



Am 1. Dezember 2023 setzte in München starker Schneefall ein, der erst am Folgetag langsam wieder nachließ. Die Schneehöhe erreichte 44 cm, ein Rekord für Dezember. In den letzten Jahrzehnten lag in München nur am 5. März 2006 noch etwas mehr Schnee. Unter der Last des schweren Schnees kam es in den Parks und umliegenden Wäldern zu Schneebruch. Zahlreiche Bäume stürzten auch komplett um. Vor einem Spaziergang im Englischen Garten (im Bild oben) wurde daher gewarnt. Der Flughafen blieb einen Tag geschlossen. Bei den Bahnstrecken dauerte es deutlich länger, bis wieder Zugverkehr möglich war. Auf der warmen Seite des Adriatiefs wurden in Bosnien, Serbien und Albanien auch für dortige Verhältnisse ungewöhnliche Temperaturen von 20 bis 25 °C gemessen.

Wetter und Natur

Der Rooibos-Teeanbau

Das südafrikanische Gebiet der Cederberg Mountains (Zederberge) etwa 200 km nördlich von Kapstadt ist das weltweit einzige Gebiet, in dem Rooibos (Rotbusch) wächst, der vor allem für die Zubereitung von Tee genutzt wird - in Südafrika ist der Rooibostee ein Nationalgetränk. Das bis zu 1,5 m hohe Strauchgewächs mit feinen, nadelartigen Blättern und gelben Blüten ist mit dem Ginster verwandt. Rooibos benötigt sandige Böden, wobei spezielle klimatische Bedingungen erfüllt sein müssen, und kommt nur in Höhenlagen zwischen 200 und 500 m vor. Sein weit verzweigtes Wurzelsystem reicht mehrere Meter in die Tiefe. Wild wachsender Rooibos ist an Dürre und Buschfeuer gut angepasst und wird bis über 50 Jahre alt. Die in Plantagen angebauten Kultursorten müssen dagegen bereits nach 5 bis 6 Jahren ausgetauscht werden. Im Hochland der nördlichen Kap-Provinz regnet es nur während der relativ kühlen Wintermonate, die Sommer sind dagegen heiß und durchgehend trocken. Die Wachstumsphase des Rooibos beginnt nach den Winterregen,



Eine Rooibos-Farm in Südafrika.

Blütezeit ist im südafrikanischen Frühlingsmonat Oktober. Wenn die Pflanzen in der sommerlichen Ruhephase sind, findet von Dezember bis März die Ernte statt. Die abgeschnittenen Zweige und Blätter werden dann fein zerhäckselt, ausgebreitet, angefeuchtet und gewalzt. Erst durch die anschließend in der Wärme ablaufende mehrstündige Fermentation erhält der Rooibostee seine rotbraune Farbe und sein fruchtiges Aroma. Danach wird der Tee in der Sonne schnell getrocknet, gesiebt und gereinigt.

Dezember auf den Kerguelen

Die Inselgruppe der Kerguelen im südlichen Indischen Ozean ist nur mit dem Schiff erreichbar. Sie gehört zu den abgelegensten Regionen der Welt und befindet sich etwa 4000 km von Australien, 3800 km von Südafrika und 2000 km von der Antarktis entfernt. Der einzige ständig bewohnte Ort auf den völlig baum- und strauchlosen Kerguelen ist die Forschungsstation Port aux Français (49° 21' S, 70° 13' O). Die Wintermonate Juni

bis August verlaufen dort relativ mild mit Temperaturen ähnlich wie in einem typischen Winter auf den ostfriesischen Inseln. Bis zum ersten Sommermonat Dezember steigen die mittleren Höchstwerte in Port aux Français jedoch nur auf 10 °C an. Denn auf der Südhalbkugel gibt es in diesen Breitengraden keine Landmassen, die sich im Sommer erwärmen. Tiefdruckwirbel können die Inseln von den umliegenden weiten Ozeanflächen her mit voller Wucht treffen, so dass an etwa 150 Tagen im Jahr Stürme auftreten.

