

HANDREICHUNG
FÜR DEN LEHRERzur Übungswetterkarte Nr. 1
(Winterlicher Kaltlufteinbruch)

Der Unterricht in der Wetterkunde soll den Zusammenhang zwischen den am Heimatort zu beobachtenden Wettererscheinungen mit dem in einem grösseren Raum – im wesentlichen also in Europa und den angrenzenden Meeresgebieten – ablaufenden Wettergeschehen vermitteln. Voraussetzung für das Verständnis der Wetterkarte ist eine grosszügige Kenntnis der Geographie Europas, insbesondere die Verteilung von Land und Meer und die Anordnung der grossen Gebirgsketten. Von Wichtigkeit ist ausserdem eine gewisse Vorstellung von der Lage des Golfstromes sowie von den eisbedeckten und eisfreien Zonen des Nordmeeres.

Stationsmeldungen

Grundlage der Wetterkarte sind die Beobachtungen der einzelnen Stationen, von denen in der beigegebenen Übungswetterkarte (wie auch in der täglich erscheinenden Wetterkarte) nur eine geeignete Auswahl erscheint, um die wesentlichen Vorgänge hervortreten zu lassen. Aus dem gleichen Grund ist bei jeder Station nur ein Teil der tatsächlich gemeldeten Beobachtungswerte in der Art der angefügten Erläuterungen eingetragen: Himmelsbedeckung, Windrichtung und -stärke, Lufttemperatur und soweit vorhanden besondere Wettererscheinungen wie Niederschlag, Nebel u. a. Ein erster Blick über diese Eintragungen lässt schon Wesentliches erkennen: Gebiete mit geschlossener Bewölkung oder mit heiterem Himmel, windschwache Zonen (z. B. die Britischen Inseln) und Gegenden, wo mehr oder weniger starke Winde wehen, schliesslich die zusammenhängenden Niederschlagsgebiete, die wegen ihrer Wichtigkeit durch eine, auf dem vollständigen Material basierende Schraffur hervorgehoben sind. Ausserhalb dieser geschlossenen Niederschlagszonen treten auch einzelne, schauerartige Niederschläge auf, die aus den Stationsmeldungen zu ersehen sind. Eine solche unregelmässige Verteilung ist auch bei den anderen Wetterelementen festzustellen: Bewölkung, Temperatur und Winde weisen selbst in einheitlichen Luftmassen gelegentlich starke Schwankungen von Ort zu Ort auf. Diese Streuung ist allgemein für die Natur der Wettererscheinungen charakteristisch, und eine wichtige Aufgabe besteht darin, die wesentlichen Vorgänge zu erfassen und die Abweichungen zu deuten.

Luftdruck und Luftbewegung

Die Verteilung des Luftdrucks, dessen Einzelwerte in den Übungskarten nicht erscheinen, ist durch Isobaren dargestellt, die in Abständen von 5 mb gezeichnet sind. Die Bedeutung des Isobarenbildes liegt neben der Festlegung der einzelnen Hoch- und Tiefdruckgebiete mit ihren Keilen und Ausläufern vor allem in der Darstellung der Luftströmung, die nach dem barischen Windgesetz annähernd parallel den Isobaren verläuft und umso stärker ist, je enger die Isobaren aneinanderliegen. Unter Strömung ist dabei die mittlere Bewegung einer mehrere Hundertmeter mächtigen Luftmasse zu verstehen. Die eingezeichneten, nur wenige Meter über dem Erdboden gemessenen Winde (auch Kirchturmhöhe ist keineswegs als ungestört anzusehen) weichen je nach der örtlichen Umgebung der Station in Richtung und Stärke mehr oder weniger von der allgemeinen, meist recht gleichmässigen Strömung ab, ähnlich wie der Wind in den Strassen einer Stadt unregelmässig aus verschiedenen Richtungen zu wehen pflegt. Dagegen nimmt z. B. ein Luftballon, der über die Stadt hinweg schwebt, seinen Weg annähernd gradlinig. Zur Veranschaulichung ist die Bewegung der Hauptluftmassen durch (bei Kaltluft ausgefüllte, bei Warmluft schraffierte) Strömungspfeile hervorgehoben.

