

Enorme Luftmassengegensätze und Februar-Kälte 2021 in Teilen Deutschlands – wie ungewöhnlich ist das?



Der Februar – ein Monats-Extremist?

Mit einer Standard-Abweichung seiner Monatswerte von 2,79 (DWD-Flächenmittel Deutschland 1881 bis 2020) weist der Februar die höchste Variabilität aller Monate des Jahres auf. Auch der seit 1881 wärmste (1990 mit +5,7°C) und die kältesten (1929/1956 mit etwa minus 9°C) fallen in den Februar, müssen sich den „Rekord“ aber mit dem Januar 1940 teilen. Grimmige Februar-Kälte kam immer mal wieder vor:

1929 froren die südliche Ostsee, das Wattenmeer und alle größeren Flüsse zu. Fischerei und Hafenwirtschaft kamen zum Erliegen, es gab ein Massensterben in der Tierwelt; und es wurde gebietsweise „Polarschnee“ beobachtet, welcher nur bei extremsten Minusgraden fällt. In den meisten Teilen Deutschlands herrschte an allen Februar-Tagen Dauerfrost – ein in unseren wechselhaften Wintern sehr seltenes Ereignis. Näheres [hier](#). Ein (leider sehr schlechter) Wetterkarten-Abdruck von 1929 zeigt, warum es damals so kalt war – ein Skandinavien-Hoch hatte sich etabliert:



Abbildung 1: Bodenwetterkarte vom 12.02.1929. Zur Orientierung: Links oben Island, links unten Spanien, rechts unten das Schwarze Meer und das Hoch-Zentrum über Mittelskandinavien. In Deutschland verbreitet Frühlertemperaturen von minus 20 bis unter minus 35 Grad. Bildquelle: Beilage 20/1998 zur Wetterkarte (Amtsblatt) des Deutschen Wetterdienstes.

In den 1940ern gab es drei sehr kalte Februare, letztmalig im Hungerwinter 1947.

1956 ähnelte – nach milder Vorwitterung, dem 1929er Februar, man versuchte verzweifelt, mit Dynamit die Eisdecke des Rheins zu sprengen.

1963 fror das einzige Mal im 20. Jahrhundert der Bodensee so zu, dass er gefahrlos betreten und teils gar befahren werden konnte („Seegfrörne“). Selbst in der klarrend kalten „Kleinen Eiszeit“ kam das nur gelegentlich vor.

1986 letztmalig extrem kalter Februar; danach waren die von 1991, 1996, 2003 und 2012 noch mäßig kalt.

Wissenswertes über Luftmassengrenzen

Was eine Luftmasse ist, wird [hier](#) und [hier](#) erläutert. Bewegt sich eine Luftmasse mehr oder weniger aktiv gegen eine andere, so spricht man von einer Front. Der etwas martialische Begriff entstand unter dem Eindruck des gerade

beendeten 1. Weltkrieges sozusagen als „Nebenprodukt“ der in den 1920er Jahren veröffentlichten Polarfront-Theorie des genialen Mathematikers, Physikers und Pioniers der modernen Meteorologie, VILHELM BJERKNES. Es gibt Warm-, Kalt- und Mischfronten („Okklusionen“); alle bewegen sich meist mehr oder weniger zügig in eine Richtung; ein ortsfester Beobachter erlebt ihre diversen Wettererscheinungen (Winddrehung, Wolken, oft auch Niederschläge und mehr oder minder deutliche tageszeitunabhängige Temperaturänderung) meist nur für kaum eine bis wenige Stunden. Doch mitunter treffen zwei annähernd gleich starke Strömungen aufeinander; dann kann jede beliebige Wetterfront über einen Zeitraum von etwa einem bis zu Tagen oder gar Wochen, mehr oder weniger ortsfest werden – eine Luftmassengrenze ist entstanden. In den Tropen mit ihrer Passat- und Monsunzirkulation sind solche stabilen „Wettergrenzen“ sogar klimatisch relevant – bestes Beispiel ist die Innertropische Konvergenzzone, welche, je nach Sonnenstand, stets langsam um den Äquator pendelt; sie spielt auch eine wesentliche Rolle bei den dortigen Regenzeiten („Sommermonsun“). In unseren gemäßigten Breiten mit ihrem wechselhaften „Westwetter“ kommen Luftmassengrenzen eher selten, aber in allen Jahreszeiten vor; am Rande der Polargebiete, wo der Westwind der gemäßigten Breiten und der polare Ostwind aufeinander treffen, sind sie wieder häufiger zu beobachten.

Winterliche Luftmassengrenzen – besonders extrem?

Während im Sommer zwischen Tropen und Polarregion nur ein Temperaturgefälle von etwa 25°C herrscht, sind es im Winter etwa 50 Grad und mehr. Außerdem erwärmt die Sommersonne Kaltluftmassen in der bodennahen Schicht rasch, was den Temperaturunterschied zu subtropischer Warmluft oft stark verkleinert. Nur im Winter können, gerade in den gemäßigten Breiten und am extremsten in Nordamerika, enorme Temperaturunterschiede von manchmal weit mehr als 30°C auf weniger als 500 Km Distanz, entstehen („Blizzard-Lagen“). In Mitteleuropa mindern die relativ warmen Randmeere Ost- und Nordsee sowie die „Riegelstellung“ der Alpen und des Skandinavischen Gebirges zwar die Kontraste, doch sind auch hier schon Temperaturkontraste von um die 30°C auf kaum 500 Km Distanz beobachtet worden, was aber nur unter besonderen Umständen, welche gleich noch erklärt werden, möglich ist.