Wetterwissen

Perlmutterwolken über den Alpen

Polare Stratosphärenwolken (polar stratospheric clouds, PSC) entstehen in über 20 km Höhe und werden ihrem perlmutt-glänzenden Aussehen nach auch Perlmutterwolken genannt. In diesen großen Höhen weit oberhalb der troposphärischen Wettersysteme befindet sich eine natürliche Schicht aus Schwefelsäuretröpfchen, die hauptsächlich von Vulkanausbrüchen stammt. An den freigesetzten Kondensationskeimen entstehen bei -78 °C Salpetersäure-Kristalle und bei Temperaturen unter -86 °C Eiskristalle aus Wasserdampf. Da solche Temperaturen in der winterlichen Stratosphäre hauptsächlich nur innerhalb des Polarwirbels vorkommen, sind PSC vor allem in den polaren Regionen

zu finden. Über Norddeutschland kommen sie gelegentlich und über der Mitte Deutschlands nur vereinzelt vor. Weiter südlich gab es am 10. Januar 2015 zahlreiche Sichtungen von ausgedehnten extrem hell irisierenden Wolkenfeldern entlang der Alpen, wobei aber nicht geklärt werden konnte, ob diese Wolken noch in der Troposphäre oder schon in der Stratosphäre gebildet wurden. In den Tagen um den 22. Dezember 2023 ergaben die Radiosonden-Messungen über Süddeutschland und dem Alpenraum dagegen in eindeutig stratosphärischen Höhen von 18 bis 23 km ungewöhnlich tiefe Temperaturen bis unter -80 °C . Ideale Beobachtungsmöglichkeiten gab es auf der Alpensüdseite bei Nordföhn, während sonst die „normalen“ Wolken oft die Sicht behinderten.



Am 22. Dezember 2023 waren im schweizerischen Tessin (wie hier über dem Dorf Miglieglia) ungewöhnlich helle und farbige Perlmutterwolken zu sehen, wie sie über den Alpen zuvor noch nie dokumentiert wurden.

Typische Wetterlagen im Dezember

West, Südwest: Milde Temperaturen (5 bis über 10 °C) und schneller Wechsel zwischen Regenwetter und kurzen 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 führt manchmal zu ganz unwinterlichen Temperaturen von 15 °C und mehr. In fast jedem Dezember gibt es zumindest einen solchen „frühlingshaften“ Tag.

Nordwest, Nord, Tiefdrucklage über Mitteleuropa: Nasskaltes Wetter. Immer wieder Regen und Schnee bei 1 bis 7 °C, dazwischen etwas Sonne. Oberhalb 500 bis 900 m teilweise viel Neuschnee, in tiefen Lagen keine dauerhafte Schneedecke.

Nordost, Ost: Bei Beginn dieser Wetterlage Schnee bis in die Tieflagen, dann immer mehr Sonne bei eisig kaltem Wind. Dauerfrost zwischen -8 und -1 °C, in klaren Nächten über Schnee Temperaturen unter -15 °C. Derartige Kälteeinbrüche sind im Dezember meist nur von kurzer Dauer.

Südost, Süd, Hochdrucklage über Mitteleuropa: Im Flachland Dunst oder Hochnebel, mäßig kalt bei -3 bis 3 °C. In den Mittelgebirgen und Alpen dagegen sehr sonnig bei tiefblauem Himmel und guter Fernsicht. 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.



Im Dezember 2018 war es oft mild und besonders im nördlichen Mitteleuropa stürmisch (das Bild entstand an der dänischen Nordseeküste).

