m) im Schweizer Kanton Aargau verlief der Januar 1988 wie auch sonst in Mitteleuropa extrem mild. Atlantische Tiefs brachten immer wieder milde Meeresluft. Schneeflocken fielen nur am 7., 22. und 31. Januar 1988. Es gab aber keinen Tag mit einer Schneedecke (dafür 13 Tage im März 1988). Auch die Jura Höhen nahe Aarau (700 bis 900 m) waren nur vorübergehend „angezuckert“. Der Winter 1987/1988 sollte der erste in einer Serie von milden Wintern werden.

8 Mo	Hamburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel 0,3°C / 5,0°C Extremwerte: -17,5°C (1987) / 14,3°C (2005)	Sonne: 8:17 – 16:37 Mond: U 11:57 – A - -
Tag °C		
Nacht °C		
9 Di	Berlin (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,7°C / 4,2°C Extremwerte: -20,7°C (1987) / 15,5°C (1991)	Sonne: 8:16 – 16:38 Mond: A 0:39 – U 12:21
Tag °C		
Nacht °C		
10 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1987-2016): im Mittel 1,1°C / 6,5°C Extremwerte: -15,7°C (1987) / 16,4°C (1993)	Sonne: 8:16 – 16:39 Mond: A 1:46 – U 12:45
Tag °C		
Nacht °C		
11 Do	Erfurt (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,4°C / 3,5°C Extremwerte: -24,4°C (1987) / 14,7°C (1991)	Sonne: 8:15 – 16:41 Mond: A 2:51 – U 13:11
Tag °C		
Nacht °C		
12 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,4°C / 5,0°C Extremwerte: -17,5°C (1987) / 15,9°C (2015)	Sonne: 8:15 – 16:42 Mond: A 3:54 – U 13:40
Tag °C		
Nacht °C		
13 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,4°C / 4,7°C Extremwerte: -25,5°C (1987) / 17,1°C (1991)	Sonne: 8:14 – 16:43 Mond: A 4:55 – U 14:13
Tag °C		
Nacht °C		
14 So	Augsburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,9°C / 3,1°C Extremwerte: -24,9°C (1987) / 16,6°C (1993)	Sonne: 8:13 – 16:45 Mond: A 5:52 – U 14:52
Tag °C		
Nacht °C		

15 Mo	Hamburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,1°C / 4,4°C Extremwerte: -16,6°C (1987) / 13,6°C (1993)	Sonne: 8:13 – 16:46 Mond: A 6:45 – U 15:36
Tag °C		
Nacht °C		
16 Di	Berlin (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -1,0°C / 3,7°C Extremwerte: -17,2°C (1987) / 13,9°C (2007)	Sonne: 8:12 – 16:48 Mond: A 7:33 – U 16:27
Tag °C		
Nacht °C		
17 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1987-2016): im Mittel 1,1°C / 6,0°C Extremwerte: -14,4°C (1987) / 14,5°C (1993)	Sonne: 8:11 – 16:49 Mond: A 8:15 – U 17:23
Tag °C		
Nacht °C		
18 Do	Erfurt (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,4°C / 2,9°C Extremwerte: -19,8°C (1987) / 13,5°C (2007)	Sonne: 8:10 – 16:51 Mond: A 8:51 – U 18:23
Tag °C		
Nacht °C		
19 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,7°C / 4,5°C Extremwerte: -14,3°C (1997) / 14,3°C (2007)	Sonne: 8:09 – 16:52 Mond: A 9:22 – U 19:26
Tag °C		
Nacht °C		
20 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -2,3°C / 4,2°C Extremwerte: -13,8°C (2006) / 14,3°C (1993)	Sonne: 8:08 – 16:54 Mond: A 9:50 – U 20:31
Tag °C		
Nacht °C		
21 So	Augsburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -3,5°C / 2,7°C Extremwerte: -14,5°C (1995) / 13,9°C (2007)	Sonne: 8:07 – 16:55 Mond: A 10:15 – U 21:37
Tag °C		
Nacht °C		

