

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 95 (2003)  
**Heft:** 7-8

**Artikel:** Natürliche Klimaschwankung oder langfristige Veränderung?  
**Autor:** Walker, Andreas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939483>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 27.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

In zehn Ländern wurde die Informationsschwelle (Einstunden-Mittelwert von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kein einziges Mal überschritten, nämlich in Bulgarien, Dänemark, Estland, Finnland, Irland, Lettland, Litauen, Norwegen, Rumänien und Schweden. Im Falle von Irland und Finnland war 2002 das sechste Jahr in Folge, in dem die Informationsschwelle nie erreicht wurde.

### Vergleich der schweizerischen Immissionsgrenzwerte mit den Werten der Europäischen Richtlinien über Ozon

Für die Schweiz gelten zwei Immissionsgrenzwerte, die in der Luftreinhalte-Verordnung (Anhang 7) festgelegt sind und den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt gewährleisten sollen. Der Einstunden-Mittelwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden, und 98% der Halbstunden-Mittelwerte eines Monats dürfen  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht übersteigen. Werden diese Werte eingehalten, so sind für die gesamte Bevölkerung (einschliesslich Kinder, ältere Personen, schwangere Frauen und Kranke) keine schädlichen Auswirkungen durch Ozon zu erwarten. Entsprechend dem in der Umweltgesetzgebung verankerten allgemeinen Auftrag zur Information der Bevölkerung unterrichten Bund und Kantone die Öffentlichkeit über die gemessenen Konzentrationen, über die Massnahmen zur Verringerung des Schadstoffausstosses und

über Verhaltensregeln, um schädigende Auswirkungen erhöhter Ozonkonzentrationen zu vermeiden.

Die Europäische Union hat 1992 eine Richtlinie über die Luftverschmutzung durch Ozon verabschiedet (Richtlinie 92/97/EWG, in Kraft seit 1994). Diese Richtlinie muss von den Mitgliedsstaaten ins nationale Recht überführt und umgesetzt werden. Ziel ist der Schutz der menschlichen Gesundheit durch die Einhaltung eines Achtstunden-Mittelwertes von höchstens  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Diese Richtlinie wird per 9. September 2003 durch eine neue Richtlinie über den Ozongehalt der Luft (Richtlinie 2002/3/EG) abgelöst, welche als langfristiges Ziel für den Schutz der menschlichen Gesundheit als maximale Tagesbelastung einen Achtstunden-Mittelwert von höchstens  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vorschreibt. Dieser Wert ist mit dem in der Schweiz geltenden Grenzwert vergleichbar.

Um die Bevölkerung für die Ozonproblematik zu sensibilisieren, sind die Behörden verpflichtet, die Öffentlichkeit zu informieren, wenn die an den Messstationen beobachteten Einstunden-Mittelwerte  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschreiten. Die Richtlinie aus dem Jahr 1992 legt ein harmonisiertes Verfahren zur Überwachung der Ozonbelastung, zur Information der Bevölkerung und zur Alarmierung der Öffentlichkeit bei einer Ozonkonzentration von mehr als  $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$  fest.

In der neuen Richtlinie (2002/3/EG) wird diese «Alarmschwelle» auf  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$

gesenkt. Wird dieser Wert während drei aufeinander folgender Stunden überschritten und ist auch in den nächsten Tagen mit Überschreitungen dieses Wertes zu rechnen, kommen kurzfristige Massnahmen für die folgenden Tage zum Tragen.

### Wird das Ozon in der Schweiz produziert oder aus dem Ausland importiert?

Mit der einsetzenden Sonnenstrahlung beginnt am Vormittag die Ozonbildung. Bis zum Mittag steigen die Werte, um im Verlaufe des Nachmittags ihr Maximum zu erreichen. Abends kommt es häufig zu hohen Ozonkonzentrationen auf dem Land – bedingt durch Luftverfrachtungen und weil weniger Stickoxide aus dem Verkehr vorhanden sind, die Ozon «verstecken» können. Auf der Alpensüdseite werden höhere Spitzenwerte als nördlich der Alpen und eine generell grössere Belastung gemessen.