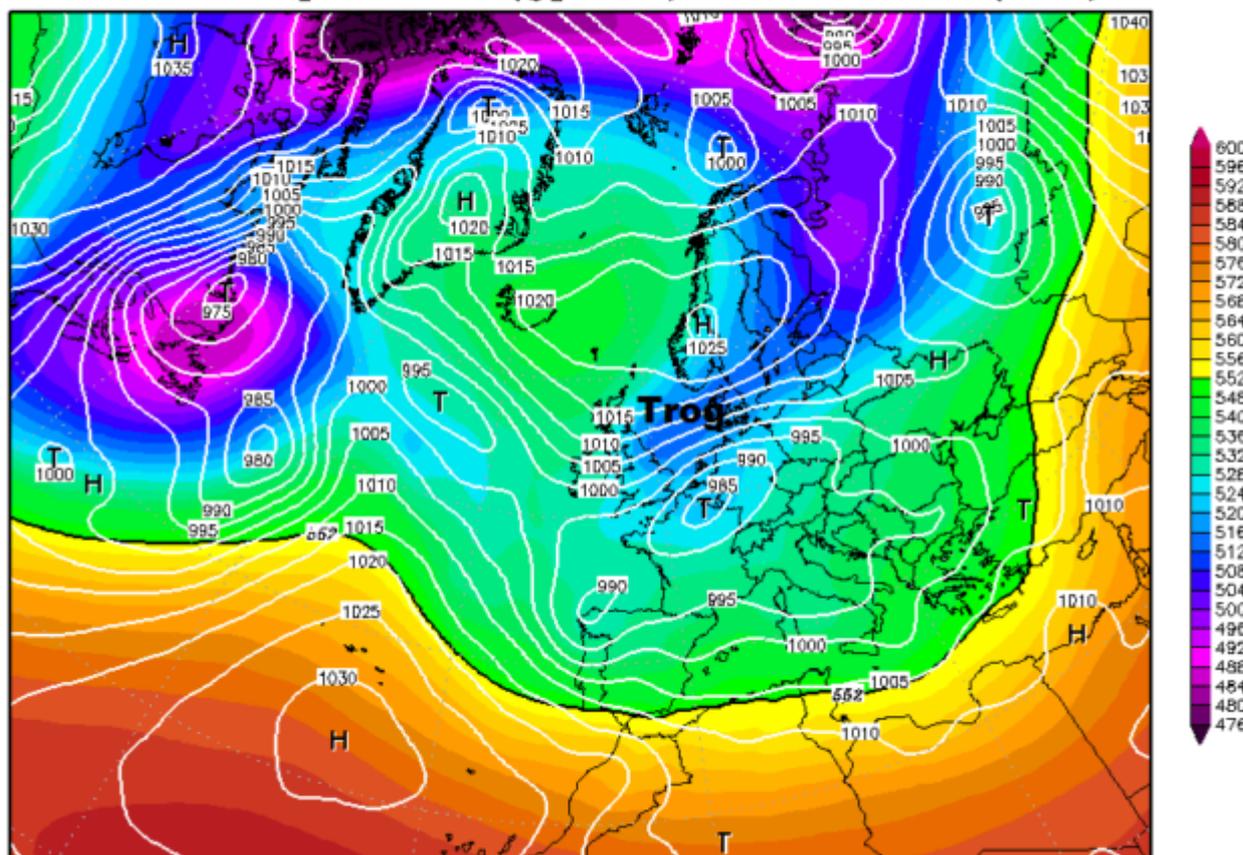
Luftmassengrenzen und Niederschläge

Ob und in welcher Intensität oder Form Niederschläge an Luftmassengrenzen fallen, hängt neben der Schärfe des Temperaturkontrastes vor allem auch von der Aktivität der Warmluft und der Lage der Luftmassengrenze zum nächsten Höhentrog ab. Liegt sie in der Nähe einer Trog-Vorderseite, so herrscht dort positive Vorticity (aufsteigende Luftbewegung) – die wichtigste Voraussetzung für Niederschläge. Diese Konstellation ist auch der Grund, warum bei den in den letzten Jahrzehnten so häufigen Großwetterlagen Tief Britische Inseln und Trog über Westeuropa Ostdeutschland niederschlagsmäßig benachteiligt war – es lag schon zu weit östlich der Trog-Vorderseite, die aufziehenden Wetterfronten liefen sich, ähnlich wie Wellen am Strand, mit zunehmender Entfernung zum Trog regelrecht tot. Luftmassengrenzen rückseitig eines Troges oder gar unter Hochdruckeinfluss erzeugen meist nur etwas Sprühregen oder Schneegriesel; häufig entsteht an diesen jedoch Nebel und Hochnebel. An einer

„idealen“ Luftmassengrenze wie der zu Silvester 1978 konnten (von Süd nach Nord) alle Niederschlagsformen Regen, Gefrierender Regen, Eisregen (Eiskörner) und Schnee, beobachtet werden. Der Gefrierende Regen und der Eisregen setzen aber auf der Südseite eine sehr milde Luftmasse (mS oder wenigstens mPs) voraus, welche beim bodennahen Vordringen der Kaltluft noch eine Weile in mittleren Luftschichten verbleibt. Da besonders die Subtropikluft (meist mS) mehr oder weniger schnell durch Okklusion „verbraucht“ und durch mPs oder gar mP ersetzt wird, fallen die Niederschläge meist im Laufe der Zeit überall als Schnee und nehmen gegen Ende, wenn sich die Kaltluft südwärts durchsetzt, meist auch an Intensität stark ab. Erwähnenswert ist aber noch die orographische Verstärkung der Niederschläge an den Nordostseiten der Berge; außerdem sind im Ost- und Nordseeraum extreme Schneemengen nicht durch die Hebungsvorgänge an der Luftmassengrenze selbst, sondern durch Labilisierung der über das relativ warme Wasser wehenden Kaltluft möglich. Im Gebiet der Großen Seen wird dieses dort häufige Phänomen der schauerartig verstärkten Schneefälle als „Lake Effect Snow“ bezeichnet. In den letzten gut 40 Jahren, also seit dem Extremwinter 1978/79, zeigt sich auch keine auffällige Zunahme der Niederschläge bei Grenzweatherlagen. Gerade die sehr trockenen Regionen Ostdeutschlands sind auf diese Grenzlagen mit ihren oft reichen Niederschlägen dringend angewiesen.

14FEB1979 12Z

500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Daten: CFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Abbildung 2: Boden- und Höhenkarte vom 14.02.1979, Mittag. Man erkennt den zur südwestlichen Nordsee gerichteten Höhentrog, an dessen Vorderseite (Norddeutschland) Hebung und damit starke Niederschläge begünstigt wurden – die zweite Schneekatastrophe des Winters 1878/79.