Tornadoserie in den USA

Gelegentlich kommen in den USA bereits im Januar tornadoträchtige Wetterlagen vor (vgl. Wetterjahr 2015, S. 17). Eine derartige Situation gab es Ende Januar 2017, als sich über dem Südosten der USA ein kräftiges Tief bildete. Östlich des Tiefs war es warm und sehr feucht. Da in der Höhe Abkühlung einsetzte, wurde die Luftschichtung gleichzeitig sehr labil, so dass heftige Gewitter entstanden. In den Morgenstunden des 21. Januar 2017 richtete ein Tornado in Hattiesburg (Mississippi) über eine Strecke von 50 km große Schäden an. Einen Tag später waren vor allem Adel und Albany (Georgia) betroffen. Innerhalb von drei Tagen wurden 62 Tornados beobachtet und 113 im gesamten Januar 2017. Das waren die zweithöchsten Januar-Werte nach 1999.



Tornadoschäden in Hattiesburg im US-Bundesstaat Mississippi.

„Wenn der Schnee auf den Bergen liegt, so ist es im Tal kalt.“

Über Schneeflächen kühlt die Luft in klaren Nächten besonders stark aus. Diese kalte Luft fließt mit dem nächtlichen Bergwind in die Täler. Eine noch größere Rolle spielt dabei aber, ob in den Tälern selbst Schnee liegt oder nicht. Sehr tiefe Temperaturen unter -15 °C setzen fast immer eine Schneedecke voraus. In Nächten mit Wolken und Wind beeinflusst der Schnee die Tiefstwerte dagegen nur wenig.

Sturm in Österreich

In weiten Teilen Österreichs kam es am 27. Januar 2008 zu schweren Sturmböen und teilweise auch zu Orkanböen. Nicht ganz so windig war es lediglich in Vorarlberg. Ursache für die hohen Windgeschwindigkeiten war eine kräftige Westströmung, die durch Föhneffekte noch verstärkt wurde. In Lienz und in Klagenfurt stieg die Temperatur auf 16 °C . Die Windgeschwindigkeiten erreichten in Bad Vöslau 130 km/h , in Mariazell 138 km/h und auf dem Schneeberg 230 km/h . Es kam zu erheblichen Schäden und zahlreichen Stromausfällen.

22 Mo	Hamburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-1,4\text{ °C}$ / $3,5\text{ °C}$ Extremwerte: $-16,5\text{ °C}$ (2010) / $12,4\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 8:06 – 16:57 Mond: A 10:39 – U 22:45
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
23 Di	Berlin (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-2,6\text{ °C}$ / $2,7\text{ °C}$ Extremwerte: $-18,1\text{ °C}$ (2006) / $14,9\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 8:05 – 16:59 Mond: A 11:03 – U 23:54
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
24 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $0,0\text{ °C}$ / $5,5\text{ °C}$ Extremwerte: $-13,2\text{ °C}$ (2010) / $14,2\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 8:04 – 17:00 Mond: A 11:28 – U - -
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
25 Do	Erfurt (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-3,0\text{ °C}$ / $2,0\text{ °C}$ Extremwerte: $-17,2\text{ °C}$ (2010) / $13,5\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 8:03 – 17:02 Mond: U 1:05 – A 11:56
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
26 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-0,8\text{ °C}$ / $4,6\text{ °C}$ Extremwerte: $-12,2\text{ °C}$ (2010) / $14,1\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 8:02 – 17:04 Mond: U 2:19 – A 12:27
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
27 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-2,2\text{ °C}$ / $3,9\text{ °C}$ Extremwerte: $-14,5\text{ °C}$ (2000) / $16,0\text{ °C}$ (2016)	Sonne: 8:00 – 17:05 Mond: U 3:34 – A 13:06
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		
28 So	Augsburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel $-3,4\text{ °C}$ / $2,5\text{ °C}$ Extremwerte: $-20,4\text{ °C}$ (2000) / $14,1\text{ °C}$ (2002)	Sonne: 7:59 – 17:07 Mond: U 4:47 – A 13:54
Tag $^{\circ}\text{C}$		
Nacht $^{\circ}\text{C}$		

29 Mo Hamburg (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -0,9°C / 4,2°C
 Extremwerte: -15,9°C (1987) / 16,1°C (2002) Sonne: 7:58 – 17:09
 Mond: U 5:56 – A 14:52

