

Wer braucht welche meteorologischen Daten und woher kommen sie?

Meteorologische Parameter	Werte werden benötigt für:										Datenquelle	Herausforderung bei der Automatisierung	
	Nowcasting (Kurzfristvorhersage)	Num. Wettervorhersage	Wetterberatung	Warndienst	Flugmeteorologie	Agrarmeteorologie	Hydro-meteorologie	Klimamonitoring	Klimamodellierung	Klimaberatung			
Wolkenuntergrenze	o				•							Laser-Ceilometer	Repräsentativität, nur Punktmessung
Wolkenart	•		•		•							Mensch/ Satellit	Weiterentwicklung Satellitendaten erforderlich; Prüfung Eignung Wetterkameras
Bedeckungsgrad	•	• (V)	•		•	•				•		Mensch/ Satellit/ Laser-Ceilometer	Kombination aus Laser-, Strahlungs- und Satellitdaten in Entwicklung
Sichtweite	o		•	•	•					•		Sichtweitensensoren	Repräsentativität; Prüfung Eignung Wetterkameras
Windrichtung	•	• (V)	•		•			• (V)		•		Ultraschallanemometer/ Windfahne/ Satellit/ Windprofiler / Flugzeug/ Radiosonde	Vogelschutz für Ultraschallanemometer; Eisfreiheit
Windgeschwindigkeit	•	• (V)	•	•	•	•		• (V)		•		Anemometer/ Satellit/ Windprofiler/ Flugzeug/ Radiosonde	Vogelschutz für Anemometer; Eisfreiheit
Lufttemperatur	o	• (A/V)	•	•	•	•	•	• (A/V)	•	•		Elekt. Widerstandsthermometer/ Satellit/ RASS-Windprofiler/ Flugzeug/ Radiosonde	Konkretisierung spezieller Effekte durch Schutzhütte
Maximum-, Minimumtemperatur		• (V)	•	•	•	•		• (V)		•		Elekt. Widerstandsthermometer	
Erbodentemperatur	o	• (A/V)	•	•	•	•		• (V)		•		Elekt. Widerstandsthermometer	
Luftdruck		• (A/V)	•		•			• (A/V)		•		Digitalbarometer/ Flugzeug/ Radiosonde	
Feuchte		• (A/V)	•	•	•			• (V)		•		Feuchtesensor/ Flugzeug/ Radiosonde	Konkretisierung spezieller Effekte durch Schutzhütte
Niederschlagsart	•	• (A/V)	•	•	•	•	•			•		Laser-Niederschlagsmonitor/ Radar	Kombination von Laser-, Radar- und weiteren Sensordaten erforderlich; Identifizierung Eisregen
Niederschlagsmenge	•	• (A/V)	•	•	•			• (V)		•		Wägesensor/ Distrometer/ Radar	Echtzeitmessung fester Niederschläge
Wettererscheinung	•		•	•	•					•		Mensch/ Radar/ Blitzmessnetz	Kombination mit Daten von weiteren Sensoren in Entwicklung
Sonnenscheindauer	•		•		•					•		Sonnenscheindauersensor/ Satellit	Umstellung auf Pyranometermessung
Globalstrahlung	•	• (V)	•		•			• (V)		•		Pyranometer/ Satellit	Einführung automatischer Schattentring
Schneehöhe	•	• (A/V)	•	•	•	•		• (A/V)		•		Laser-Schneehöhensensor/ Mensch	Messung Schneehöhe < 2 cm; Mehrpunktmessung in Entwicklung
Schnee-Wasser-Äquivalent		• (A/V)	•	•	•					•		Schneewaage/ Schneeband/ Mensch	Repräsentativität