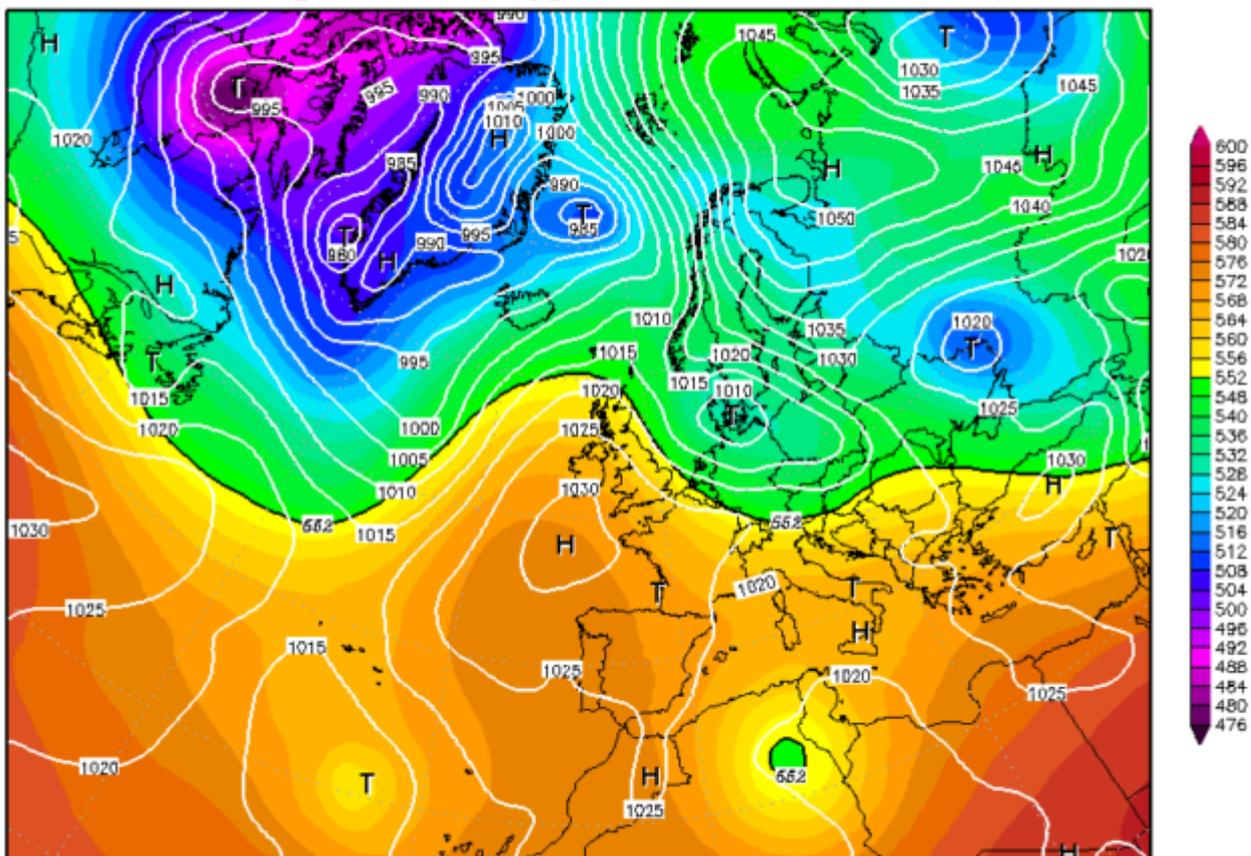
Bildquelle: wetterzentrale.de, ergänzt.

Extreme Luftmassengrenzen – nur mit bestimmten Zutaten und bei genügend Entwicklungszeit?

Eine Luftmassengrenze über Deutschland kann auch entstehen, wenn die Strömungen eines jeweiligen Hochs über West- und Nordosteuropa in Deutschland aufeinander treffen; aber sie wird dann nie extrem sein. Das westliche Hoch lenkt eher gemäßigte Luft (mP, mSp) heran, das östliche zwar mitunter kalte Festlandsluft (cP), aber der extrem eisigen Nordluft (cA oder xA) ist wegen der dort herrschenden Ost- bis Südostströmung der kürzeste Weg nach Deutschland versperrt:

21JAN2006 06Z

500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)

