

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 93 (2001)  
**Heft:** 3-4

**Artikel:** Raumfahrt und Supercomputer verändern eine Wissenschaft  
**Autor:** Walker, Andreas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939882>

### **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:** 04.04.2025

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

# Raumfahrt und Supercomputer verändern eine Wissenschaft

■ Andreas Walker

Der Schweizer Wetterdienst besteht schon seit über hundert Jahren. In dieser Zeit hat sich die Meteorologie jedoch unglaublich gewandelt. Wettersatelliten, Radar, Messflugzeuge, Supercomputer usw. sind zur Selbstverständlichkeit geworden. Was für die heutigen Wetterfrösche längst zum Alltag geworden ist, davon wagte vor hundert Jahren kaum jemand zu träumen.



Äusserst wichtig ist die Beobachtung und Kenntnis des Wetters für die Vorwarnung vor Unwettern: Überschwemmung in Locarno vom Oktober 2000.

(Foto: CH-Forschung/Bild: Andreas Walker)

Am 1. Mai 1881 nahm die damalige Meteorologische Zentralanstalt (MZA) ihre Arbeit auf. Seit dem 1. Dezember 1863 war das meteorologische Beobachtungsnetz unter der Leitung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Betrieb und wurde dann der MZA übergeben. Das neue Bundesgesetz über Meteorologie und Klimatologie vom 18. Juni 1999 regelt im Artikel 1 die dauernde und flächendeckende Erfassung von meteorologischen und klimatologischen Daten durch MeteoSchweiz.

## Das Messnetz von MeteoSchweiz

Das Messnetz von MeteoSchweiz besteht heute aus folgenden Komponenten: 72 automatische Stationen (ANETZ) liefern alle 10 Minuten Messwerte von Lufttemperatur, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Sonnenscheindauer, Globalstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Helligkeit, Verdunstung, Niederschlag und Blitzhäufigkeit an die Zentrale in Zürich. 44 automatische Ergänzungsstationen (ENET) messen zudem hauptsächlich

Windgeschwindigkeit und Windrichtung an exponierten Stellen. Auch diese Werte werden alle 10 Minuten erfasst und jeweils zur vollen Stunde nach Zürich übermittelt. Werden gewisse Windspitzen überschritten, wird sogleich ein Alarm ausgelöst. Bei den 24 konventionellen Klimastationen lesen Beobachter dreimal täglich die Messinstrumente ab. Gemessen werden Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Niederschlag. Zudem werden Wolkenformationen, Sichtweite, aktuelles und vergangenes Wettergeschehen beobachtet. 17 Aero-Stationen dienen vor allem der Fliegerei. Mehrmals täglich werden Wolkenmenge, Wolkenart, Sichtweite, aktuelles und vergangenes Wettergeschehen beobachtet und übermittelt. An 353 Niederschlagsstationen wird die tägliche Niederschlagssumme (Regenmenge, Schneehöhe) registriert. In 75 Totalisatoren (Jahresniederschlagssammler) werden die Jahresniederschlagsmengen in meist schwer zugänglichen Gebieten gemessen.

## Von der Handarbeit zur Rechenmaschine

Der Wetterbericht ist aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken. Die erste gerechnete Wetterprognose wurde von Lewis Richardson 1922 in England gestartet. Ein ganzes Heer von Mathematikern hatte mehrere Monate lang buchstäblich solide Handarbeit geleistet, um eine Wetterprognose für eine Zeitspanne von 24 Stunden zu erhalten. Die Rechnung ging jedoch überhaupt nicht auf, denn das Resultat war völlig falsch. Trotzdem war die Idee geboren, das Wetter systematisch zu berechnen. Diese erste rechnerische Prognose hätte höchstens zufällig richtig sein können, denn das Projekt musste mit sehr ungenauen und unvollständigen Daten gestartet werden, da in den Zwanzigerjahren bei weitem nicht jene technischen Möglichkeiten zur Verfügung standen wie heute. Die Computer-Wetterprognosen haben im Vergleich mit jener Zeit zu markanten Fortschritten ge-

