

Karsten Brandt

Das Wetter

Beobachten
Verstehen
Voraussagen

Anaconda

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2012 Anaconda Verlag GmbH, Köln

Alle Rechte vorbehalten.

Umschlagmotive: mauritius images (o.). – mauritius images /
Axiom Photographic (u. l.). – mauritius images / age (u. m.). –
mauritius images / CuboImages (u. r.)

Umschlaggestaltung: dyadesign, Düsseldorf, www.dya.de

Satz und Layout: paquémedia, www.paque.de

Printed in Czech Republic 2012

ISBN 978-3-86647-723-0

www.anacondaverlag.de

info@anacondaverlag.de



Inhalt

Einleitung	9
1. Wetter, Klima und Mensch	11
1.1 Geschichte der Meteorologie	11
1.2 Sie sitzen im Treibhaus	12
2. Unsere Atmosphäre	13
2.1 Die Atmosphäre und die Luft	13
2.2 Die Ozonschicht	15
2.3 Die Gravitationskraft – damit sich die Erde um die Sonne dreht	17
2.4 Der Aufbau der Atmosphäre	17
2.4.1 Die (freie) Troposphäre	18
2.4.2 Die Stratosphäre	19
2.4.3 Die Mesosphäre und höhere Schichten	19
3. Unsere Atmosphäre hat ein Gewicht – der Luftdruck	22

3.1 Der Luftdruck aus physikalischer Sicht und Luftdruckmessung	22
3.2 Luftdruckmessung	23
3.3 Der Luftdruck in der Meteorologie	24
4. Die Erde im Bann der Sonne	26
4.1 Allgemeines zum Strahlungshaushalt auf der Erde	26
4.2 Strahlungsarten	28
4.3 Variationen im Strahlungshaushalt	30
4.4 Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Strahlung ...	31
4.5 Die Bilanz der Sonneneinstrahlung	34
4.6 Die Bilanz der Wärmestrahlung	34
5. Grundlagen des Wetter- und Klimageschehens	37
5.1 Zirkulation auf der Erde – Klimazonen	44
5.2 Klimafaktoren und Klimaänderung	51
5.3 El Niño und La Niña – zum Eifluss der Meeresströmungen auf das Klima	54
5.4 Die thermohaline Zirkulation (globales Förderband)	54
6. Leben zwischen Warm- und Kaltfronten – unsere Westwindzone	56
7. Wetterelemente	57
7.1 Ein fliegender Ozean	57
7.2 Die Wolkenbildung	58
7.2.1 Wie entstehen Wolken überhaupt? – Der Wolkenbildungsprozess	60
7.2.2 Wolkenbildung durch Zunahme des Wasserdampfs .	63
7.2.3 Wolkenbildung durch Abkühlung einer geschlossenen Luftschicht	63
7.2.4 Wolkenbildung durch Vertikalbewegungen	64
7.2.5 Wolken in der Stratosphäre und in der Mesosphäre .	67
7.3 Wolkenklassifikation und Wolkenarten	68
7.3.1 Tiefe, mittelhohe und hohe Wolken	68
7.3.2 Nebel	70
7.4 Wolken in Bildern	74

7.5 Niederschläge, Schnee und Hagel	85
7.5.1 Die Bildung von Hydrometeoren	85
7.5.2 Weiße Weihnacht und Co.	89
7.5.3 Tau und Reif	91
7.6 Gewitter	93
7.6.1 Die Entstehung von Gewittern und Gewitterarten ..	93
7.6.2 Blitz und Donner	95
7.7 Tornados und Tromben	98
7.8 Die Sonnenscheindauer und der UV-Index	100
7.9 Wind	102
7.9.1 Allgemeines zum Wind	102
7.9.2 Die Windgeschwindigkeit	105
7.9.3 Die Windrichtung	112
8. Extremes Wetter	114
8.1 Deutsche und weltweite Wetterrekorde	114
8.2 Verhaltensweisen bei Unwettern	118
9. Wettervorhersagen	122
9.1 Allgemeines zur Vorhersagbarkeit des Wetters und dessen Bedeutung	122
9.2 Synoptische Wettervorhersage: Die Zusammenschau	126
9.3 Die numerische Wettervorhersage: Ein physikalisch-mathematisches Bild der Atmosphäre ...	128
10. Meteorologische Messinstrumente	131
10.1 Klassische meteorologische Messgeräte	131
10.2 Fernerkundung in der Meteorologie: Radiosonde, Radar und Satellit	137
10.2.1 Radiosonde	137
10.2.2 Wetterradar	139
10.2.3 Wettersatellit	140
Ausblick und Schlusswort	142
Tipps zum Weiterlesen	142