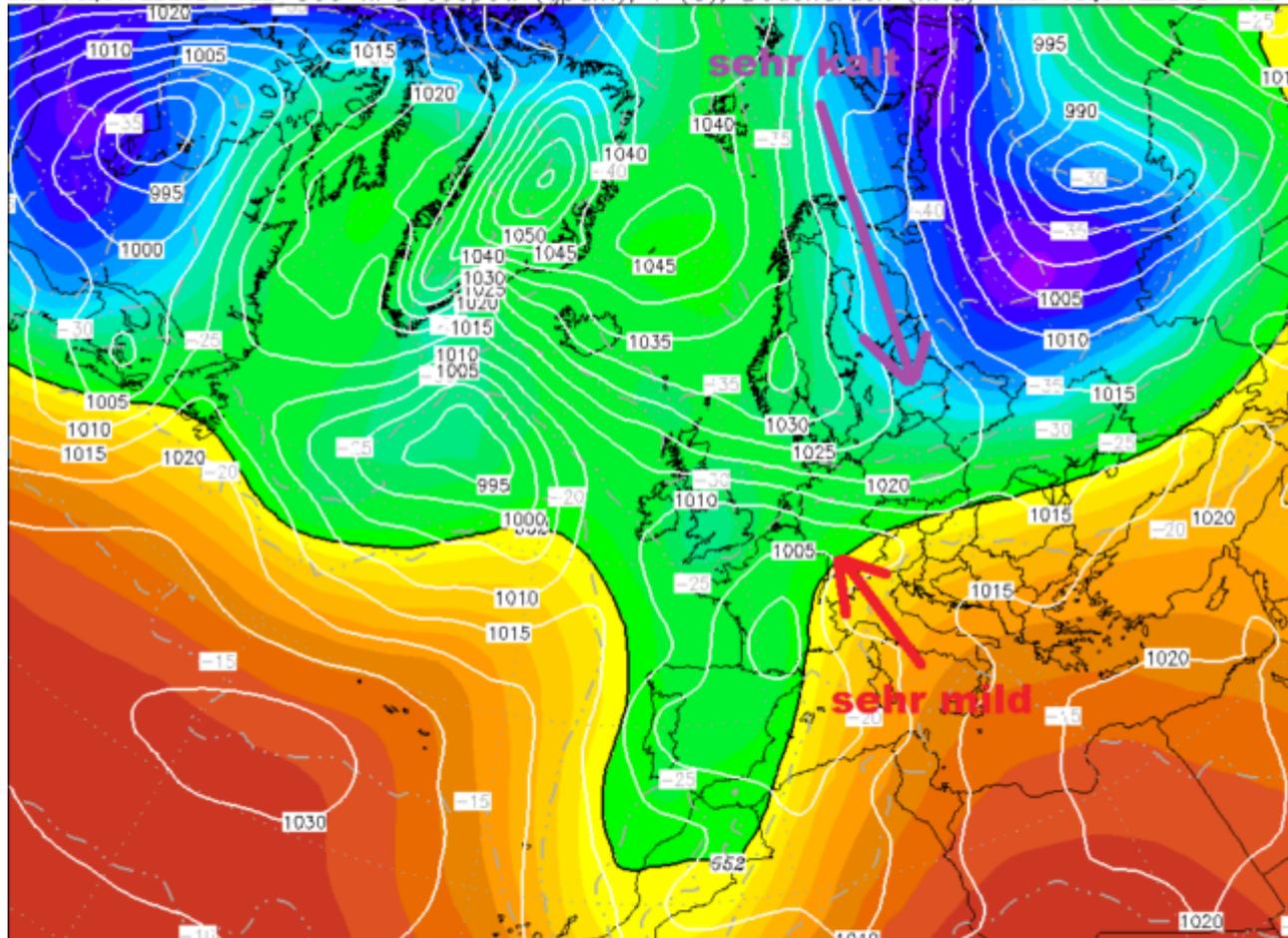


Daten: CFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

Abbildung 3 : Wetterlage vom 21. Januar 2006. Das über Norddeutschland liegende Tief trennte mäßig milde Luft (meist mP) im Westen von sehr kalter kontinentaler Subpolarluft im Osten und ging mit nur leichten Schnee- und Regenfällen einher. Diese Lage hatte schon am 17./18. Januar begonnen; und erst am 22. Januar setzte sich überall die Kaltluft durch. Bildquelle: wetterzentrale.de

Das folgende Beispiel der Februar-Situation 2021 zeigt die erforderliche Konstellation für eine scharfe Luftmassengrenze:

Init: Sat,06FEB2021 12Z 500 hPa Geopot. (gpm), T (C), Bodendruck (hPa) Valid: Sat,06FEB2021 12Z



Data: GFS OPERATIONAL 0.250°
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