Dies ist mit dem wärmeren und sonnigeren Klima sowie mit der hohen Emissionsdichte zu erklären. So stammen die meisten Schadstoffe aus der stark verkehrsbelasteten Poebene und aus den Industriezentren rund um Mailand. Allerdings lässt sich kaum abschätzen, wie viel Ozon auf Schadstoffemissionen im Tessin zurückzuführen ist und wie viel aus der benachbarten Lombardei «importiert» wird, denn Windstärke und Windrichtung spielen eine entscheidende Rolle.

## Natürliche Klimaschwankung oder langfristige Veränderung?

■ Andreas Walker

Ende Mai 2003 fand in Brig in Zusammenarbeit von MeteoSchweiz und dem Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich eine Konferenz über Wetter und Klima im Alpenraum statt. Schwerpunkte bildeten die Früherkennung von Starkniederschlägen, die in der Vergangenheit mehrmals zu katastrophenartigen Situationen führten und die rechtzeitige Vorwarnung solcher Unwetter.

Die Konferenz bestand aus zwei Tagungen, die gemeinsam durchgeführt wurden. Die Internationale Tagung für Alpine Meteorologie (ICAM), welche seit 1950 alle zwei Jahre durchgeführt wird, wurde kombiniert mit der

jährlichen Konferenz des Mesoscale Alpine Programme (MAP). MAP ist das grösste Forschungsprogramm in Gebirgsmeteorologie, das in Europa je stattgefunden hat. Rund 60 Forschungsgruppen aus einem Dutzend Ländern waren an diesem Projekt beteiligt. Unter anderem waren sieben Forschungsflugzeuge im Einsatz.

### Alpine Meteorologie im Brennpunkt

Rund 200 Wissenschaftler aus zwei Dutzend Ländern trafen sich, um miteinander die Themen der alpinen Meteorologie zu diskutieren, Forschungsergebnisse vorzustellen und neue Erkenntnisse auszutauschen.

Das Gebirge beeinflusst das Wetter einerseits durch die Ablenkung von Winden, andererseits führt die Erwärmung der Berge

durch die Sonneneinstrahlung zu weiteren Wetteraktivitäten. Die Alpen sind bezüglich Wetter sehr gut erforscht. Kein anderes Gebirgsmassiv weist ein derart dichtes Netz von Mess- und Beobachtungsstationen auf. Für die Alpen sind meteorologische Aufzeichnungen vorhanden, die zeitlich so weit zurückreichen wie für kein anderes Gebirge auf der Welt.

Da an keinem Ort in Europa so viele Tiefdruckgebiete entstehen wie im Golf von Genua, eignen sich die Alpen hervorragend für die Wetterforschung.

Diese Tiefdruckgebiete, die das Wetter über dem Kontinent massgeblich bestimmen, sind eine direkte Folge der Beeinflussung der allgemeinen Strömung durch das Alpenmassiv.

## Was erwartet uns in Zukunft?

Im September 1993 wurde Brig von langandauernden, intensiven Niederschlägen heimgesucht, die verheerende Überschwemmungen mit grossflächigen Verwüstungen anrichteten. Das Unwetter von Brig wie auch andere grosse Schadenereignisse gaben mit den Anstoss zum Start des MAP-Forschungsprogramms. Die Ambition von MAP war und ist es, das Verständnis für solche Unwetterereignisse zu vertiefen und die Möglichkeiten der Vorhersage zu verbessern.

Immer wichtiger wird zudem die Frage, wie sich der Einfluss der globalen Erwärmung auf das Gebirgsklima auswirkt, denn es häufen sich die Anzeichen, dass die Freisetzung von Kohlendioxid durch menschliche Aktivitäten massgeblich zur Erwärmung des Klimas beiträgt. Die Veränderung des Klimas kann in der Schweiz anhand von langjährigen Messreihen bereits gut verfolgt werden. Seit Beginn der Messungen im Jahre 1864 hat sich zum Beispiel in Sitten die mittlere Herbsttemperatur um 1,7 Grad Celsius erhöht, die Wintertemperatur sogar um 2,3 Grad Celsius.

«Was noch vor 100 Jahren als warmes Jahr klassifiziert wurde, gehört heute bereits zu den eher kühleren Jahren», sagt Prof. Christoph Schär, Vorsteher des Instituts für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich. Diese Erwärmung wird auch durch den kontinuierlichen Rückzug der Gletscher und den Anstieg der Schneefallgrenze belegt. Die Klimamodelle lassen für die Zukunft eine Beschleunigung der globalen Erwärmung erwarten.