Fronten und Niederschläge

Die andere, in gleicher Weise wichtige Aufteilung der Wetterkarte geschieht durch Frontenzüge (Warmfront, Kaltfront und die durch Zusammenlauf beider entstehende "Okklusion"=Zusammenschluss), die Luftmassen verschiedener Herkunft gegeneinander abgrenzen. Eine Warmfront ist dort gezeichnet, wo eine warme Luftmasse gegen eine vor ihr liegende kältere Luft vordringt (Beispiel: Shetland-Inseln mit Temperaturanstieg von 1° auf 8° vom 14. zum 15.). Erfolgt dieses Vordringen rasch genug, so dass



die Kaltluft nicht vorher abfließen kann, dann kommt es zum Aufgleiten und damit zu verbreitetem, meist gleichmäßigem Niederschlag ("Landregen" bzw. Schneefall). Umgekehrt spricht man von einer Kaltfront, wenn sich eine kalte, spezifisch etwas schwerere Luftmasse unter eine wärmere schiebt (Beispiel: Berlin vom 13. zum 14. mit Temperaturrückgang um 8°), wobei es häufig zu ungleichförmigen, schauerartigen Niederschlägen, im Sommer vielfach auch Gewittern kommt. Die Okklusion hat je nach dem Temperaturunterschied zwischen den davor liegenden und nachfolgenden Luftmassen Warmfront- oder Kaltfrontcharakter. Ein Blick auf die Wetterkarte zeigt, dass die Niederschlagsgebiete meist streifenförmig an den Fronten liegen, wo es durch das Gegeneinanderströmen verschiedener Luftmassen zu Aufwärtsbewegungen und damit zur Kondensation kommt. Unabhängig von Fronten treten vor allem an Gebirgen Niederschläge auf, wenn eine genügend feuchte Luftmasse gegen die Hänge anströmt und so durch Hebung und Abkühlung zum Ausregnen oder -schneien gebracht wird (z. B. Südostküste von Grönland am 14.).