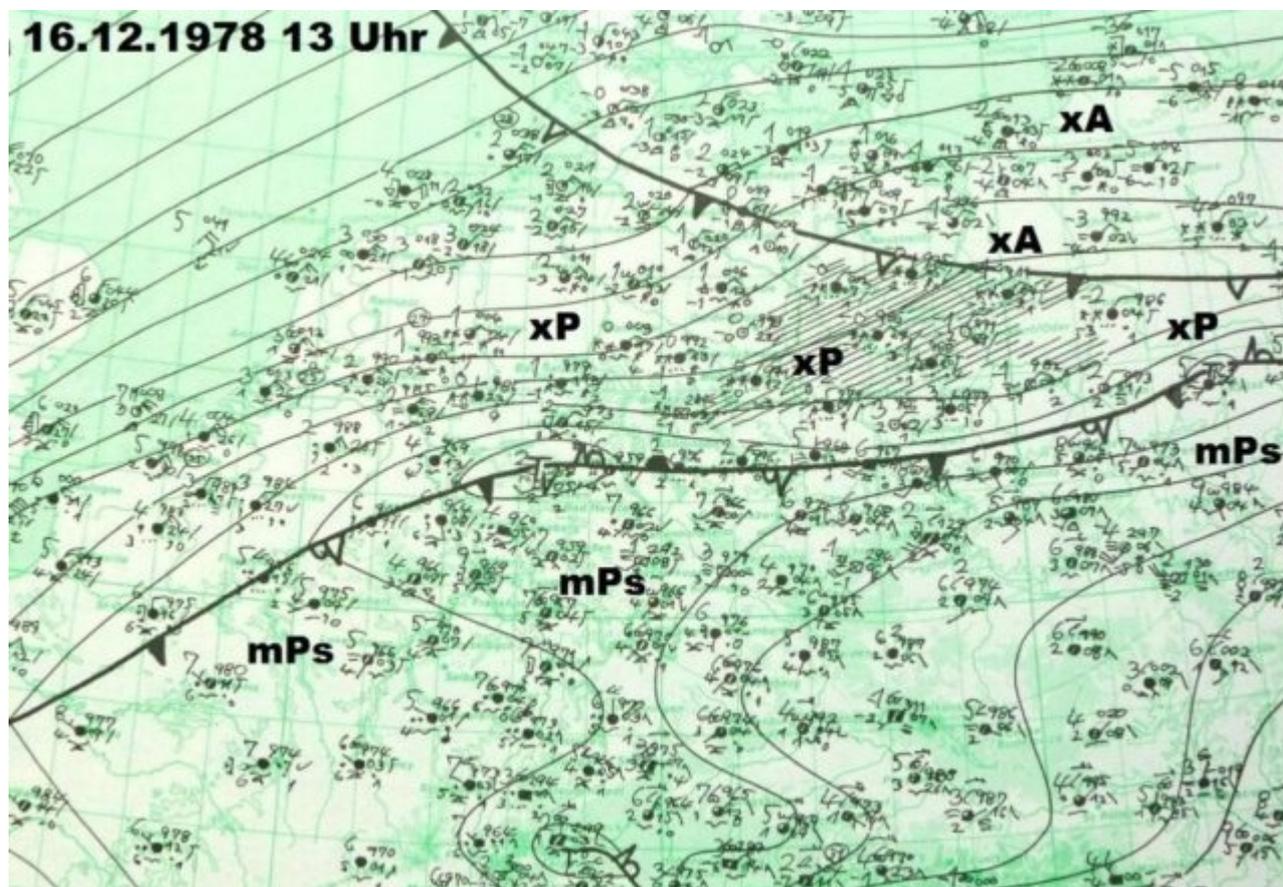


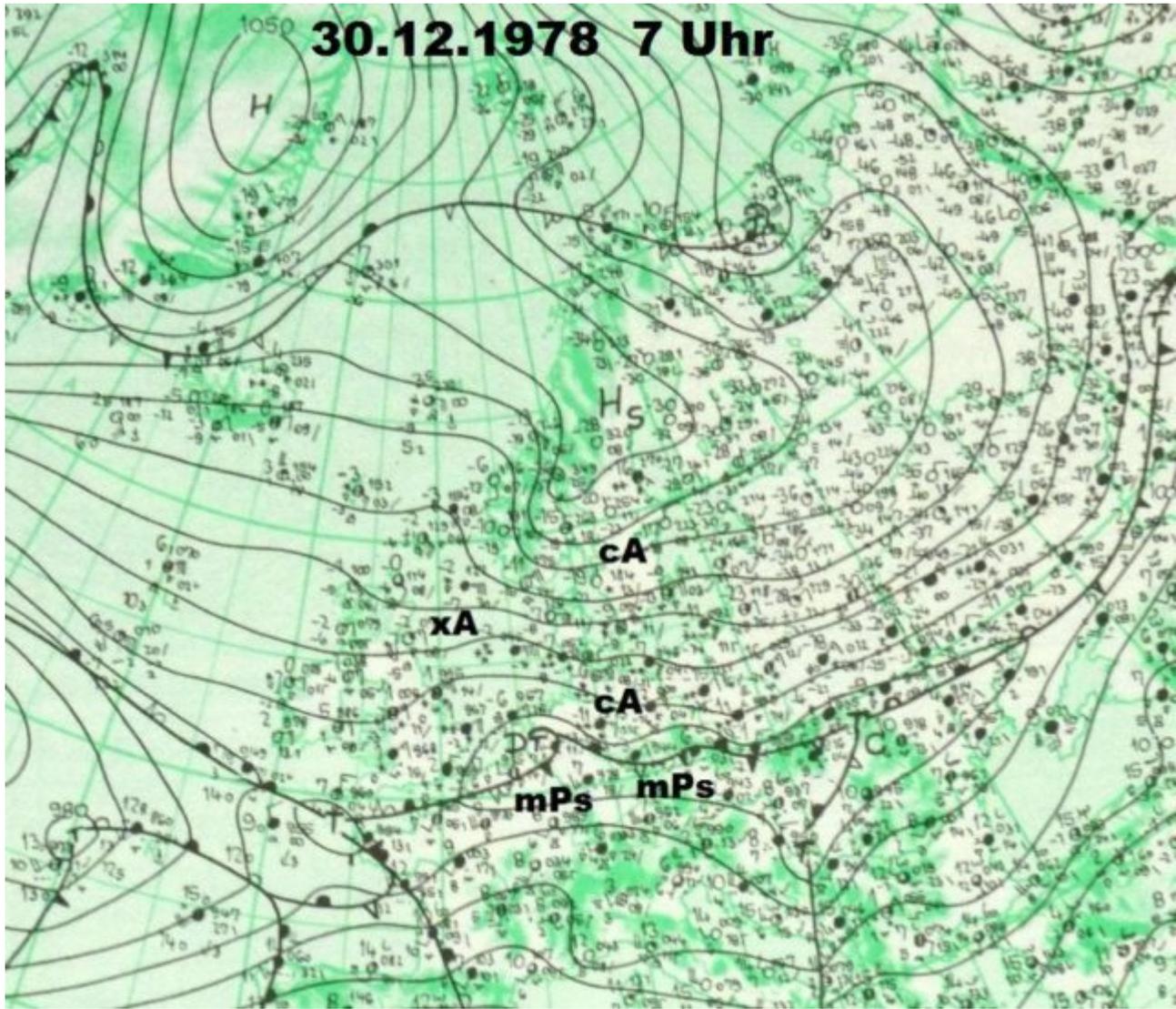
Abbildung 4: Vorhersagekarte des GFS für den 6. Februar 2021, 12 Uhr (entspricht der dann eingetretenen Realität weitgehend). Am Rande einer kräftigen, von der Arktis und Grönland nach Südsandinavien reichenden Hochs strömt Arktikluft (cA und xA) direkt in den Ostseeraum. Gleichzeitig gelangte Warmluft aus dem Mittelmeerraum nach Südwestdeutschland; dort setzte sich die Kaltluft zuletzt durch. Entlang der Luftmassengrenze schneite es über der Mitte Deutschlands stark. Bildquelle wetterzentrale.de; ergänzt.