### Wichtigste Ereignisse in der Geschichte des Schweizer Wetterdienstes

- 1864: Beginn von regelmässigen Beobachtungen an rund 80 Wetterstationen durch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (heute Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften).
- 1881: Beginn der offiziellen Tätigkeit der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (MZA).
- 1882: Schaffung des Säntis-Observatoriums.
- 1935: Gründung des Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti.
- 1949: Bezug des neuen Hauptsitzes an der Krähbühlstrasse 58 in Zürich (vorher Physikgebäude ETH Zürich).
- 1979: Umbenennung der MZA in Schweizerische Meteorologische Anstalt (SMA).
- 1998: Reorganisation der SMA-MeteoSchweiz mit prozessorientierter Aufbauorganisation.
- 2000: Neue Rechtsgrundlagen ersetzen das bisherige Gesetz aus dem Jahr 1901.

führt. Dies ist vor allem auf die grossen Computer zurückzuführen, die eine immense Speicherkapazität und ein gewaltiges Leistungsvermögen aufweisen.

### Fiktives Netz über unserem Land

Ein wichtiges Hilfsmittel für Wetterprognosen bilden numerische Modelle, die es ermöglichen, das Wetter buchstäblich vorauszube-rechnen. Um das Computerwetter für die Schweiz in den Griff zu bekommen, wird ein fiktives quadratisches Gitter über unser Land gelegt. Die Länge der einzelnen Quadrate beträgt 14 Kilometer. Der Meteorologe spricht hier von der «Maschenweite» eines Rechenmodells (in diesem Fall das Schweizer Modell). Im Klartext bedeutet dies, dass der Computer in 14-Kilometer-Abschnitten mit Wetterdaten «gefüttert» wird, die er verwertet. Selbstverständlich ist dieses Modell räumlich. So erstrecken sich parallel zum Gitternetz am Boden weitere 31 Schichten in verschiedenen Abständen in die Höhe. Seit dem Herbst 2000 wird das «lokale Modell» verwendet, das eine Maschenweite von 7 Kilometern und 35 Höhenschichten aufweist.

Da die Schweiz, wie alle Regionen der Welt, letztlich mit dem Weltwetter vernetzt ist, reicht es natürlich nicht, nur «Schweizer Wetterdaten» zu verwenden. Deshalb bezieht MeteoSchweiz als Ausgangsbedingungen «Europäische Wetterdaten» von Offenbach (Deutschland). Dieses Modell reicht vom Nordpol bis Nordafrika und von den USA bis Russland. In diesen Datensatz werden die aktuellen Schweizer Messungen integriert und dann mit dem Computermodell von MeteoSchweiz eine Vorhersage für die Schweiz berechnet. Auch das «Schweizer Modell» ist nicht nur auf unser Land beschränkt. Es reicht von Dänemark bis Süditalien und von Irland bis Ungarn.

### Ein riesiges Feldexperiment

MeteoSchweiz ist auch auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung aktiv. Deshalb besteht eine intensive Zusammenarbeit mit Hochschulen und anderen Wetterdiensten. So wurde im Herbst 1999 das Mesocale Alpine Program (MAP) durchgeführt. Zusammen mit der ETH Zürich spielte MeteoSchweiz eine führende Rolle beim Aufbau und der Durchführung dieses Feldexperimentes. Während zehn Wochen waren Fachleute aus allen Alpenländern, Kanada und den USA im Einsatz, um neue Erkenntnisse über die Starkniederschläge im Alpenraum und den Föhn zu gewinnen.

Acht Forschungsflugzeuge, die mit modernster Messtechnologie ausgerüstet sind, unterstützten die Beobachtungen am Boden. Das Operationszentrum des MAP-Feldexperimentes war am Flughafen Innsbruck eingerichtet. Zwei weitere Einsatzzentren befanden sich in Milano Linate und Bad Ragaz. MAP war eines der grössten Feldprojekte, welches je im Alpenraum zur Klärung aktueller Fragen in der Wetter- und Unwetterforschung durchgeführt wurde.

