

## DER KALTE JANUAR 1977 IN DEN USA

Kältewellen überfluten Nordamerika, gewaltige Schneemassen verursachen Verkehrschaos und Energieverknappung, die Versorgung bricht zusammen, Industriewerke schließen ihre Pforten, extrem tiefe Temperaturen von  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  und weniger werden gemeldet, Autofahrer erfrieren in ihren Wagen.

Derartige Meldungen, eine Mischung aus Wetterdaten und katastrophalen Auswirkungen, wurden im Januar 1977 verbreitet. Was ist von den Berichten zu halten? Wie sind diese Witterungsverhältnisse zu beurteilen?

Einige wesentliche Aussagen über die Januarkälte können aufgrund der uns vorliegenden Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen vom langjährigen Mittel gemacht werden (Abb. 1).

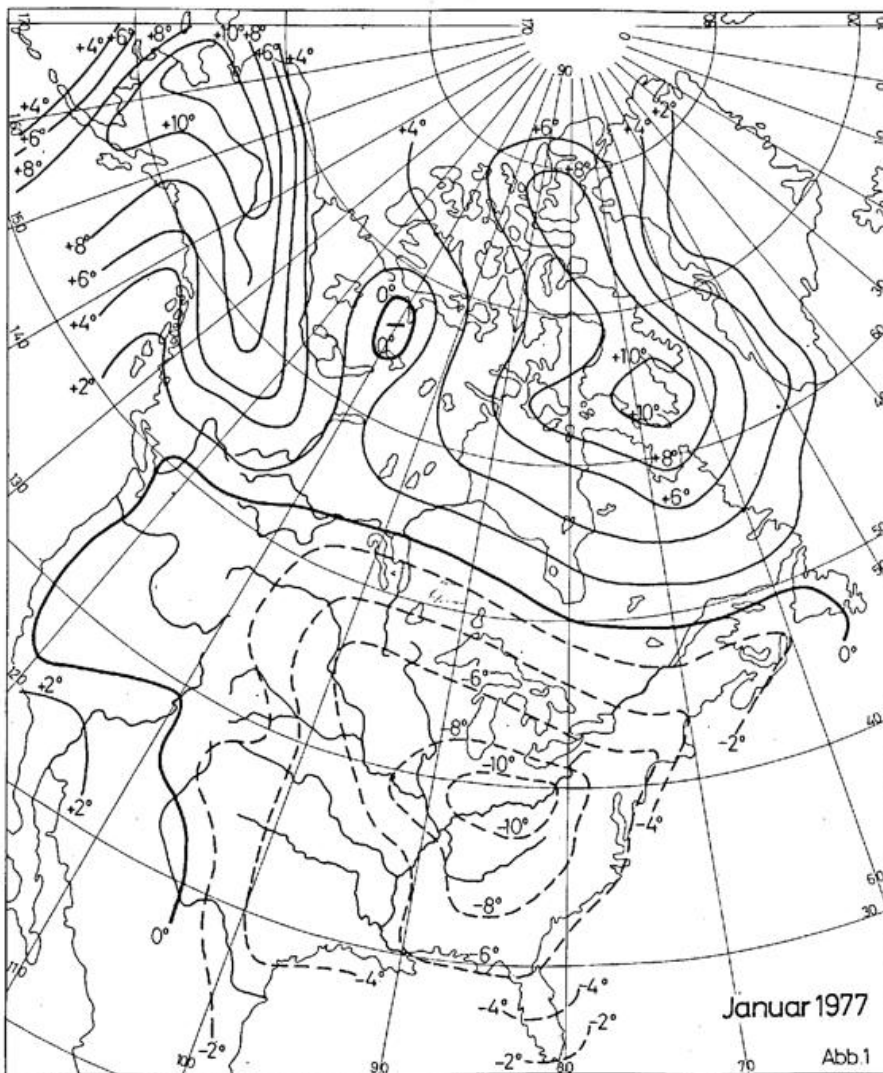


Abb. 1: Abweichung vom langjährigen Temperaturmittel in  $^{\circ}\text{C}$

Die größte Abweichung von  $-10$  bis  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  trat südlich der Großen Seen im Ohio-River-Gebiet auf. Dieser Wert war allerdings extrem. Eine Vorstellung kann man gewinnen, wenn man ihn mit dem sehr kalten Winter 1946/47 in Hamburg vergleicht, dort trat im Februar 1947 eine negative Abweichung von  $-7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf. Eine ebenfalls noch außergewöhnlich große Abweichung von  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  reichte Januar 1977 bis zum US-Golf und an die atlantische Küste bis nach New York. Nach Norden wurden die Abweichungen immer geringer, bis sie an der Grenze nach Kanada sogar in positive Werte übergingen. Auch im Felsengebirge traten meist keine allzugroßen negativen Abweichungen mehr auf, an der Pazifikküste wurden örtlich sogar übernormale Mitteltemperaturen verzeichnet. Das Kältegebiet beschränkte sich also etwa auf das Staatsgebiet der USA östlich der Rocky Mountains bis zur Atlantikküste mit dem Zentrum im dichten Bevölkerungs- und industriellen Ballungsgebiet des Ostens. Diese geographische Lage des Kältegebietes war sicherlich entscheidend für den Umfang der Auswirkungen auf das menschliche Leben. Wäre die entsprechende Kälte in dem menschenarmen Labrador aufgetreten, hätte die Welt wohl kaum Kenntnis von ihr genommen.