Wetterlage vom 13. Dez. 1947, 4 Uhr

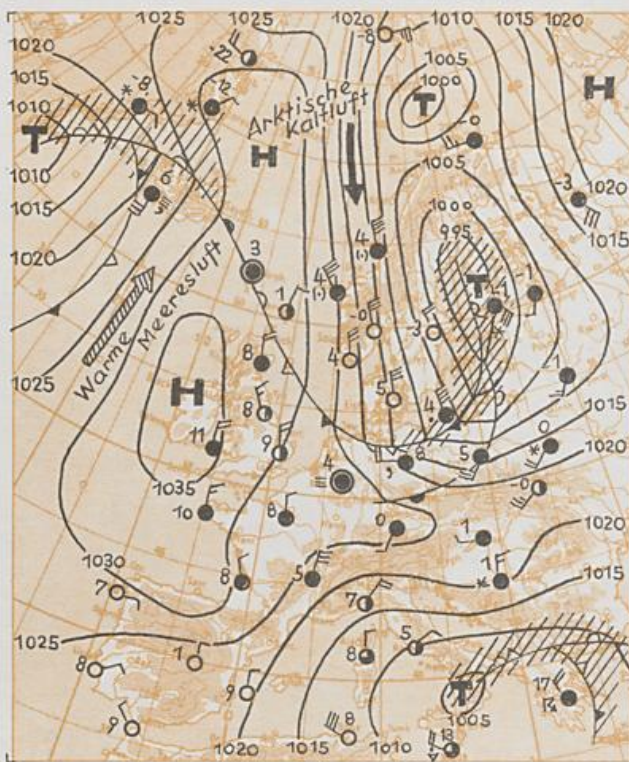


Abb. 1

Wetterlage vom 15. Dez. 1947, 4 Uhr

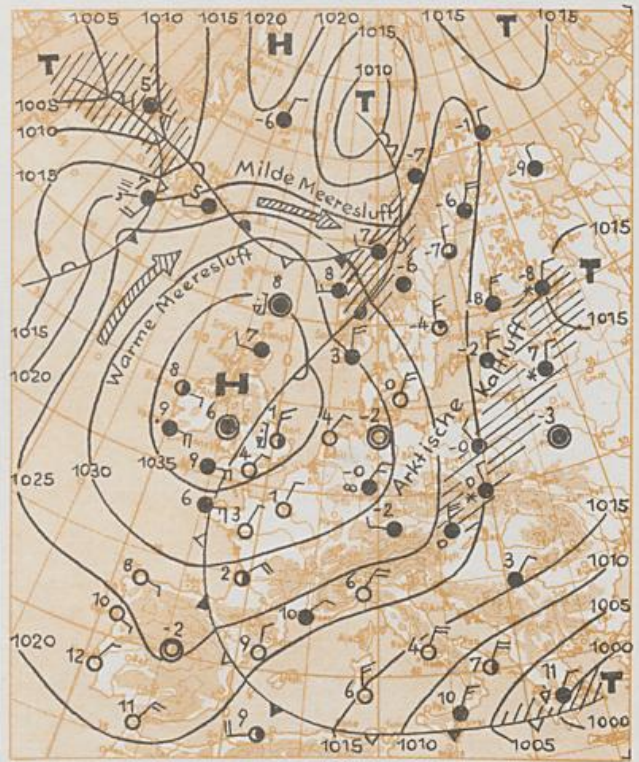


Abb. 2

Vorgeschichte des Kaltlufteinbruches

Die vorliegende Serie von Wetterkarten zeigt den Übergang zu winterlichem Wetter um Mitte Dezember 1947, nachdem die erste Hälfte des Monats im Durchschnitt zu mild ausgefallen war. Aus südwestlichen bis westlichen Richtungen war nach Mitteleuropa immer wieder Meeresluft gelangt, in der bei starker Bewölkung die Temperaturen meist einige Grad über dem Gefrierpunkt lagen. Am 9. Dezember hatte sich über den Britischen Inseln ein Hochdruckgebiet aufgebaut, das sich in den folgenden Tagen als recht beständig erwies und insofern eine Änderung der Grosswetterlage bewirkte, als die atlantischen Tiefdruckgebiete nach Nordeuropa abgelenkt wurden und deshalb Mitteleuropa nur mit ihren südlichen Frontausläufern streifen konnten. Am 12. Dezember überquerte Norddeutschland eine Warmfront, hinter der es noch einmal ungewöhnlich mild wurde und die Temperaturen auf $7 - 8^{\circ}$ Grad anstiegen. Am 13. Dezember (Abb. 1) verlief sie vom deutschen Mittelgebirge über Polen hinweg zu einem kräftigen Tief, das sich in vorangegangenen 24 Stunden über Skandinavien entwickelt hatte. Gleichzeitig hatte sich das britische Hoch durch einen Keil nach

Grönland ausgeweitet. Auf diese Weise kam es zur Ausbildung einer ausgedehnten und ziemlich kräftigen nördlichen Strömung, mit der die im Nordmeer bereitliegende arktische Kaltluft über Südsandinavien hinweg in Bewegung gesetzt wurde. Damit war der Kaltlufteinbruch, der das Wetter der nächsten Tage bestimmte, eingeleitet.

Kältebeginn in Mitteleuropa

Als Übungswetterkarte für den Schüler ist der 14. Dezember ausgearbeitet worden, also der Tag, an dem die Kaltluft Mitteleuropa gerade überflutet hat. Über den Britischen Inseln liegt, gegenüber dem Vortag leicht verstärkt, ein umfangreiches Hochdruckgebiet, in dessen Bereich innerhalb der Meeresluft allgemein bedecktes, teilweise nebliges oder stark dunstiges Wetter herrscht. In winterlichen Hochs kommt dieses trübe Wetter in der Niederung häufig vor. Die Wolkenschicht ist aber meist nur flach, so dass in höheren Lagen (Mittel- und Hochgebirge) der Himmel heiter ist. Im Sommer dagegen geht hoher Luftdruck in den meisten Fällen mit geringer Bewölkung einher.

Das am Vortag über Finnland gelegene Tief ist nach Südosten gezogen und auch in seinem Bereich herrscht starke Bewölkung vor, aus dem an einzelnen Orten Schnee fällt. Zwischen diesen beiden beherrschenden Luftdruckgebilden hat sich die Nordströmung bis in die Nähe der Alpen und zum nördlichen Balkan durchgesetzt und damit kältere Luft nach Deutschland einfließen lassen. Die etwa 1000 km lange Strecke von der deutschen Ostseeküste bis nach Südungarn hat die Kaltluft in 24 Stunden zurückgelegt. Das entspricht einer mittleren Geschwindigkeit von rund 40 km/h oder 22 Knoten. Tatsächlich melden die Stationen im Ostseeraum über dem östlichen Mitteleuropa Windstärken von 15 - 30 Knoten, so dass diese Winde mit der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Luftmasse recht gut übereinstimmen. Weiter nach Westen in der Nähe des Hochdruckgebietes sind Frontgeschwindigkeit und Windstärken geringer.