Status: 2/2017

Verifikation

A Anfangszustand

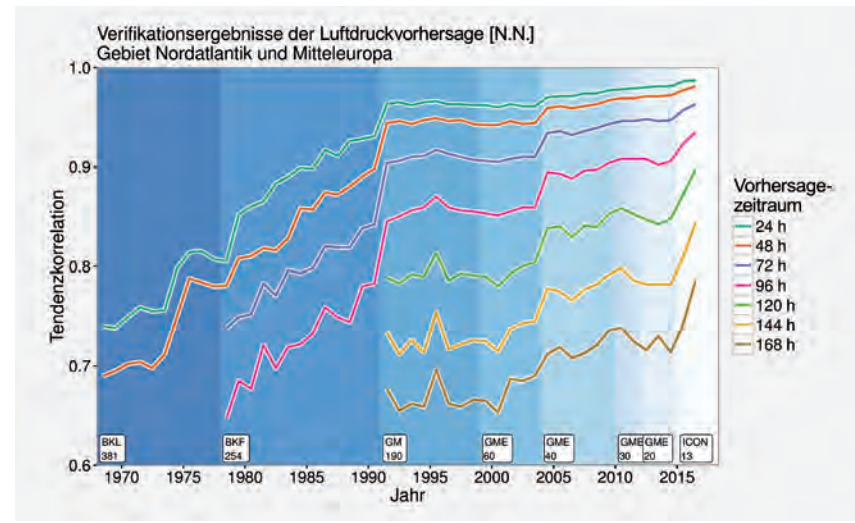
o zukünftig

• aktuell



Deutscher Wetterdienst
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
 Frankfurter Straße 135
 63067 Offenbach
 Telefon +49 (0) 69/80 62-0
 info@dwd.de
 www.dwd.de

Impressum
 Deutscher Wetterdienst (DWD)
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
 Text und Redaktion: Gertrud Nöth
 Fotos: DWD, EUMETSAT, Lufthansa/Bodo Bondzio
 Grafik: Simone Leonhardt



Die Grafik zeigt, wie sich die Qualität (je höher, desto besser) der Numerischen Wettervorhersage beim DWD für das Gebiet Nordatlantik und Mitteleuropa seit 1968 verbessert hat. So ist heute die Vorhersage für sieben Tage im Voraus zutreffender als die für einen Tag im Jahr 1970.

Entlang der Zeitachse sind die jeweils genutzten Wettervorhersagemodelle und ihre kleiner werdende Gittermaschenweite eingetragen. Ab 1978/79 enthielt das Vorhersagemodell den Wasserdampf in der Atmosphäre. Dies ermöglichte auch brauchbare Vorhersagen für den dritten und vierten Tag. 1991/92 führte der DWD erstmals ein globales Vorhersagemodell

ein. Dies brachte weitere Qualitätssteigerungen und erlaubte Vorhersagen für den fünften bis siebten Tag. Ab 2004/05 macht sich die Verbesserung der Datenassimilation deutlich bemerkbar. Durch die Einführung des Wettervorhersagesystems ICON und der Ensemble-Datenassimilation für ICON in 2015/2016 konnte eine weitere signifikante Verbesserung erzielt werden.

In der Vertikalen ist die so genannte Tendenzkorrelation zu sehen. Eine Korrelation von 0,6 bedeutet, dass die Vorhersage noch brauchbar ist, eine Korrelation von 1 steht für eine perfekte Vorhersage.

- Titelbilder**
- oben links: Wetterbeobachter auf der Zugspitze (1949)
 - oben rechts: Wetterbeobachter am Flughafen Frankfurt (2016)
 - unten links: Wetterforschungsradar auf dem Hohen Peißenberg (2011)
 - unten rechts: Satellitenbild des Sturmtiefs AXEL (2017)

Besuchen Sie uns im Internet.



Über www.dwd.de gelangen Sie auch zu unseren Auftritten in:





Gerhard Adrian
Präsident des Deutschen
Wetterdienstes



Hintergrund

Von der Augenbeobachtung zum automatischen Messnetz



Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

wofür werden Sonnenscheindauer und Luftdruck gemessen? Welche meteorologischen Werte können aus Satellitendaten abgeleitet werden? Wie häufig übermitteln Wetterbeobachter die erfassten Wetterdaten? Diese und viele andere Fragen wollen wir Ihnen in der Broschüre „Von der Augenbeobachtung zum automatischen Messnetz“ in übersichtlicher Form beantworten. Dabei zeigen wir, wie sich die Wetterbeobachtung verändert, aber gleichzeitig die Wettervorhersage insgesamt verbessert hat.

Ende des 19. Jahrhunderts begann die Wissenschaft damit, die menschlichen Beobachtungen des Wetters in ihren physikalischen Zusammenhängen zu untersuchen. Bis dahin gab es nur Beschreibungen der Naturphänomene. Heute sind wir soweit, das Wetter nahezu lückenlos automatisch zu erfassen und daraus mithilfe des Computers das Wetter vorherzusagen. Die Geschichte der Meteorologie ist auch eine Geschichte der technologischen Entwicklung.