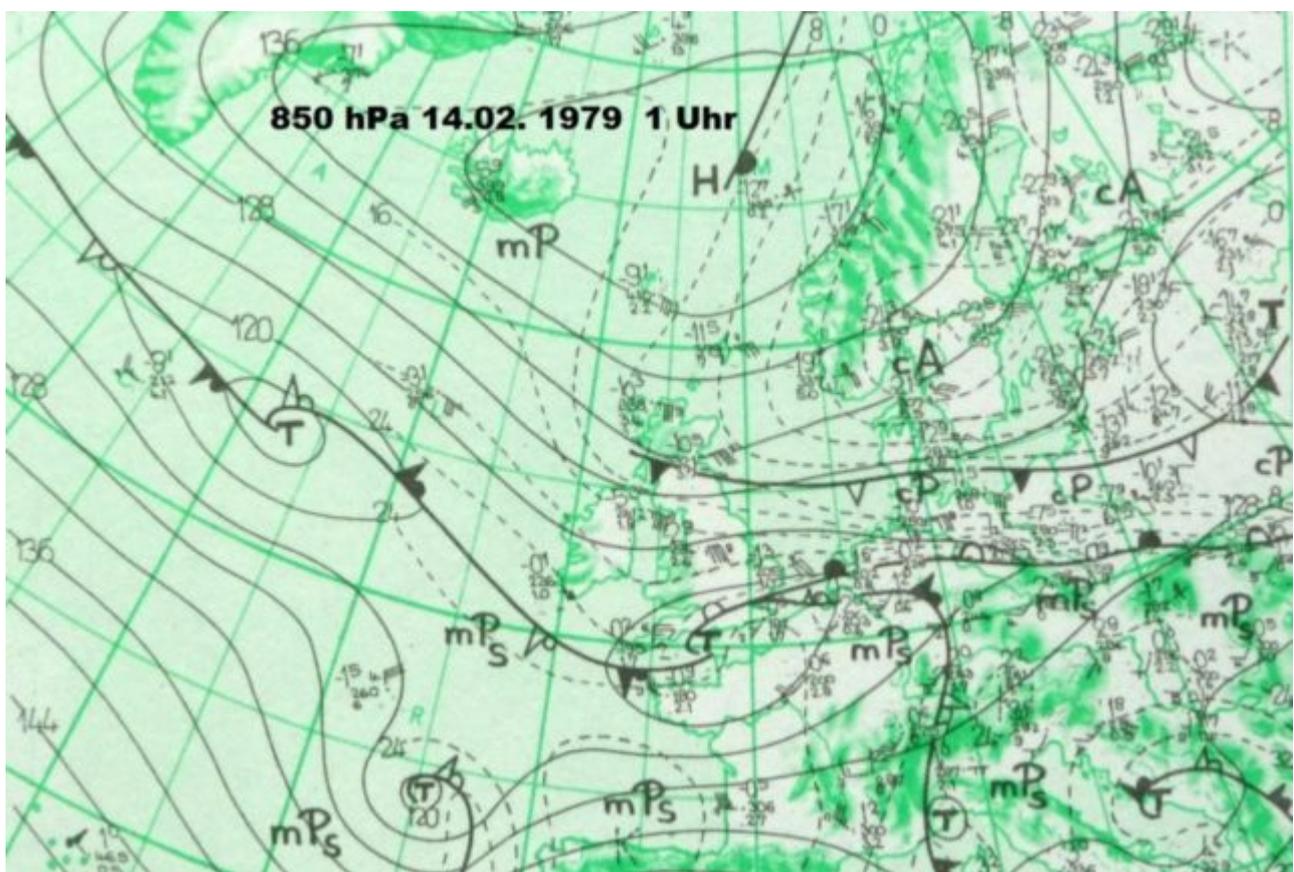
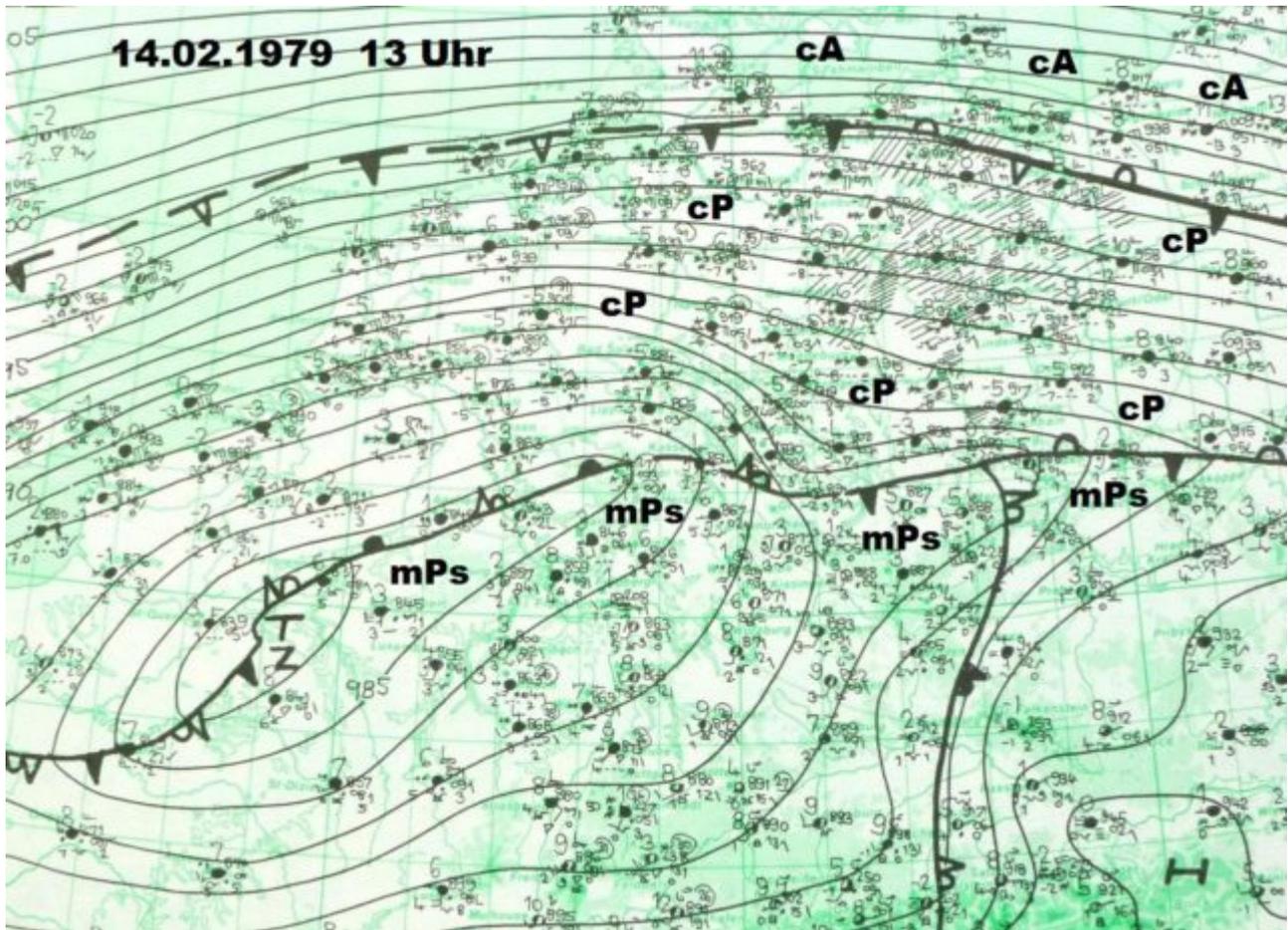
Eine Sichtung der seit 1979 verfügbaren Wetterkarten ergab für fast alle markanten Luftmassengrenzen ein ähnliches Schema wie in Abbildung 4, nämlich als Ausgangspunkt eine oft südliche Westlage bei gleichzeitigem Aufbau eines Hochs über dem Nordmeerraum. Die südliche Westlage ermöglicht es, dass sich nicht zu starke Teiltiefs vom Atlantiktief lösen und Richtung Deutschland ziehen. Sie „liefern“ auf ihrer Südseite die Warmluft und saugen gleichzeitig auf ihrer Nordseite die an der Ostflanke des Hochs zur Ostsee gelangte Arktikluft an. Aber nur, wenn sich dieser Prozess mittels mehrerer Tiefs einige Male über Tage oder gar Wochen wiederholt, entsteht der enorme Temperaturkontrast, denn es braucht Zeit zur Entwicklung des nordöstlichen Kältereservoirs und zur wenigsten leichten Abkühlung der Randmeere. Besonders anhand der Grenzwetterlage 1978/79 und der aktuellen vom Januar/Februar 2021 lässt sich diese Tatsache gut belegen – leichte Variationen inbegriffen.