Die Begrenzung der Kälte auf den Osten der USA mag für den Laien bemerkenswert sein. Als erstaunlich dürfte er es ansehen, daß der Kälte in den USA ein ausgesprochen zu warmer Winter in ganz Kanada mit Ausnahme des Gebietes zwischen Toronto und Montreal sowie westlich und östlich des Winnipeg Sees gegenüberstand. Extrem positive Abweichungen, die den negativen in den USA an absoluten Werten nicht nachstanden, wurden von Labrador über Baffinland bis zum Polarmeer festgestellt ( $+8$  bis  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Ein weiteres Gebiet sehr großer positiver Abweichung lag im Raum des kanadischen Felsengebirges und über ganz Alaska. Besonders an der Westküste Alaskas wurden extrem positive Abweichungen festgestellt (+10 bis +11 °C). Aber auch die Weiten Kanadas zwischen dem Hudson Meer und den Rocky Mountains wiesen positive Abweichungen auf, wenn auch nicht so große wie in den Erwärmungsgebieten im Osten und Westen. Flächenmäßig war etwa 50 % des amerikanischen Kontinents zu warm. Bemerkenswert ist ferner, daß auch die Westküste Grönlands bis zur Nordküste im Mittel des Monats zu warm war.

Die oben geschilderte Verteilung der Temperaturabweichungen über dem Kontinent läßt sich aus der Zirkulation im Januar ohne Schwierigkeiten erklären. Während der Hauptkälteperiode - etwa vom 08. bis 23. Januar - bewegte sich ununterbrochen ein Höhentief im Gebiet zwischen dem Hudson Meer, den Großen Seen, Labrador und der Atlantikküste. Das hatte zur Folge, daß Bodentiefdruckgebiete ständig aus dem Westen oder Nordwesten nach Süden gesteuert wurden, denen Kaltlufterbrüche mit erheblichem Temperaturrückgang, Schneefällen und starkem Wind nachfolgten. Diese plötzlichen Kaltluftvorstöße sind sogar typisch für die winterliche Witterung in Nordamerika und werden als Blizzards bezeichnet.

Ausgesprochene Blizzardsituationen traten am 11., 17. und 29. Januar auf (Tabelle). In den meisten Jahren werden die Kaltluftvorstöße zwischenzeitlich durch Subtropikluft aus dem US-Golf abgelöst. In diesem Januar folgten Warmluftvorstöße aus Südwesten mit Golf Luft nur am 05. und 14. Januar und vor Ende des Monats. Die große Häufigkeit der Kaltluftvorstöße prägte diesen Winter, worauf noch eingegangen wird.