1 Mo	Hamburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,9°C / 5,4°C Extremwerte: -9,0°C (2012) / 14,9°C (2006)	Sonne: 7:56 – 16:20 Mond: U 3:07 – A 13:58
Klimatologischer Winteranfang		
Tag °C		
Nacht °C		
2 Di	Berlin (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,2°C / 4,8°C Extremwerte: -13,4°C (2010) / 15,1°C (2006)	Sonne: 7:58 – 16:20 Mond: U 4:35 – A 14:17
Tag °C		
Nacht °C		
3 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 2,0°C / 7,0°C Extremwerte: -9,8°C (2010) / 16,3°C (2006)	Sonne: 7:59 – 16:19 Mond: U 6:07 – A 14:43
Tag °C		
Nacht °C		
4 Do	Erfurt (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -0,9°C / 3,9°C Extremwerte: -16,0°C (2010) / 13,5°C (2006)	Sonne: 8:00 – 16:19 Mond: U 7:40 – A 15:20
Tag °C		
Nacht °C		
5 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,2°C / 6,1°C Extremwerte: -8,2°C (2010) / 15,3°C (2006)	Sonne: 8:01 – 16:19 Mond: U 9:06 – A 16:13
Tag °C		
Nacht °C		
6 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,3°C / 6,1°C Extremwerte: -9,5°C (2010) / 16,6°C (2006)	Sonne: 8:03 – 16:18 Mond: U 10:15 – A 17:25
Tag °C		
Nacht °C		
7 So	Augsburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,2°C / 4,2°C Extremwerte: -17,7°C (2023) / 15,3°C (2006)	Sonne: 8:04 – 16:18 Mond: U 11:03 – A 18:49
2. Advent		
Tag °C		
Nacht °C		

„Montagswetter wird nicht wochenalt.“

Während Westwetterphasen, wenn sich die atlantischen Fronten zumindest bis ins östliche Mitteleuropa durchgesetzt haben, kommt es meist im Abstand von ein bis drei Tagen zu einem Wetterwechsel. Die Verhältnisse unterscheiden sich jedoch deutlich, sobald sich ein bis in große Höhen reichendes Hoch gebildet hat. Dann kann es bis zur nächsten Wetteränderung mehrere Wochen dauern.

Schneeegeräusche

Schritte durch den Schnee sind von einem lauten Knirschen begleitet, wenn bei Schneetemperaturen von deutlich unter -5 °C die Schneekristalle besonders hart und spröde sind. Werden sie unter dem Gewicht der Schuhe zusammen gepresst, aneinander gerieben und in kleinere Kristalle zerbrochen, entstehen die knirschenden Geräusche. Liegt die Temperatur des Schnees dagegen nahe 0 °C, können sich die Schneekristalle bei Belastung etwas verformen, ohne zu brechen, und man kann nahezu lautlos über den Schnee gehen.

Wetter und Garten

Winterharte Eisblumen sind keine speziellen Phänomene bei Frostwetter, sondern zur Familie der Mittagsblumengewächse gehörende Pflanzen. Ursprünglich kommen sie aus Südafrika und sind auch in den Mittelmeerländern häufig zu finden. Durch Züchtungen gibt es mittlerweile viele Sorten, die an das mitteleuropäische Klima angepasst sind und Temperaturen bis unter -10 °C überstehen. Kritisch können Temperaturen bis unter -15 °C oder länger anhaltende Nässe werden. Die Blühsfarben der Eisblumen reichen von Weiß und Gelb über Rosa bis hin zu Rottönen. Eisblumen benötigen einen sonnigen Standort mit durchlässigem Boden und bilden kompakte Polster. Sie eignen sich daher für Steingärten und Trockenmauern.



Die Blütezeit der Eisblumen reicht von Juni bis September.