Bild 1. Flugzeug zur Wettererkundung.

Zurzeit ist eine Häufung von Extremereignissen und Naturkatastrophen zu beobachten. Diese Häufung könnte eine natürliche Klimaschwankung sein oder eine langfristige Veränderung des Klimas. Für eine Änderung des Niederschlags existieren bereits deutliche Zeichen. So haben die Winter-niederschläge im Nordwesten der Alpen in den letzten hundert Jahren bis zu 30 Prozent zugenommen. Zudem hat die Häufigkeit von starken Niederschlägen im Herbst und Winter deutlich zugenommen.

### Immer bessere Computermodelle

Gebirge stellen immer eine Wetterscheide dar, das heisst, sie bilden eine Grenze zwischen zwei verschiedenen Klimazonen. Die Gegensätze, die dadurch entstehen, werden für eine

Wetterprognose zu einer grossen Herausforderung. Seit 2001 verwendet Meteo Schweiz ein Prognosemodell mit einer Maschenweite von sieben Kilometern. Auf Computern wird die Wetterentwicklung in West- und Mitteleuropa für die nächsten 72 Stunden simuliert. Zurzeit wird an Modellen gearbeitet, die noch präzisere Vorhersagen zulassen. Damit dies möglich ist, müssen die physikalischen Prozesse, vor allem diejenigen, die die Niederschlagsbildung und die Strahlung betreffen, noch genauer verstanden werden. Deshalb werden neue Forschungsarbeiten in gebirgigem Gebiet notwendig sein.

Anschrift des Verfassers

Dr. Andreas Walker, Verlag CH-Forschung, Gubelstrasse 59, CH-8050 Zürich.

# Die Erde im Treibhaus: eine Herausforderung des 21. Jahrhunderts

■ Thomas Stocker

Seit 1850 war kein Jahr wärmer als 1998; die 90er-Jahre waren das wärmste Jahrzehnt, und dieser Trend setzt sich nahtlos fort. Das Jahr 2001 steht bereits auf Platz 2 der Rangliste der wärmsten Jahre.

Solche Meldungen machen Schlagzeilen, doch wie signifikant sind sie? Ist diese Häufung aussergewöhnlich, und gehört sie allenfalls zu den ersten Anzeichen einer globalen Erwärmung? Um das herauszufinden, muss vergangenes Klimageschehen rekonstruiert werden. Doch Thermometer standen vor Galileis Erfindung 1593 nicht zur Verfügung, und so müssen natürliche Archive gefunden werden, die vergangene Klimaänderungen zuverlässig aufgezeichnet haben.

### Aus Klimaarchiven Klimageschichte lesen

Baumringe gehören zu den bekanntesten Klimaarchiven. Mit kluger Auswahl sensibler Standorte und statistischer Methoden gelingt es, die Temperatur oder andere Klimagrössen aus Baumringen herauszulesen. Bild 1 zeigt die Jahresmitteltemperatur der letzten 1000 Jahre, wie sie von Baumringdicken abgeschätzt wird. Neben kurzfristigen Schwankungen ist eine langsame Abkühlung erkennbar, die Mitte des 19. Jahrhunderts durch eine deutliche und bis heute anhaltende Erwärmung abgelöst wurde. Einzig mit Klimaarchiven können die Veränderungen der letzten 100 Jahre in einen grösseren Zusammenhang gestellt werden.

### 420 000 Jahre alte Luft im Eis aus der Antarktis

Weitere Klimaarchive sind Sedimente aus dem Meer oder aus Seen sowie Ablagerungen in Torfmooren und Gletschern. Wichtigste Klimaarchive sind aber die Eisschilder von Grönland und der Antarktis. Die jährliche Ablagerung von Schnee und der darin enthaltenen Substanzen führt zu einer chronologischen Abfolge von Eisschichten. Das Eis in 3 km Tiefe in Grönland ist etwa 100 000 Jahre alt; in der Antarktis werden 800 000 bis wohl eine Million Jahre ununterbrochene Klimageschichte erwartet. Das Klimaarchiv Eis enthält auch kleinste Luftbläschen, in denen mit hochempfindlichen Methoden die Zusammensetzung alter Luft bestimmt werden kann.