Tag °C

Nacht °C



30 Di Berlin (Min./Max. 1987-2016): im Mittel -1,6°C / 3,6°C
 Extremwerte: -15,0°C (2012) / 16,5°C (2002) Sonne: 7:56 – 17:10
 Mond: U 6:56 – A 16:01

Tag °C

Nacht °C



31 Mi Düsseldorf (Min./Max. 1987-2016): im Mittel 0,0°C / 5,8°C
 Extremwerte: -13,8°C (2012) / 17,2°C (2002) Sonne: 7:55 – 17:12
 Mond: U 7:47 – A 17:16

Tag °C

Nacht °C



Imposante Wurzeln

Das Wurzelsystem von Buchen kann auf leichteren, sandigen Böden oft doppelt so breit wie ihr Kronendurchmesser werden. Dabei sind die Wurzeln sehr empfindlich und dürfen nicht austrocknen. Noch schädlicher ist Stau-nässe, denn dann entsteht innerhalb kurzer Zeit Fäulnis. So haben Buchen zwar einen hohen Wasserbedarf, fehlen aber auf nassen Standorten, selbst wenn diese nur gelegentlich überflutet werden.



Monatsthema

Das Sphinx-Observatorium

Auf dem Jungfraujoch (3454 m), dem tiefsten Punkt im Verbindungsgrat zwischen dem Mönch (4107 m) und der Jungfrau (4158 m) in den Berner Alpen (Abb. 1.1), herrschen extreme Klimabedingungen. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt $-7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ mit Schwankungen von $-37\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Beim Orkan Wiebke in der Nacht vom 28. Februar auf den 1. März 1990 wurde auf dem Jungfraujoch die bisher höchste Windgeschwindigkeit der Schweiz gemessen mit Orkanböen von 285 km/h. Zu jeder Jahreszeit muss mit Frost, starken Vereisungen, Schneefall und Lawinen gerechnet werden. Die Forschungsstation auf dieser extremen Kammlage auf der Hauptwetterscheide der Alpen ist nicht nur

eine der am modernsten ausgerüsteten Stationen der Welt, sondern zugleich der höchstgelegene dauernd mit Personal besetzte meteorologische Beobachtungs- und Messpunkt Europas (Abb. 1.2).

Die Geschichte der Forschungsstation

Die Konzession zum Bau der Bahn auf das Jungfraujoch wurde 1894 nur unter der Bedingung erteilt, dass die Einrichtung einer Forschungsstation auf dem Joch tatkräftig unterstützt wird. Eröffnet wurde die Jungfraubahn im Jahr 1912. Der Schweizer Geophysiker und Arktisforscher Prof. Alfred de Quervain war die treibende Kraft, dass 1925