1. Wetter, Klima und Mensch

1.1 Geschichte der Meteorologie

Die »Lehre von den Zeichen am Himmel und in der Luft« begann in der Antike. Damals nahmen die alten Griechen an, dass alle Zeichen des Himmels, also auch Sterne und Meteoriten, das Wetter beeinflussen würden – was ja an sich auch nicht falsch ist. Der zur damaligen und heutigen Zeit wohl bekannteste Meteorologe war Aristoteles. Mit seinem Werk »Meteorologica«, welches 350 v. Chr. erschien, beeinflusste Aristoteles für mehr als 2000 Jahre die Wetterkunde der westlichen Welt.

Erst im 16. Jahrhundert kam neue Bewegung in die Meteorologie. Mit Beginn der Neuzeit wurde bisher theoretisches Gedankengut mithilfe von Experimenten überprüft. Innerhalb kurzer Zeit standen Innovationen wie Thermometer, Hygrometer und Barometer zur Verfügung. Die neuen Messgeräte brachten den Meteorologen wichtige Erkenntnisse, die allerdings bis 1850 kaum verwertet werden konnten. Sturm- und Unwetterwarnungen gab es zu dieser Zeit also noch nicht.

Dies änderte sich erst mit der Erfindung der Telegraphie. Sie verband in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die großen Städte der Welt. Endlich konnten nun auch Wettermeldungen ausgetauscht und zumindest grobe Vorwarnungen vor Unwettern durchgegeben werden.

Der norwegischen Meteorologe Vilhelm Bjerknes (1862–1951) schlug zwar schon 1904 in einem Vortrag eine Art Computerwettervorhersage vor, die uns heute bekannten Wettervorhersagen gibt es jedoch erst seit der Entwicklung der Großrechner in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts.

Die Vorhersagegüte verbesserte sich im Laufe der Jahre extrem – in den letzten Jahren stimmten mehr als 9 von 10 Vorhersagen für die nächsten 48 Stunden. Die Meteorologie hat hierbei entscheidend von der Entwicklung der modernen Computertechnik profitiert.

Die Meteorologie bemüht sich also (und schafft es vielfach auch), »das nicht Greifbare greifbar zu machen«.

1.2 Sie sitzen im Treibhaus

Viele Menschen denken, die Erde nehme im Abstand zur Sonne eine Sonderstellung ein. Nicht zu nah, also zu heiß, aber auch nicht zu weit weg, damit es nicht zu kalt wird. So einfach verhält es sich jedoch nicht, denn eigentlich ist die Sonne zu weit von uns entfernt. Ohne Treibhausgase auf der Erde wäre es auf unserem Planeten kalt. Auf der Erdoberfläche würden durchschnittlich -18°C herrschen, wenn es keinen Wasserdampf, kein Kohlendioxid, Methan und andere Gase gäbe. Am Äquator würde es nachts kräftig frieren und sogar ab und zu schneien, weite Teile der nördlichen Breiten wären extrem kalte Eiswüsten. Der Trick der Wärmefänger Treibhausgase besteht darin, dass sie das sichtbare Sonnenlicht, das die Erdoberfläche erwärmt, in die Atmosphäre eintreten lassen, bis zu 90% der unsichtbaren Wärmestrahlung des Bodens jedoch wieder zur Erde zurückstrahlen. Ergebnis ist eine ständige Balance zwischen Sonneneinstrahlung und etwas Wärmestrahlung, die in den Weltraum entweicht. Im Treibhaus Erde lässt es sich so mit 15°C im Durchschnitt recht gut aushalten.

Durch die Zunahme des Kohlendioxids in der Erdatmosphäre als Folge verschiedenster Verbrennungsprozesse wird diese Balance gestört. Weniger Wärmestrahlung gelangt in den Weltraum und die Temperatur der Erde steigt an. Wir machen also unser Klima unfreiwillig in Zukunft selber!