Über ein Jahrhundert bildete die Wetterbeobachtung durch den Menschen den Kern der Wetter- und Klimaforschung. Der Start des ersten Wettersatelliten 1960 kam dann einer Revolution in der Meteorologie gleich. Auch die Jahre 1966/67 brachten entscheidende Veränderungen: Der Meteorologische Dienst (MD) der Deutschen Demokratischen Republik sowie der Deutsche Wetterdienst (DWD) der Bundesrepublik Deutschland empfangen erstmals Wettersatellitendaten, Großrechner gingen in den operationellen Betrieb für die Numerische Wettervorhersage, das erste Niederschlagsradar wurde in Leipzig eingesetzt. Seit dieser Zeit sind der technisch-wissenschaftliche Fortschritt und die Automatisierung in der Meteorologie weiter vorangeschritten. Nur zwei Zahlen im Vergleich: 1966 hatten die Bodenmessdaten ein Volumen von rund 163 MB jährlich, für das Jahr 2016 wurden für diese Daten über 44 000 MB an Speicherkapazität benötigt. Und wir sind noch lange nicht am Ende der Entwicklung angekommen.

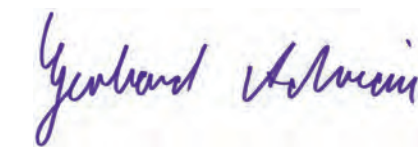
Die Möglichkeiten der Fernerkundung, sowohl mit bodengestützten Verfahren als auch mithilfe der Wettersatelliten, führen konstant zu weiteren Verbesserungen in der Wettervorhersage und der Klimaforschung. Gerade die Fernerkundung ist es, die meteorologische Daten flächendeckend und in einer hohen Zeitauflösung liefert, die mit den berühmten Mannheimer Stunden, täglich um 7.00, 14.00 und 21.00 Uhr Ortszeit Wetterwerte festzuhalten, nicht mehr zu vergleichen sind. Satelliten können Daten in einem Intervall von zweieinhalb Minuten senden, der

Radarverbund des DWD schickt alle fünf Minuten seine Informationen. Die modernen Methoden der Datenassimilation können Daten unterschiedlichster Art und Quellen zu einem physikalisch sehr aussagekräftigen Bild der Atmosphäre zusammenführen.

Doch trotz des enormen Fortschritts wird für die Bestimmung einiger meteorologischer Parameter der Mensch derzeit noch benötigt. Dies betrifft insbesondere die Schneehöhe, das Schnee-Wasser-Äquivalent sowie den Bedeckungsgrad. Schneehöhe und Wolkenbedeckungsgrad erschließen sich zwar leicht dem Auge. Sie passen aber nicht mehr in die heute angewendete physikalische Beschreibung des Zustandes der Atmosphäre, die Grundlage jeder Wettervorhersage ist. Das Ziel ist es deshalb nicht, die Augenbeobachtungen eins zu eins zu ersetzen, sondern vielmehr die physikalischen Prozesse in der Atmosphäre über geeignete Parameter zu beschreiben. Um dies zu ermöglichen, arbeitet der DWD an der Weiterentwicklung entsprechender Sensoren und Verfahren und orientiert sich dabei an den Anforderungen der Datennutzer. Bis 2021, so das Ziel, wird das Messnetz des DWD vollautomatisiert sein. Das Know-how und die Erfahrung unserer Wetterbeobachterinnen und Wetterbeobachter werden für andere strategisch wichtige Aufgaben innerhalb des DWD gebraucht.

Mit dieser Publikation zeigen wir zum einen die Pionierleistung der früheren und das Engagement der heutigen Beobachtergeneration, die unter allen Wetterbedingungen, und dabei insbesondere auf Bergstationen oft auch widrigsten Verhältnissen, zuverlässig ihre Aufgaben erfüllten und erfüllen. Dank der Beobachterinnen und Beobachter verfügen wir in Deutschland über repräsentativ flächendeckende, meteorologische und klimatologische Zeitreihen seit 1881, teilweise noch weiter zurückreichend. Zum anderen wollen wir am Bedeutungswandel der Augenbeobachtung anschaulich zeigen, wie der Mensch sich Technik zunutze macht. Ich lade Sie ein, auf dieser Zeitreise die technische Veränderung in der Meteorologie nachzuvollziehen, die gleichzeitig eine signifikante Verbesserung der Wettervorhersage ermöglicht hat.