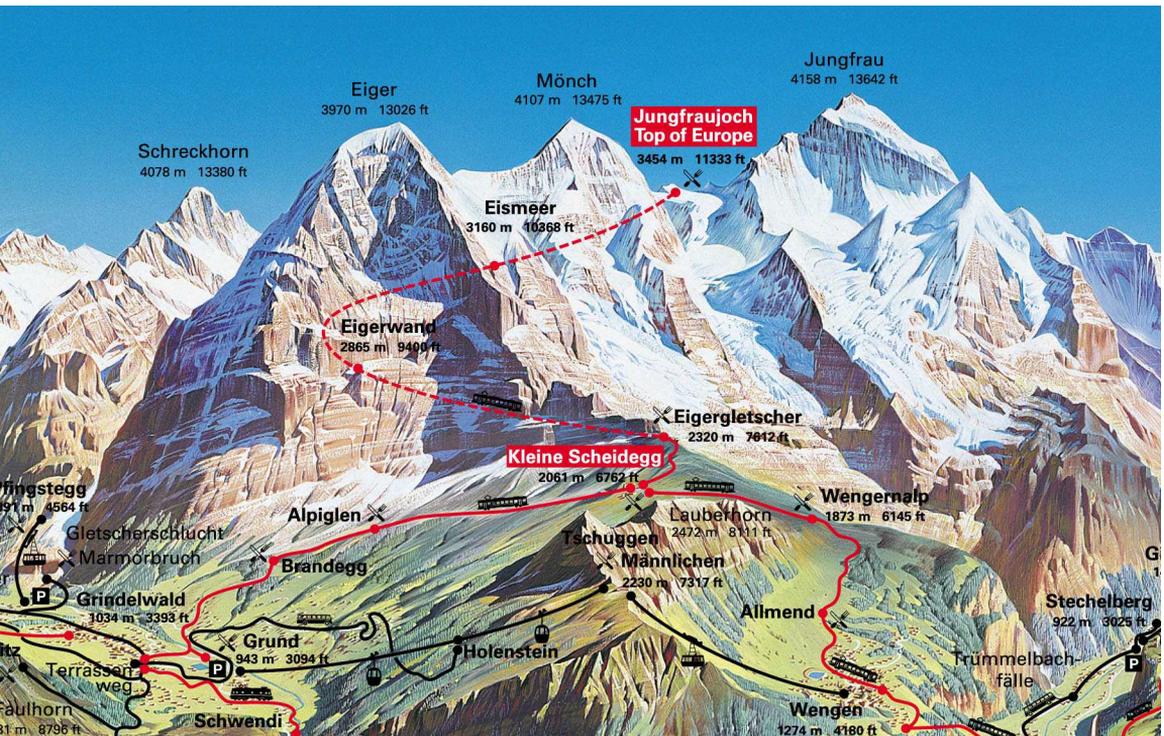


Abb. 1.1: Panoramakarte der Jungfrauregion. Eingetragen sind auch die Trassen der Jungfraubahn (rot).



Abb. 1.2: Das Observatorium auf dem Sphixfelsen (3571 m). Darunter befinden sich die Station der Jungfrauabahn (links) und die Forschungsstation (rechts). Das Sphinx-Observatorium und die Forschungsstation sind mit einem 111,4 m langen Aufzug verbunden.

die MeteoSCHWEIZ einen „Meteorologischen Pavillon“ auf dem Jungfrauferner errichtete. Darin waren verschiedene meteorologische Messinstrumente installiert. Allerdings wurde die Hütte wegen starkem Wind und sich bewegendem Gletscheruntergrund mehrmals zerstört. Aufgrund dessen, aber auch wegen der sauberen Luft, der dunklen Nächte mit klarem Sternenhimmel und der leicht-

ten Zugänglichkeit dieses Beobachtungsortes war de Quervain schon damals klar, dass hier ein Observatorium für Meteorologen, Astronomen und andere Wissenschaftler, die an Höhenforschung Interesse haben, gebaut werden sollte. Nach seinem Tod im Jahr 1927 setzte die Jungfrauoch-Kommission sein Werk fort. Trotz aller Widrigkeiten, die so ein Bauvorhaben bei stürmischem und eisigem

Hochgebirgswetter mit sich brachte, wurde am 4. Juli 1931 das neu gebaute Forschungsinstitut feierlich eröffnet. Es umfasste Laboratorien, Bibliothek, Küche, Schlafzimmer, einen Ess- und Aufenthaltsraum sowie einen Stall für Hochgebirgsexperimente mit Tieren. Für die Meteorologen, Astronomen und Strahlungsforscher wurde in den Jahren 1936 und 1937 mit Hilfe zahlreicher Sponsoren zusätzlich das Observatorium auf dem höher gelegenen Sphinxfelsen errichtet. Anfänglich führte ausschließlich das Personal der Jungfraubahn die Beobachtungen und die Gerätewartung durch. Ab den 1960er-Jahren übernahmen dann die Wissenschaftler allmählich die Arbeiten der Meteorologischen Station. In den Jahren 1993 bis 1996 wurde das Sphinx-Gebäude erweitert und mit mehreren zusätzlichen Terrassen ausgestattet (Abb. 1.3).