Die in niedere Breiten einbrechende Kaltluft führte zur Bildung von Zyklonen, auf deren Vorderseiten die subtropische Warmluft nach Norden und Nordwesten gegen Westgrönland und Nordost-Kanada gesteuert wurde, wodurch dort die übernormalen Temperaturen auftraten. Auf diese Weise stiegen am 10. Januar über Westgrönland die Tagestemperaturen auf +9 °C an. Auf dem Pazifik wurden von Tiefdrucksystemen ebenfalls ständig Warmluftmassen nach Norden - in Richtung Alaska - geführt, die ihrerseits Kaltluftausbrüche über den Westen Kanadas in die USA auslösten. Dieser Mechanismus funktionierte im Januar ununterbrochen. Dabei ist zu bedenken, daß die Luft über Kanada bei Einbruch in die südlicher gelegenen USA erhebliche Abkühlung bringen mußte, auch wenn sie im Norden übernormale Temperaturen aufwies.

Der geschilderte Vorgang kommt in der mittleren Strömungs- und Temperaturverteilung im Januar 1977 über Nordamerika überzeugend zum Ausdruck. Sie entspricht der geschilderten Verteilung der Höhentiefs. Im 500-hPa-Niveau (Abb.2), ca. 5000 m Höhe, herrschte im Westen des Kontinents eine nordwestliche Höhenströmung, die die Hauptbewegung der troposphärischen Luftmassen repräsentierte und die die Bodentiefs steuerte. Mit ihnen wurde - wie erwähnt - ständig kältere Luft nach Südosten geführt, wie man an der Isothermenverteilung sieht. Da die Isothermen die Mitteltemperatur vom Boden bis etwa 5000 m Höhe darstellen, ist ersichtlich, daß die Kältewelle nicht durch flache Kaltluft in unteren Schichten, sondern durch hochreichende troposphärische Kaltluftmassen bedingt war.

Die Abweichung der Mitteltemperatur vom Boden bis 5000 m Höhe vom Normalwert (1949 bis 1973) bestätigt diese Auffassung (hier nicht dargestellt), denn der Kern der troposphärischen Abkühlung von etwa -8 °C deckte sich mit dem Kältegebiet am Boden über Ohio - wie überhaupt das troposphärische Abkühlungsgebiet nahezu mit dem am Boden übereinstimmte.

Ferner sieht man an der Warmluftzunge über der Labradorsee und Baffinland (Abb.2), daß die aus dem Gebiet des Golfstromes verdrängte Warmluft nach Nordwest-Kanada geführt wurde. Außerdem erkennt man, daß auch ein Warmluftstrom vom Ostpazifik in Richtung Alaska gerichtet war, der in hohen Schichten über dem kanadischen Felsengebirge nach Südosten eindrehte. Daher traten dort - ebenso wie über Nordost-Kanada - auch in hohen Schichten erheblich übernormale Temperaturen auf.

Um den Charakter der Januarkälte abschätzen zu können, wurden aus den täglichen Wetterkarten die Abendtemperaturen (Ortszeit) im Ohio-Gebiet entnommen (Tabelle). Der Monatsmittelwert dieser Daten stimmte nahezu mit dem Temperaturmittel des Monats überein.