8 Mo	Hamburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,7°C / 5,1°C Extremwerte: -12,1°C (2012) / 14,3°C (2000)	Sonne: 8:05 – 16:18 Mond: U 11:36 – A 20:15
Mariä Empfängnis		
Tag °C		
Nacht °C		
9 Di	Berlin (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,3°C / 4,6°C Extremwerte: -14,0°C (1998) / 14,2°C (2000)	Sonne: 8:06 – 16:18 Mond: U 11:59 – A 21:38
Tag °C		
Nacht °C		
10 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,3°C / 6,6°C Extremwerte: -10,7°C (2002) / 14,8°C (2000)	Sonne: 8:07 – 16:18 Mond: U 12:16 – A 22:56
Tag °C		
Nacht °C		
11 Do	Erfurt (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,1°C / 3,7°C Extremwerte: -13,3°C (1998) / 14,6°C (2000)	Sonne: 8:08 – 16:18 Mond: U 12:29 – A - -
Tag °C		
Nacht °C		
12 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,7°C / 5,7°C Extremwerte: -8,9°C (2002) / 13,6°C (1994)	Sonne: 8:09 – 16:18 Mond: A 0:10 – U 12:42
Tag °C		
Nacht °C		
13 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,3°C / 5,5°C Extremwerte: -11,6°C (2001) / 15,4°C (2000)	Sonne: 8:10 – 16:18 Mond: A 1:21 – U 12:53
Tag °C		
Nacht °C		
14 So	Augsburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,8°C / 3,8°C Extremwerte: -18,9°C (2012) / 14,6°C (2000)	Sonne: 8:11 – 16:18 Mond: A 2:31 – U 13:06
3. Advent		
Tag °C		
Nacht °C		

15 Mo	Hamburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,2°C / 4,7°C Extremwerte: -11,8°C (2009) / 13,5°C (2015)	Sonne: 8:11 – 16:18 Mond: A 3:41 – U 13:20
Tag °C		
Nacht °C		
16 Di	Berlin (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -0,5°C / 3,9°C Extremwerte: -14,8°C (2010) / 13,1°C (2015)	Sonne: 8:12 – 16:18 Mond: A 4:52 – U 13:38
Tag °C		
Nacht °C		
17 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,1°C / 6,2°C Extremwerte: -14,2°C (2009) / 16,1°C (2015)	Sonne: 8:13 – 16:18 Mond: A 6:03 – U 14:01
Tag °C		
Nacht °C		
18 Do	Erfurt (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,8°C / 3,4°C Extremwerte: -17,6°C (2009) / 16,4°C (2019)	Sonne: 8:14 – 16:19 Mond: A 7:12 – U 14:32
Tag °C		
Nacht °C		
19 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -0,3°C / 4,9°C Extremwerte: -16,1°C (2009) / 13,8°C (2014)	Sonne: 8:14 – 16:19 Mond: A 8:16 – U 15:13
Tag °C		
Nacht °C		
20 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -0,2°C / 5,2°C Extremwerte: -14,8°C (2009) / 15,5°C (2015)	Sonne: 8:15 – 16:19 Mond: A 9:10 – U 16:07
Tag °C		
Nacht °C		
21 So	Augsburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -2,7°C / 3,2°C Extremwerte: -19,0°C (2009) / 14,7°C (2019)	Sonne: 8:15 – 16:20 Mond: A 9:52 – U 17:13
Tag °C	4. Advent, astronomischer Winteranfang (16:03 MEZ)	
Nacht °C		

Unwetter in Argentinien

In der Nacht vom 16. auf den 17. Dezember 2023 zog eine Gewitterfront mit Orkanböen von bis zu 150 km/h über Buenos Aires und die benachbarten Provinzen im Nordosten von Argentinien. Videoaufnahmen zeigten, wie sich am Flughafen von Buenos Aires eine Boeing 737 im Sturm unkontrolliert zu drehen begann und dabei eine Treppe mitriss. Insgesamt wurden 16 Flugzeuge so stark beschädigt, dass sie vorerst nicht mehr benutzt werden konnten.

Tiefsee-„Schneeflocken“

Als Meeresbiologen mit Kameras und Tauchbooten erstmals die Tiefsee direkt beobachteten, stellten sie erstaunt fest, dass es „schneit“. Die Flocken sinken wie in einer ewigen Winternacht langsam bis zum Meeresboden. Sie bestehen unter anderem aus abgestorbenen Algen und sind eine wichtige Nahrungsquelle für Tiefseebewohner wie Seegurken und Schlangensterne. Am stärksten „schneit“ es nach einer ausgiebigen Algenblüte, wenn abgestorbenes Plankton in riesigen Mengen zu Boden sinkt.