Für das Sphinx-Observatorium hat sich der Wunsch der Gründer erfüllt, den Wissenschaftlern eine Infrastruktur zur Verfügung

zu stellen, die Forschung in großer Höhe und hochalpiner Umgebung ermöglicht. Auch langfristige Beobachtungsprogramme werden dort durchgeführt. So werden beispielsweise die bereits 1838 begonnenen Gletschervermessungen weitergeführt, die wertvolle Informationen über die Bewegung und Veränderung liefern. Mit Hilfe von Eisbohrkernen lässt sich zudem auch die Klimageschichte der Alpen rekonstruieren. Innerhalb der letzten 20.000 Jahre hat es mehrmals dramatische Klimaveränderungen gegeben. Gletscher stießen weit vor und zogen sich wieder zurück. Seit Jahrzehnten ziehen sich die Gletscher allerdings kontinuierlich zurück. Die Ergebnisse der Messungen aus den Eisbohrkernen, die aus den Gletschern entnommen wurden, zeigen, dass der Kohlendioxid-Gehalt in der Atmosphäre seit mehr als 500.000 Jahren nicht mehr so hoch war wie heute. Mit dem Eis schwinden die hellen Flächen, die das Sonnenlicht reflektieren. Der dunkle Fels erwärmt sich wesentlich



Abb. 1.3: Das Sphinx-Observatorium beinhaltet zwei große Labore, eine Wetterbeobachtungsstation, eine Werkstatt, zwei Terrassen für wissenschaftliche Experimente sowie eine astronomische und eine meteorologische Kuppel.

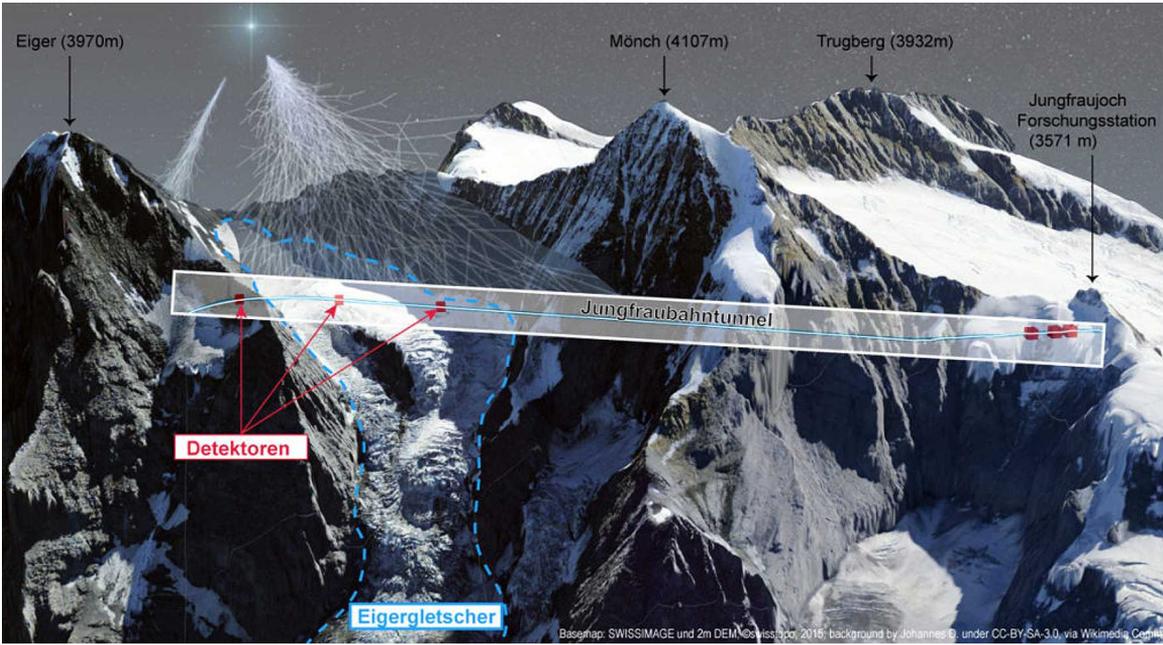


Abb. 1.4: Mit Hilfe der sogenannten Myonen-Tomographie konnte der Eigergletscher bis in eine Tiefe von 80 m in drei Dimensionen abgebildet werden (siehe Text).

stärker. Dort, wo die Gletscher keinen Halt mehr geben und der Permafrost taut, steigt die Gefahr für Erdbeben und Felsstürze.