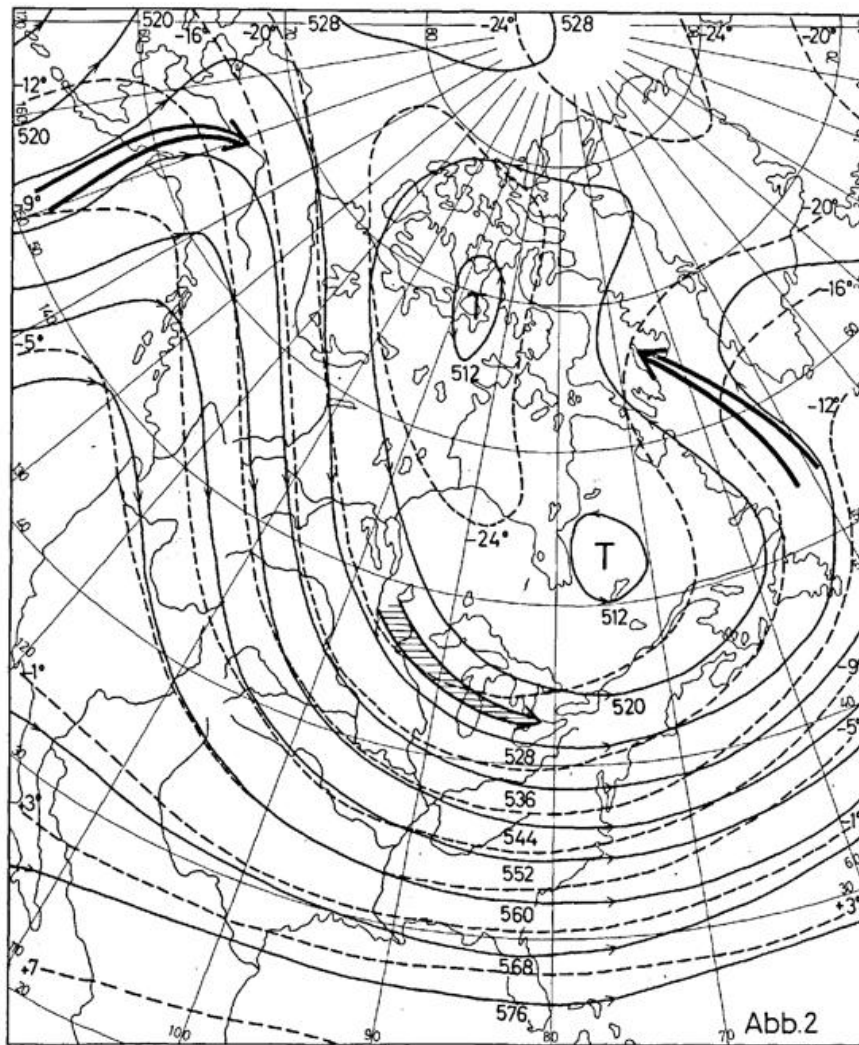


Abb. 2: ausgezogen: Absolute Topographie 500 hPa in gpm (Monatsmittel Januar 1977)  
gestrichelt: Relative Topographie 500/1000 hPa (Monatsmittel Januar) oder  
Isothermen der Mitteltemperatur der Troposphäre vom Boden bis 5000 m Höhe.

Da der normale Tagesgang der Temperatur in der Regel nur klein sein dürfte, kann man diese Abendtemperatur meist als annähernd übereinstimmend mit der Tagesmitteltemperatur ansehen. Ein Vergleich der täglichen Werte (Tabelle) mit dem langjährigen Mittelwert, der zwischen 0 und -1 °C liegt, zeigt, daß fast alle Tageswerte unter, zum Teil erheblich unter dem vieljährigen Durchschnitt lagen. Jedoch traten keine länger andauernden extremen Kälteperioden auf, es war also nur die Andauer der Kälte an sich, die zu der starken Temperaturabweichung führte. Extrem tiefe Temperaturen mögen vereinzelt aufgetreten sein, sie charakterisierten aber nicht die Winterwitterung weiter Gebiete.