Weihnachtshochwasser

Vom 19. Dezember 2023 bis zum 5. Januar 2024 sorgten ergiebige Niederschläge für eine lang anhaltende Hochwasserlage im Norden und Westen von Deutschland. Die anhaltenden Regenfälle brachten einigen Bundesländern in diesem Zeitraum mehr als die doppelte Menge des mittleren Monatsniederschlags. Besonders betroffen waren die Einzugsgebiete von Ems, Weser und Elbe sowie deren Nebenflüsse. Bereits der Oktober und vor allem der November 2023 waren nasser gewesen als im Mittel und die Bodenwasserspeicher dementsprechend bereits gut gefüllt, so dass die Niederschläge kurz vor Weihnachten nicht mehr aufgenommen werden konnten. Die Folge war ein rascher Anstieg der Wasserstände in den Gewässern. Vor allem rund um Hannover, Hameln, Hildesheim, Braunschweig und Bremen kam es zu Überschwemmungen. Am 30. Dezember trat in Hodenhagen, etwa 50 km nördlich von Hannover, die Aller über die Ufer und überflutete den Serengeti-Park, so dass einige Tiere evakuiert werden mussten, während Ställe ausgepumpt und provisorische Deiche errichtet wurden.

22 Mo	Hamburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,2°C / 5,1°C Extremwerte: -14,0°C (2010) / 14,2°C (2015)	Sonne: 8:16 – 16:20 Mond: A 10:24 – U 18:25
Tag °C		
Nacht °C		
23 Di	Berlin (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,1°C / 4,7°C Extremwerte: -14,9°C (1996) / 15,1°C (2015)	Sonne: 8:16 – 16:21 Mond: A 10:47 – U 19:41
Tag °C		
Nacht °C		
24 Mi	Düsseldorf (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,9°C / 6,8°C Extremwerte: -11,9°C (1996) / 14,9°C (2015)	Sonne: 8:17 – 16:22 Mond: A 11:06 – U 20:57
Heiligabend		
Tag °C		
Nacht °C		
25 Do	Erfurt (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,0°C / 4,2°C Extremwerte: -21,0°C (1996) / 14,5°C (2013)	Sonne: 8:17 – 16:22 Mond: A 11:21 – U 22:13
1. Weihnachtsfeiertag		
Tag °C		
Nacht °C		
26 Fr	Frankfurt/M. (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,9°C / 5,9°C Extremwerte: -14,6°C (2010) / 14,6°C (1997)	Sonne: 8:17 – 16:23 Mond: A 11:35 – U 23:30
2. Weihnachtsfeiertag		
Tag °C		
Nacht °C		
27 Sa	Stuttgart (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 0,7°C / 6,0°C Extremwerte: -14,9°C (1996) / 17,0°C (2012)	Sonne: 8:18 – 16:24 Mond: A 11:48 – U - -
Tag °C		
Nacht °C		
28 So	Augsburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,9°C / 4,4°C Extremwerte: -19,7°C (2001) / 14,9°C (2012)	Sonne: 8:18 – 16:25 Mond: U 0:48 – A 12:02
Tag °C		
Nacht °C		

29 Mo Hamburg (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -0,2°C / 4,5°C
 Extremwerte: -19,3°C (1997) / 15,7°C (2023) Sonne: 8:18 – 16:25
 Mond: U 2:10 – A 12:19

Tag °C

Nacht °C



30 Di Berlin (Min./Max. 1994-2023): im Mittel -1,0°C / 3,9°C
 Extremwerte: -17,9°C (1997) / 17,9°C (2022) Sonne: 8:18 – 16:26
 Mond: U 3:37 – A 12:40

Tag °C

Nacht °C



31 Mi Düsseldorf (Min./Max. 1994-2023): im Mittel 1,0°C / 6,4°C
 Extremwerte: -20,8°C (1997) / 17,5°C (2022) Sonne: 8:18 – 16:27
 Mond: U 5:07 – A 13:10

Silvester

Tag °C

Nacht °C



Strahlungsnebel

Diese flache Nebelschicht entstand kurz vor Sonnenuntergang über einer rund 30 cm dicken Schneedecke. Dabei war der Nebel nur kniehoch. Ursache ist die starke Wärmeabstrahlung des Schnees und die damit verbundene Abkühlung der Luft direkt über der Schneedecke. Im Laufe der Nacht wird so eine Kaltluftschicht immer mächtiger, außer es kommen Störeinflüsse wie Wind oder Wolken dazu.