Forschungsprojekte

Die Ziele der wissenschaftlichen Forschung haben sich im Laufe der Jahre merklich geändert. So hat sich die Hochalpine Forschungsstation Jungfrauoch in den 85 Jahren ihres Bestehens von einem astronomischen Observatorium und einer Station für die Erforschung von Höhenkrankheiten zu einem europäischen Umweltforschungszentrum entwickelt. Durch zahlreiche internationale Forschungs- und Messprogramme im Bereich Aerosol- und Klimaforschung sind die Einrichtungen auf dem Jungfrauoch auch mit anderen Höhenforschungsstationen in Europa wie dem Schneefernerhaus auf der

Zugspitze vernetzt. Dadurch können klimarelevante Prozesse im europäischen Raum entlang der drei Achsen Nord-Süd, Ost-West und Höhe über Meer koordiniert untersucht werden.

In einem Forschungsprojekt der letzten Jahre wurde ein „Röntgenbild“ des Eigergletschers erstellt. Der Gletscher eignete sich als Vermessungsobjekt, weil darunter die Tunneltrasse der Jungfraubahn verläuft. Dort wurden Detektoren installiert, die Myonen (den Elektronen ähnliche kosmische Elementarteilchen) auf mit Silberbromidgel beschichteten Filmen einfingen (Abb.1.4). Die Myonen hinterließen mikroskopisch kleine Punkte, nachdem sie die Eis-Fels-Kontaktfläche durchdrungen hatten und auf dem Silberbromidgel auftrafen. Aus diesen feinen Spuren lässt sich die Gletschergeometrie zurückrechnen. Dies erlaubt auch Rückschlüsse



Abb. 1.5: Auf den Messgeräten und allen Gebäudeteilen des Sphinx-Observatoriums kommt es regelmäßig zu starkem Reifansatz. Die Verfärbung im rechten Bild entstand durch Staub aus der Sahara.

auf die Erosionsmechanismen steiler Gletscher. Die Ergebnisse zeigen, dass die Felskuppe der Sphinx auf dem Jungfrauoch steil unter das Eis abtaucht. Weil dort der Gletscher parallel zur Felsfläche fließt, muss die steile Felsflanke durch Seitenerosion des Gletschers entstanden sein.

Die Wetterbeobachtungen

Vom „Wetterstübli“, wie es von Beobachtern genannt wird, hat man einen herrlichen Blick auf die Jungfrau und den Eisstrom des Jungfrauferns, der in Richtung Süden in den Aletschgletscher fließt, eingefasst von Drei- und Viertausendern. Nach Norden hin fällt die Felswand 1600 m steil ab bis zur Kleinen Scheidegg. Bei guter Sicht kann man in dieser Richtung den Schwarzwald und die Vogesen in 150 bis 200 km Entfernung ausmachen. Es kann aber auch tagelang stürmen oder schneien und die Beobachter sehen nichts anderes als nebelgrau. Zwischen 6 und 18 Uhr UTC werden alle drei Stunden unter anderem der Wetterzustand,

die Sichtweite, die Wolken und der Erdbodenzustand notiert. Die Daten sind für den nationalen Wetterdienst MeteoSchweiz bestimmt und fließen in die Wettervorhersage ein. Schneehöhe und Schneebeschaffenheit werden nicht an die MeteoSchweiz gemeldet, da man wegen der dem Wind ausgesetzten Lage keine genauen Resultate bekommt. Stattdessen wird für die Glaziologie an einer Stange der Firnzuwachs abgelesen.

1980 wurde die Station auf dem Jungfrauoch als eine der ersten im Meteorologischen Messnetz der Schweiz automatisiert. Die Instrumente wurden auf der Plattform der Sphinx installiert und zusätzliche Messungen wie Strahlung, Luminosität oder Radioaktivität eingeführt. Die ständige Anwesenheit von qualifiziertem Personal wird allerdings ein wichtiger Faktor für die Qualität meteorologischer Messungen in hochalpiner Umgebung sein. Nicht nur, weil die Instrumente speziell im Winter gepflegt werden müssen (Abb. 1.5), sondern auch, weil die Wetterbeobachtungen vor Ort wichtige zusätzliche Informationen für die Wettervorhersagen liefern.