Tabelle: Abendtemperaturen aus dem Ohio-Gebiet in °C, Januar 1977

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
-16	-13	-5	-3	-2	-8	-3	-11	-8	-11	-13	-18	-17	-7	-5	-8
17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
-26	-19	-16	-12	-7	-11	-12	-5	-2	-3	+3	-12	-22	-15	-16	

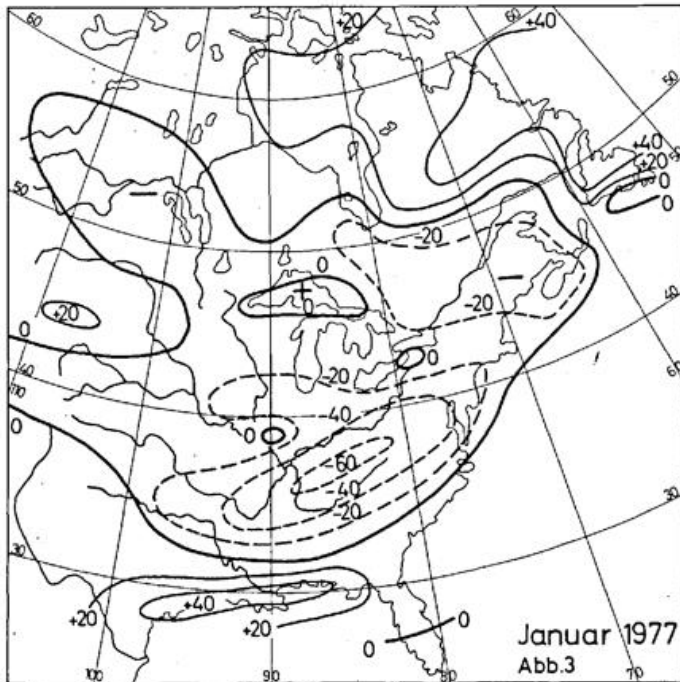


Abb. 3: Abweichungen des Monatsniederschlags vom langjährigen Mittel in mm.

Im Hinblick auf die großen Schneemassen mag erstaunen, daß weite Teile der USA im Januar 1977 unternormale Niederschlagsmengen aufwiesen (Abb. 3). Diese Tatsache bestätigt, daß Blizzard-Situationen vorherrschten. Denn diese sind weniger durch starken Schneefall als durch aufgewirbelten Schnee gekennzeichnet, der zu Verwehungen führen kann. Erhebliche Verkehrsbehinderungen sind dann auch ohne starke Schneefälle möglich.

Das Gebiet größten Niederschlagsdefizits von 40 bis 60 mm (Abb. 3) deckt sich nahezu mit dem Raum größter negativer Temperaturabweichung - was beweist - daß Behinderungen durch hohen Schnee kaum durch besonders hohe Niederschlagsmengen verursacht wurden. Bemerkenswert ist allerdings, daß im Raum von Buffalo und an einigen anderen Stellen der Großen Seen etwa normale Niederschlagsmengen fielen. Hier waren wahrscheinlich lokale Effekte im Spiel, die im Einzelnen nicht einfach zu überschauen sind. Ganz allgemein gilt aber, daß die Niederschläge in diesem Winter fast durchweg als Schnee gefallen sind und nicht zum Teil auch als Regen,

wie in anderen Jahren, was insgesamt eine niedrigere Schneedecke bedeuten würde. Viel größer war das Niederschlagsangebot in den Räumen mit übernormaler Mitteltemperatur, wie in Labrador und Baffinland. Dort fielen 20 bis 40 mm zu viel Niederschlag. Die feuchten subtropischen Luftmassen, die immer wieder dorthin geführt wurden, mußten bei ständiger Abkühlung auf dem Wege in nördlichere Breiten übernormale Niederschlagsmengen abgeben.

Der geschilderte Zirkulationsmechanismus, der die Kälte im Januar bedingte, beschränkte sich nicht nur auf diesen Monat. Bereits im Oktober 1976 waren im Osten der USA negative Temperaturabweichungen zu verzeichnen. Im November und Dezember erschien das Kältegebiet noch ausgeprägter, und es traten - wie im Januar 1977 - auch Erwärmungsgebiete im Nordosten und Nordwesten des Kontinents auf. Die Zirkulationsanomalie, die den kalten Januar verursachte, herrschte also schon seit Monaten; sie wirkte sich aber im Hochwinter besonders folgeschwer aus.

Dr. Kruhl