Monatsthema

Die Geschichte der Wetterkarte

Wetterkarten zeigen das Wettergeschehen auf einem Blick und sind unverzichtbare Hilfsmittel bei der Erstellung von Wettervorhersagen. Rund um die Uhr werden Werte, die ein weltumspannendes Messnetz liefert, verarbeitet. Numerische Modelle berechnen aus diesen Daten das Wettergeschehen, das dann auf mehreren Höhenniveaus für unterschiedliche Parameter (wie beispielsweise Wind, Temperatur, Feuchte) dargestellt wird. Heutzutage geschieht dies mit moderner Technologie recht schnell, in früheren Zeiten jedoch war die Verbreitung und Interpretation der Daten noch eine mühsame Angelegenheit. Es gab „nur“ Bodenwetterkarten und auch die waren lückenhaft, denn es musste erst ein entsprechend dichtes Messnetz zur Verfügung stehen.

Erste Messnetze

Eines der ersten weitreichenderen Messnetze geht auf die „Societas Meteorologica Palatina“ zurück, die 1780 von Kurfürst Karl



Abb. 12.1: Ein Schreibtelegraph nach Morse.

Theodor in Mannheim gegründet wurde. Es handelte sich dabei um 39 Stationen, die vor allem in Mitteleuropa konzentriert waren, es gab aber auch Stationen in Russland, Grönland und Nordamerika. Neben Luftdruck, Temperatur und Wind wurden auch elektrische und geomagnetische Größen gemessen, wie die Abweichung der Kompassnadel von der Nordrichtung. Visuelle Beobachtungen wie Bedeckungsgrad und Niederschlagsart gehörten ebenfalls zum Messprogramm. Die Messwerte wurden jeweils um 7, 14 und 21 Uhr mittlerer Ortszeit abgelesen, man nannte diese Zeiten auch die „Mannheimer Stunden“. Allerdings mussten die Daten damals mit der Post transportiert werden, was so lange dauerte, dass damit keine Wettervorhersagen mehr erstellt werden konnten. Sie wurden aber unter dem Namen „Mannheimer Ephemeriden“ veröffentlicht und sollten noch als Grundlage für die weitere Entwicklung der Wetterkarten und -vorhersagen dienen. Auch die späteren regelmäßigen Veröffentlichungen von meteorologischen und klimatologischen Daten der 1873 gegründeten Internationalen Meteorologischen Organisation orientierten sich an diesen Aufzeichnungen. Die Beobachtungen wurden jedoch 1792 wieder eingestellt. Gründe hierfür waren der Tod von Johann Jakob Hemmer, der federführend in der Planung und Durchführung des Messprogramms war, und die Einstellung der finanziellen Mittel in der politisch unsicheren Zeit während der französischen Revolution.

Grundlagenforschung

Etwa 30 Jahre später wies auch Heinrich Wilhelm Brandes nach eingehendem Studium der „Mannheimer Ephemeriden“ auf die

Bedeutung von gleichzeitigen Wetterbeobachtungen hin. Er erstellte aus den Daten rückwirkend Wetterkarten, die jedoch noch keine Isolinien enthielten. Man konnte aber trotzdem erkennen, wie nützlich die visuelle Darstellung der zur selben Zeit an verschiedenen Orten gemessenen Daten für die Interpretation des Wettergeschehens war. In den 1840er Jahren wurden mithilfe ausführlicherer Karten wichtige Forschungsarbeiten durchgeführt. Diese Karten enthielten neben den Daten für Niederschlag, Windrichtung und -stärke auch Isolinien, die die Abweichung von Temperatur und Luftdruck von den jeweiligen Mittelwerten darstellten. Durch die Analyse von Großwetterlagen und Stürmen konnten neue Erkenntnisse über die Verlagerung der Wettersysteme gewonnen werden. Diese Arbeiten basierten noch auf Daten zurückliegender Ereignisse. Um jedoch mithilfe der Karten auch Wetterprognosen erstellen zu können, bedurfte es einer bahnbrechenden technischen Erfindung.