### Wetter und Gesundheit

Das Wetter beeinflusst das Wachstum und die Entwicklung der Lebewesen und hat auch einen direkten Einfluss auf den Menschen. Deshalb werden die Auswirkungen von Wetter und Klima im Zusammenhang mit einer Klimaänderung immer mehr diskutiert. Unwetterkatastrophen können Ernteausfälle, Wassermangel oder Seuchen hervorrufen. Bei Sturm, Hitze, Kälte, Trockenheit oder Sonnenmangel sind die Auswirkungen auf den Menschen offensichtlich. Permanent leiden 30% bis 50% der Bevölkerung unter Beschwerden, die dem Föhn, der Bise oder einem Wetterwechsel zugeschrieben wer-

den. Aus diesen Tatsachen wird ersichtlich, wie vernetzt der Mensch mit dem Wetter ist. Die Beobachtungen und Kenntnisse des Wetters sind deshalb sehr wichtig, einerseits für Prognosen und andererseits für Vorwarnungen vor Unwettern.

### Wetter wird niemals ganz berechenbar sein

Doch trotz modernster Computer und Wettersatelliten wird für eine Wetterprognose immer noch das Geschick und Feingefühl eines Meteorologen nötig sein, denn das Wetter ist von Natur aus nicht bis ins letzte Detail berechenbar. So ist in der Meteorologie der «Schmetterlingseffekt» bekannt geworden, eine Vorstellung, die besagt, dass ein einzelner Schmetterling, der mit seinen Flügeln in Peking die Luft bewegt, einen Monat später Sturmsysteme über New York beeinflussen kann. Chaotische Systeme, wie beispielsweise das Wetter, zeichnen sich eben geradezu dadurch aus, dass sie nicht genau vorhersagbar sind, da bei ihnen eine berechenbare Periodizität fehlt.

Deshalb wird uns auch in Zukunft das Wetter hin und wieder ein Schnippchen schlagen. Die Erdatmosphäre wird nämlich immer einen unberechenbaren Anteil haben. Dieser Anteil wird umso grösser, je mehr man ins Detail geht. So ist es zum Beispiel einfacher, eine grossräumige Föhnströmung zu simulieren als die Rauchströmungen einer qualmenden Zigarette.

Adresse des Verfassers

Dr. Andreas Walker, Geograf und Wissenschaftsjournalist, Höhenweg 5, CH-5723 Teufenthal.

## Kilimandscharo verliert die weisse Haube

■ Wolfgang Weitlaner

Die Eisfelder des Kilimandscharo, des höchsten Berges Afrikas, könnten nach Ansicht eines Wissenschaftlers von der Ohio State University schon innerhalb der nächsten zwanzig Jahre verschwunden sein. Seit 1912 sind bereits 82% des Eises geschmolzen, in den vergangenen zwei Jahrzehnten verschwanden 33% der permanenten Schnee- und Eisfelder. Bilder anderer tropischer Grossberge zeichnen ein ähnliches Bild. Lonnie Thompson, Wissenschaftler an der Ohio State University ([www.osu.edu](http://www.osu.edu)) hat vom tansanischen Berg mehrere Luftaufnahmen hergestellt und mit kartografischen Aufzeichnungen der vergangenen hundert Jahre verglichen. Seine Ergebnisse präsentierte der Forscher

beim jährlichen Meeting der American Association for the Advancement of Science ([www.aaas.org](http://www.aaas.org)), die vor kurzem in San Francisco stattfand. Der Forscher meinte auch, dass das Schmelzen der Schnee- und Eiskappen des Berges schlimme Auswirkungen auf die lokale Trinkwasserversorgung, die Landwirtschaft, die Energiegewinnung in grossen Staudämmen und den Tourismus hätte. «Der Kilimandscharo ist Devisenbringer Nummer eins in Tansania. 20 000 Touristen kommen jährlich hierher, um sich die schneebedeckten Gipfel des Berges südlich des Äquators anzusehen. Es gibt eine reelle Chance, dass die gesamte Schneeschicht bis 2015 verschwunden ist», so Thompson.

Thompson, der seit mehr als zwanzig Jahren tropische Eisfelder auf Gebirgsstöcken untersucht, berichtete auch vom Schrumpfen der Schneedecke auf peruanischen Andengipfeln sowie vom Rückgang des Gletschereises am peruanischen Qori-Kalis, dem grössten Inlandeis Südamerikas. «Gletscher sind wie natürliche Dämme. Sie lagern den Schnee in feuchten Jahreszeiten, schmelzen in der zweiten Jahreshälfte und bringen damit Wasser in die Flüsse.» Das Verschwinden der Gletscher und Eisschichten hätte fatale Folgen für die gesamte Umwelt.

Adresse des Verfassers

Wolfgang Weitlaner, Presstext Austria.