Ihr



Gerhard Adrian

Wetterbeobachtung durch den Menschen

(Menschen beobachten das Wetter und lesen Werte von Instrumenten ab.)

1900

↓
 Wolkenart, Bedeckungsgrad, Sichtweite, Windrichtung, Windstärke, Lufttemperatur, Maximumtemperatur, Minimumtemperatur, Luftdruck, Feuchte, Niederschlagsart, Niederschlagsmenge, Wettererscheinung, Sonnenscheindauer, Schneehöhe

3*

1935

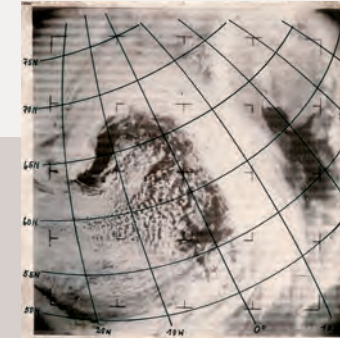
↓
 Wolkenart, Bedeckungsgrad, Sichtweite, Windrichtung, Windstärke, Lufttemperatur, Maximumtemperatur, Minimumtemperatur, Luftdruck, Feuchte, Niederschlagsart, Niederschlagsmenge, Wettererscheinung, Sonnenscheindauer, Schneehöhe

3*

1955

↓
 Wolkenuntergrenze, Wolkenart, Bedeckungsgrad, Sichtweite, Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Maximumtemperatur, Minimumtemperatur, Erdbodentemperatur, Luftdruck, Feuchte, Niederschlagsart, Niederschlagsmenge, Wettererscheinung, Sonnenscheindauer, Globalstrahlung, Schneehöhe, Schnee-Wasser-Äquivalent

8**



1900/1910

Länderorganisationen
(nicht vollständig)

ca. 350	Wetterstationen (1., 2., 3. Ordnung)
15	Aufstiegsstellen Wetterballone
ca. 2.400	Niederschlagsmessstellen
ca. 1.500	Gewittermeldestellen



Etwa seit 1900
 ↓
 Drachen/Wetterballone

↓
 Temperatur, Luftdruck, Feuchte, Windrichtung

4**

1935

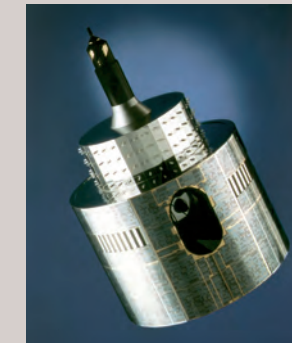
Reichswetterdienst

552	Wetterstationen (1., 2., 3. Ordnung)
7	Aerologische Aufstiegsstellen
ca. 4.400	Niederschlagsmessstellen

1950/1952

Meteorologischer Dienst (MD)
 Deutscher Wetterdienst (DWD)

11	Observatorien
190	Bodenbeobachtungsstationen (mit Personal)
13	Aerologische Aufstiegsstellen
3.992	Niederschlagsmessstellen



1960
 Erster Wettersatellit (USA)

1966

↓
 Empfang Wettersatellitendaten (DEU)

Erster Großrechner bei MD/DWD

Beginn NWV/Datenassimilation

↓
 Wolkenstruktur, Druckzentren, Frontenbewegung

3**

1967

Erstes Wetterradar

1970

↓
 Temperatur

24**

1977

Erster europäischer Wettersatellit

1982

↓
 Windrichtung, Windgeschwindigkeit

24**

1985

Aufbau Radarverbund

1986

Gründung EUMETSAT

Automatische/indirekte Messung

(Instrumente messen automatisch bzw. liefern Daten, aus denen meteorologische Werte abgeleitet werden.)

Erläuterungen

Auf dem Zeitstrahl ist die Anzahl der wichtigsten Messstellen und Datenquellen angegeben.