Technische Neuerungen

1833 bauten Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber die erste elektromagnetische Telegraphenanlage und Samuel Morse entwickelte 1837 den Schreibtelegraphen, der die Datenübermittlung revolutionieren sollte (Abb. 12.1). Von nun an konnte man auf aktuelle Daten zurückgreifen, allerdings ließen eine regelmäßige Datenübertragung und ein flächendeckendes Messnetz noch eine Weile auf sich warten. Der erste auf telegraphisch übermittelten Daten beruhende Wetterbericht erschien am 31. August 1848 in der englischen Zeitung „Daily News“. Auf der Londoner Weltausstellung 1851 erschienen erstmals täglich Wetterkarten, die eigentlich dazu dienen sollten, die Leistungsfähigkeit der neuen elektrischen Telegraphen zu

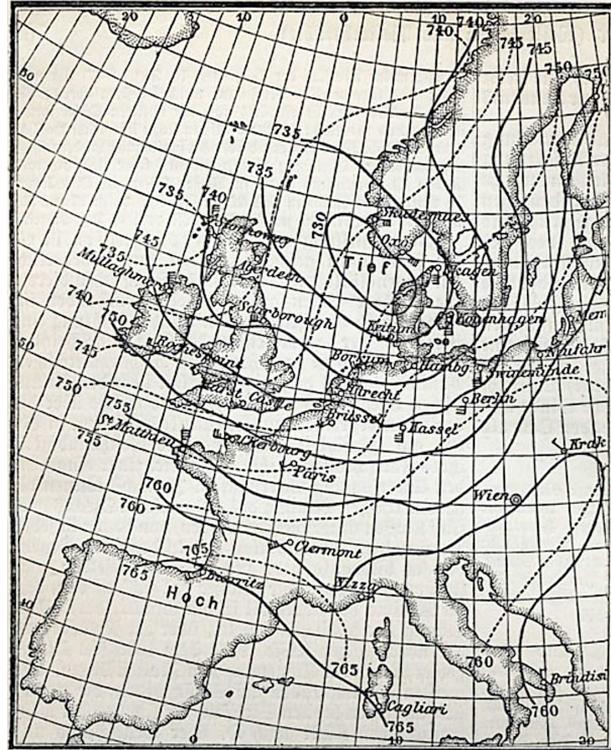


Abb. 12.2: Wetterkarte der Deutschen Seewetterwarte vom 9. Dezember 1887 (durchgezogene Linien: Isobaren für 8 Uhr morgens, gestrichelte Linien: Isobaren für den Abend davor). Die Druckwerte sind in mmHg angegeben und reichen von 730 mmHg (973 hPa) bis 765 mmHg (1020 hPa).

demonstrieren. Diese regelmäßigen Wettermeldungen, die auf den Daten von über 20 englischen Stationen beruhten, kamen jedoch bei den Besuchern so gut an, dass die Karten vervielfältigt und für 1 Penny pro Stück verkauft wurden. Für genauere Prognosen waren aber viel mehr Beobachtungsstationen und die Organisation einer regelmäßigen Datenübertragung nötig. Schon in den 1840er Jahren forderten namhafte Wissenschaftler den Ausbau eines