Die Silvester-Lage von 1978/79 und deren „Schwestern“

In Internet und Literatur finden sich haufenweise Berichte über den „Silvester-Blizzard“ des Jahreswechsels 1978/79. Doch weniger bekannt ist: Es gab knappe 14 Tage eher einen schwachen „Vorläufer“, welcher das Hauptereignis quasi ankündigte und vorbereitete, und mit dem Blizzard Mitte Februar 1979 einen folgenschweren Nachfolger (erneutes Schnee-Chaos über Norddeutschland). Im Folgenden einige Wetterkarten dazu:







Abbildungen 5a bis d: Von oben: 5a: Bodenkarte vom 16.12.1978, 13 Uhr, „Vorläufer“ des Silvester-Blizzards im Advent. Luftmassengrenze (langsam südwärts ziehende Kaltokklusion) über Mitteldeutschland, südlich davon in mPs 4 bis 9 Plusgrade, nördlich xP, bei Schneefall um 0°C. Ganz im

Nordosten eine weitere Kaltfront, dahinter xA. 5b: Einen Tag vor Silvester hatte sich die Luftmassengrenze des „Großen Blizzards“ schon voll entwickelt – cA im Norden trifft direkt auf mPs im Süden; Temperaturkontraste über Deutschland fast 30°C. Man achte auf die „Zutaten“: Großes Hoch im Nordmeer-Raum und die kleinen Tiefdruckgebiete etwa entlang des 50. Breitengrades. 5c: Bodenkarte des Februar-Blizzards von 1979. Ganz ähnliche Struktur wie Abb. 5a, aber viel schärfere Temperaturkontraste. 5d: Europa-Höhenwetterkarte zum Februar-Blizzard; man achte wieder auf Nordmeer-Hoch und die Kette der Tiefs im Süden. Bildquellen: Berliner Wetterkarten vom 16. und 30.12.1978 sowie vom 14.02.1979, ergänzt.

Chronik einiger Grenzwetterlagen nach 1979

Hier können – da sonst zu umfänglich – nicht alle Ereignisse erwähnt werden. Es wird auf das Wetterkartenarchiv bei wetterzentrale.de verwiesen.

Anfang Februar 1980 schwächere Grenzlage mit intensiven Schneefällen über Norddeutschland; letztendlich setzte sich die Warmluft durch.

Im schneereichen Dezember 1981 mehrere Ereignisse zur Monatsmitte und an Weihnachten.

Zum Jahresauftakt 1987 markante Grenzwetterlage; sie leitete einen sehr kalten Januar ein.

Anfang Dezember 1988 Grenzwetterlage mit ergiebigem Schnee und Eisregen; es folgte Tauwetter und ein sehr milder Winter.

1994 beendete eine Grenzwetterlage mit Schneefällen um den 24.02. eine kurze Kälteperiode.

Anfang Januar 2003 leitet eine Grenzwetterlage eine kürzere Kälteperiode ein.

Kürzere Grenzwetterlage um den 10. März 2006; sie leitete die letzte Phase des „Märzwinters“ in diesem Kälte-März ein.

Zum Jahreswechsel 2009/10 markante Luftmassengrenze mit Schnee und Eisregen; es folgt der kalte, schneereiche Januar 2010.

Im Winter 2012/13 teils schneereiche Grenzwetterlagen im Dezember und März.

Um den 20. Januar 2014 schwächere Grenzwetterlage im ansonsten sehr milden Winter.

Erste Januar-Dekade 2016 schwächeres Ereignis mit gebietsweisem Eisregen.

Ende Januar/Anfang Februar 2021 markantestes Grenzwetter-Ereignis seit 1979, bei „pendelnder“ Luftmassengrenze über eine Woche anhaltend, bauten sich, beginnend mit dem 28. Januar, starke Temperaturkontraste zwischen dem kalten Nordosten und dem teils extrem milden Südwestdeutschland, auf, welche zeitweilig gut 15°C erreichten; teils ergiebige Schnee-, Regen- und vereinzelt Eisregenfälle. Der in Weimar am 6./7. Februar gefallene Schnee

hatte einen leicht gelb-grauen Farbton – er enthielt Sahara-Staub, ein eindeutiger Beleg für die Beteiligung einer subtropischen Luftmasse an diesen Niederschlagsprozessen.