Die mit Radiosonden durchgeführten Aufstiege von Erlangen (Abb.3) zeigen, dass die Abkühlung vom 13. zum 14. Dezember hauptsächlich in 1 - 3 km Höhe eingetreten ist, während in den tieferen Schichten die Temperaturänderungen zunächst gering bleiben. Bis zum nächsten Tage setzt sich die Abkühlung auch weiter unten und in grösseren Höhen durch; die Kaltluft ist also kein einheitliches Ganzes, sondern schichtweise aufgebaut. Innerhalb der Kaltluft kommt es in dem Streifen zwischen Hamburg und Budapest, der am Vortag bedeckt war, zu Aufheiterung, während in Süd- und Westdeutschland in der Nähe der Kaltfront die Bewölkung noch geschlossen bleibt. Bei Köln wird sogar ein Schauer beobachtet.

Die in der Wetterkarte enthaltenen Bodentemperaturen, die einheitlich in Thermometerhütten in 2 m Höhe gemessen werden, zeigen oft recht unterschiedliche Werte, weil sie stark von den örtlichen Verhältnissen der betreffenden Station abhängig sind. So meldet z.B. Marseille, obwohl es von der nördlichen Kaltluft am 14. Dezember früh sicher noch nicht erreicht ist, leichten Frost, der bei klarem Himmel und völliger Windstille in der langen Winternacht durch Ausstrahlung entstanden ist, sich aber nur auf die untersten Luftschichten beschränkt. Aus den Aufstiegen von Paris, Erlangen und Stockholm ist er-

Messungen der freien Atmosphäre von 4 Uhr

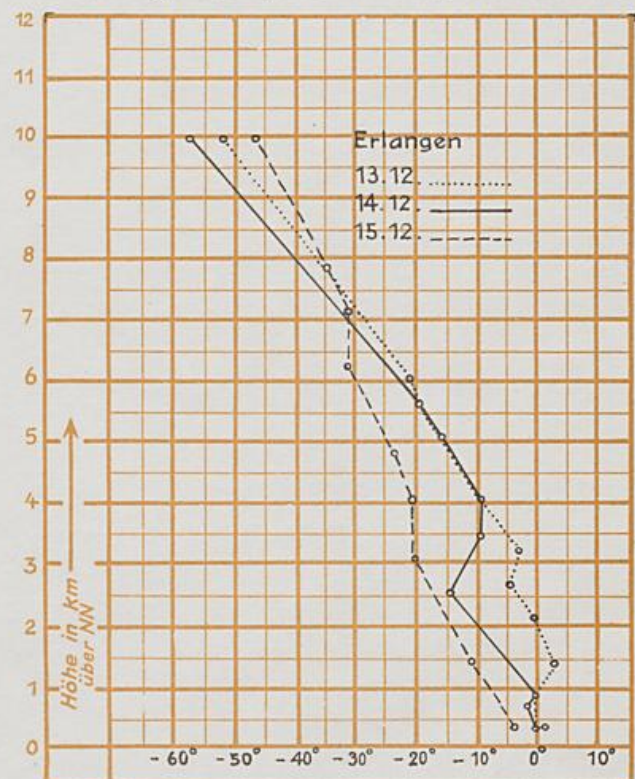


Abb.3

sichtlich, dass oberhalb 1 km Höhe die Temperaturunterschiede merklich grösser sind als unten, weshalb die Messungen aus der freien Atmosphäre zur Auffindung der Fronten besonders wichtig sind.

Fortgang und Abschluss der Kälteperiode

Dem Kaltluftstrom über Europa stand ein auf Island gerichteter Warmluftstrom über dem atlantischen Ozean gegenüber. Ein schmaler Sektor dieser warmen Meeresluft gehörte zu einer bis nach Ostgrönland mit einem grossen Schneefallgebiet vorgedrungenen Störung. Diese schwenkte bis zum 15. Dezember nach Südnorwegen um (Abb. 2) und rief am nächsten Tage auch im westlichen Deutschland verbreitete Schneefälle hervor, wobei sich aber die wärmere, in weitem Umweg von Nordwesten gekommene Luft nur in höheren Schichten bemerkbar machte und die untere Kaltluft nicht wegzuräumen vermochte. Damit schritt die Einwinterung fort. Es entstand eine geschlossene Schneedecke, über der in den nachfolgenden klaren Nächten verbreitet Fröste unter -10° , stellenweise bis nahe -20° auftraten. Dieses Winterwetter fand erst nach dem 20. Dezember sein Ende, indem das um Monatsmitte nach Norden ausgeweitete britische Hoch wieder eine südlichere Lage einnahm und die europäische Nordströmung durch mehr westliche Luftzufuhr abgelöst wurde.