* Anzahl der Übertragung von Mess- bzw. Beobachtungsdaten innerhalb von 24 Stunden

** Maximale Anzahl der Übertragung von Mess- bzw. Beobachtungsdaten innerhalb von 24 Stunden

*** Durchschnittliche Anzahl der Übertragung von Mess- bzw. Beobachtungsdaten innerhalb von 24 Stunden

AMDA: Automatische Meteorologische Datenerfassungsanlage

EUMETSAT: Europäische Organisation zur Nutzung von meteorologischen Satelliten

GPS: Global Positioning System

NWV: Numerische Wettervorhersage

RASS: Radio Acoustic Sounding System

1992

↓
Wolkenart, Bedeckungsgrad,
Niederschlagsart, Wettererscheinung,
Globalstrahlung, Schneehöhe,
Schnee-Wasser-Äquivalent

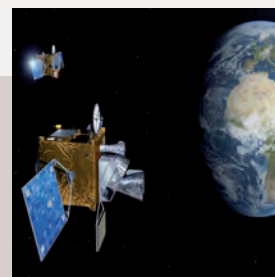
24*



2007

↓
Wolkenart, Bedeckungsgrad,
Wettererscheinung, Schneehöhe,
Schnee-Wasser-Äquivalent

48*



2016

↓
Wolkenart, Bedeckungsgrad,
Wettererscheinung, Schneehöhe,
Schnee-Wasser-Äquivalent

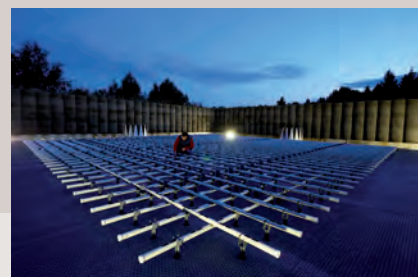
48*



1989/1990

MD/DWD

6	Observatorien
190	Wetterwarten, Wetter-/Klima- stationen (128 mit Personal)
8	Radarstandorte
5	Meteorologische Satelliten
11	Aerologische Aufstiegsstellen
3.008	Niederschlagsmessstellen
510	Messstellen auf Schiffen
4	Maritime aerologische Messstationen



2016

DWD

2	Observatorien
182	Wetterwarten, Wetter-/Klima- stationen (36 mit Personal)
17	Radarstandorte
16	Meteorologische Satelliten
10	Aerologische Aufstiegsstellen
4	Radar-Windprofiler/RASS
1.717	Niederschlagsmessstellen
482	Messstellen auf Schiffen
4	Maritime aerologische Messstationen

2022/2023

DWD

Vollautomatisches Messnetz mit
haupt- und nebenamtlichen Messstellen,
Observatorien, Radarstandorten,
aerologischen Aufstiegsstellen, Radar-
Windprofilern, Lidaren sowie Nutzung
zahlreicher Satelliten, Flugzeug- und
Schiffsmessungen

1989

↓
Wolkenhöhe
24**

1991

↓
Niederschlag
24**

Satellitendaten für NWV/
Datenassimilation

↓
Temperaturprofil, Feuchteprofil,
Windvektoren
8*

1992

↓
Sichtweite, Luftdruck, Feuchte,
Sonnenscheindauer, Erdbodentemperatur
24*

Seit 1999

↓
Flugzeugmessungen

↓
Temperatur, Luftdruck, Feuchte,
Windrichtung, Windgeschwindigkeit
48***

Seit 2001

↓
Flächendeckender Radarverbund

↓
Intensität Niederschlag,
Niederschlagsart
288**

Seit 2003

↓
AMDA

↓
Wolkenhöhe, Sichtweite, Windrichtung,
Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur,
Maximumtemperatur, Minimumtemperatur,
Luftdruck, Feuchte, Niederschlag,
Wetterzustand, Sonnenscheindauer,
Globalstrahlung, Schneehöhe
48**

↓
Radar-Windprofiler/RASS

48*

2007

↓
Schneehöhe, Niederschlag (ja/nein)
48*

Seit 2008

↓
Satellitendaten für NWV/
Datenassimilation

↓
Aufbau Atmosphäre, Temperatur-
und Feuchteprofile aus Infrarot- und
Mikrowellenstrahlung, Globalstrahlung,
Windvektoren, Eisverteilung, Höhe
und Temperatur Meeresoberfläche,
Schneebedeckung
288**

Seit 2010

↓
Satellitendaten für NWV/
Datenassimilation

↓
Nutzung GPS-Daten für temperatur-
sensitive Informationen der Atmosphäre
48***



2022/2023

↓
Satellitendaten für NWV/
Datenassimilation

↓
Bedeckungsgrad, Wettererscheinung,
Schneehöhe, Schnee-Wasser-Äquivalent

↓
Blitzortung, Wolkenphase, Wolkenhöhe,
Wolkeneigenschaft, Strahlungsbilanz
576**