Ursachen der Grenzwetterlagen und der strengen Winterkälte 2021

Sie sollen hier nur kurz erwähnt werden. Wie die vorangehende Aufzeichnung belegt, können Grenzwetterlagen auch in sonst milden, Westlagen-dominierten Wintern auftreten, wahrscheinlicher sind sie aber in solchen mit gestörten Zirkulationsverhältnissen. Neben Störungen in der Stratosphäre (Polarwirbel geschwächt, gesplittet oder gar massive, winterliche Stratosphären-Erwärmung) richtet sich der Blick stets auf die NAO, eine „Luftdruckschaukel“ zwischen Azoren-Hoch und Islandtief (positive NAO-Werte bedeuten oft eine Begünstigung, negative oft eine Schwächung oder gar eine Blockierung der Westlagen – ein Hoch nimmt dann den „Platz“ des Island-Tiefs ein) – wie wir sahen, eine der wichtigsten Voraussetzungen für intensive Luftmassengrenzen. Der Polarwirbel, im Dezember 2020 noch intakt und kräftig, war im Januar 2021 deutlich gestört. Und die NAO bewegte sich im Dezember leicht, im Januar deutlich im negativen Bereich:

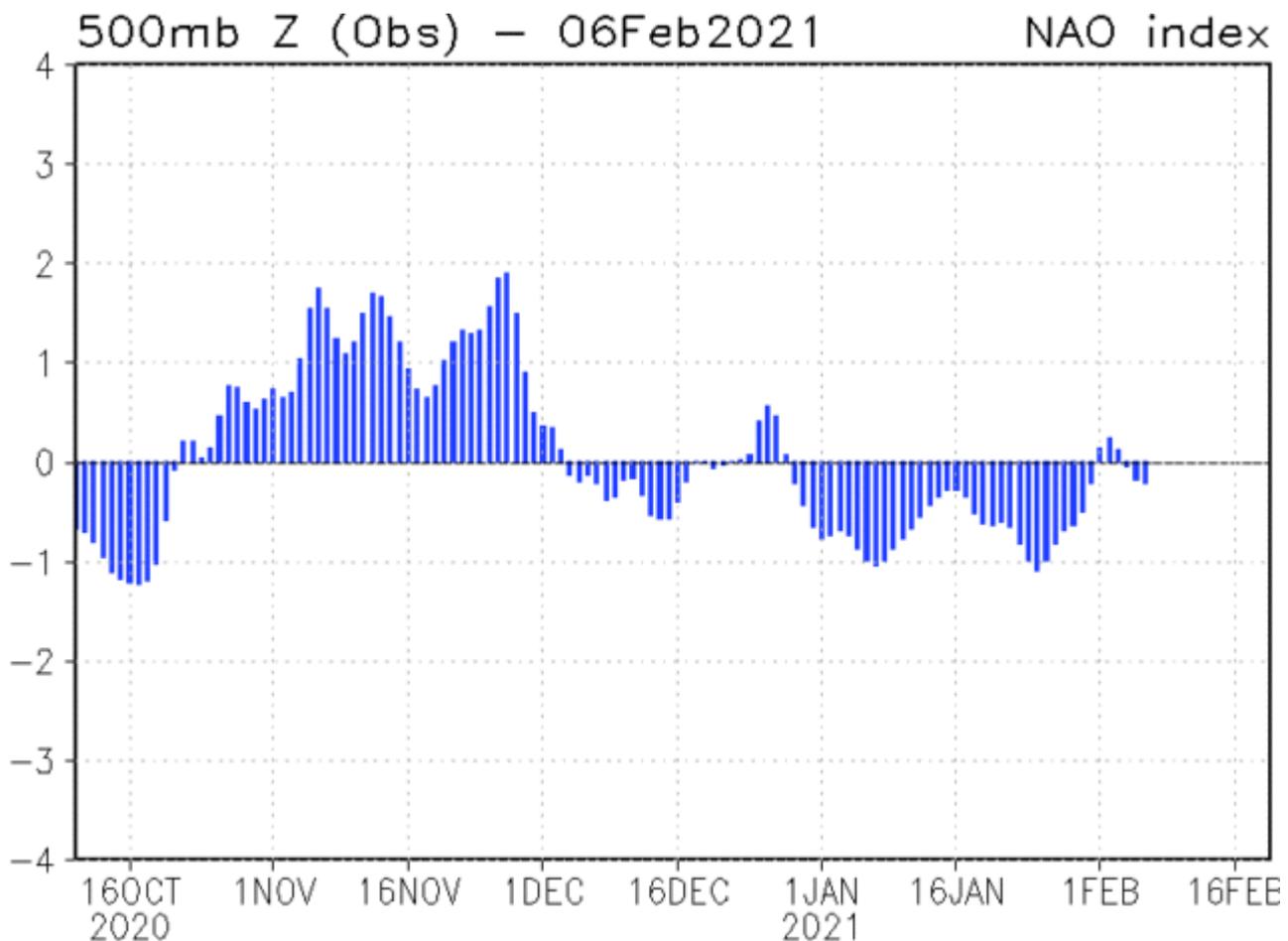


Abbildung 6: Überwiegend negative NAO-Werte zwischen Dezember 2020 und Anfang Februar 2021. Im Dezember hatte das, wegen der häufigen Südlagen, keine negativen Temperature Auswirkungen; ab Januar stellte sich dann zunehmende Kälte ein.

Als Ursache dieser markanten Zirkulationsstörungen kommt unter anderem die momentan sehr geringe Sonnenaktivität in Betracht. Der im Vorjahr begonnene

25. SCHWABE-Zyklus schien im Spätherbst 2020 mit einer deutlichen Zunahme der Sonnenflecken-Zahlen an Dynamik zu gewinnen; doch im Laufe der folgenden Monate waren kaum noch Sonnenflecken zu beobachten.

Stefan Kämpfe, Diplom-Agraringenieur, unabhängiger Natur- und Klimaforscher

Redaktionsschluss für diesen Beitrag: 7. Februar 2021