europäischen Beobachtungsnetzes und die telegraphische Übertragung der Daten an eine Zentrale in London. Auch in den USA gab es Vorschläge, an Telegraphenstationen das Wetter zu beobachten und die Daten an eine Zentralstelle zu übermitteln. Es passierte aber erst mal nichts, bis es 1854 im Krimkrieg zu einer wetterbedingten Katastrophe für die französische Flotte und ihre Verbündeten kam. Ein heftiger Sturm zerstörte mehrere Schiffe und auch an Land gab es große Schäden. Der französische Kriegsminister gab daraufhin eine Studie in Auftrag, die untersuchen sollte, ob dieser Sturm vorhersehbar war, und die Zerstörung somit hätte vermieden werden können. Nach eingehender Untersuchung der vorhandenen Wetterdaten kam man zu dem Schluss, dass mittels telegraphischer Übertragung rechtzeitig eine Sturmwarnung möglich gewesen wäre. Bereits 1855 wurde dann der erste französische Wetterdienst eingerichtet. Es sollte aber noch bis 1863 dauern, ehe die ersten täglichen Wetterberichte erschienen. Auch in anderen Ländern wurden nach und nach Wetterdienste aufgebaut (Abb. 12.2), die sich zunächst hauptsächlich mit Sturmwarnungen befassten.

Weitere Fortschritte

Anfang des 20. Jahrhunderts übertrug man die Daten noch per Funk und Morsealphabet. Sie mussten sofort dechiffriert und in die Bodenwetterkarte eingetragen werden. Danach wurden die Isolinien (z. B. Isobaren) eingezeichnet und die Daten analysiert. Aus den sich daraus ergebenden Frontverläufen und ihren Verlagerungsgeschwindigkeiten konnten dann Aussagen über das künftige Wettergeschehen gemacht werden. Erste Vorhersagekarten standen aber erst ab den 1940er Jahren zur Verfügung. Im Lauf der folgenden Jahrzehnte konnte nicht nur das Bodenstationsnetz deutlich ausgebaut werden, es kamen auch neue Messmethoden hinzu, die es ermöglichten, den Zustand der Atmosphäre in verschiedenen Höhenschichten zu erfassen. In den 1960er Jahren übermittelten Fernschreiber die codierten Daten. Der nächste Schritt in der Entwicklung war dann ab den 1970er Jahren der Einsatz von numerischen Vorhersagemodellen. Diese beruhen auf dem Prinzip, mittels physikalischer Gleichungen und bekannter Anfangszustände in mehreren Zeitschritten in die Zukunft zu rechnen. Jedes Ergebnis einer vorangegangenen Berechnung dient dann wieder als Ausgangszustand für den nächsten Zeitschritt. Damit konnten neben den Analysekarten auch sogenannte Prognosekarten erstellt werden. Die Qualität dieser rechenintensiven Vorhersagen konnte durch Verfeinerung der Modelle und Steigerung der Rechenleistung immer weiter verbessert werden. Mittlerweile ist eine 7-Tagesvorhersage so treffsicher wie vor 50 Jahren eine 24-stündige Vorhersage. Die ursprüngliche Bodenwetterkarte, die zusammen mit Höhenwetterkarten einen guten Überblick über die aktuelle Wetterlage bietet, wird aber immer noch genutzt (Abb. 12.3).

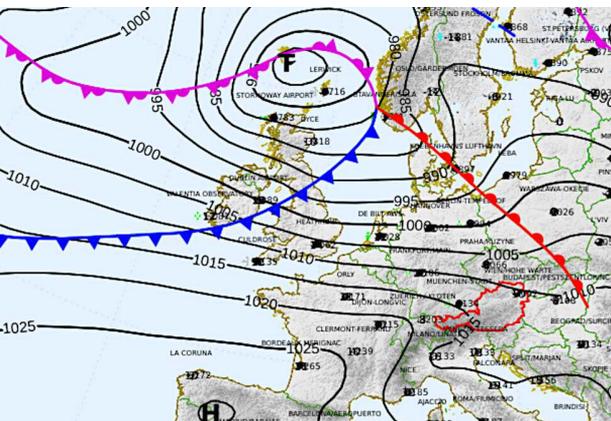


Abb. 12.3: Wetterkarte vom 24. Dezember 2023.