

Ein Stück Umweltgeschichte zügelt

Vor fast 100 Jahren entstand in Arosa eine der wichtigsten Ozonmessstationen der Welt. Nun gibt es eine Zäsur.

Martin Läubli

Aktualisiert: 17.06.2019, 00:30



Pionier Paul Götz misst in den 1920er-Jahren auf dem Dach des Sanatoriums Arosa die Sonnenstrahlung. Foto: Archiv LKO

Bald wird nur noch der zierliche Brunnen im kleinen Park zu Ehren von Paul Götz an den Mann erinnern, der Arosa als Forschungsplatz weltberühmt machte. Der deutsche Physiker gründete vor mehr als 90 Jahren das Lichtklimatische Observatorium (LKO). Seither wird in Arosa Ozon gemessen. Das Spurengas in der Atmosphäre schützt die Erde vor den

gefährlichen ultravioletten Strahlen der Sonne. Es ist die längste Messreihe der Welt. Für Ozonforscher ist sie Gold wert, weil es zuverlässige Daten über einen langen Zeitraum braucht, um Veränderungen der Ozonhülle zu erkennen.

Doch nun gibt es eine Zäsur: Die Betreiberin des LKO, Meteo Schweiz, hat sich entschieden, die Messstation an das Physikalisch-Meteorologische Observatorium und Weltstrahlungszentrum in Davos zu verlegen. Der Umzug hat bereits begonnen. «Diese Partnerschaft ist eine ideale Grundlage dafür, die Ozonmessreihe langfristig weiterzuführen», sagt Bertrand Calpini, Vizedirektor bei Meteo Schweiz. Die jährlichen Betriebskosten von durchschnittlich 420'000 Franken können dadurch um etwa ein Drittel gesenkt werden.

Damit geht in Arosa ein Stück Umweltgeschichte zu Ende. «Es besteht eine Art Hassliebe zwischen Arosa und Davos», sagte letzte Woche der Aroser Gemeindepräsident Lorenzo Schmid an der Vernissage zum Buch «Licht, Luft, Ozon», das die turbulente Geschichte des Observatoriums erzählt. Der Konkurrenzkampf zwischen dem «grossen» Davos und dem viel kleineren einstigen Bauerndorf Arosa spielt vermutlich auch bei der Gründung des Observatoriums eine Rolle.

Frühe Standortpolitik

Als der Kur- und Verkehrsverein im August 1921 den deutschen Physiker Paul Götz anstellt, geht es vor allem um Vermarktung. Frische Höhenluft und viel Sonne gelten damals unter Medizinern als wichtige Faktoren für eine erfolgreiche Therapie gegen Tuberkulose. Götz soll wissenschaftlich belegen: Wer im Höhenklima von Arosa Ferien macht, der macht auch etwas für seine Gesundheit. Von Ozon ist zu diesem Zeitpunkt noch keine Rede.

So beginnt der Physiker 1921 mit dem Studium der Sonnenstrahlung – auf dem Dach des Sanatoriums Arosa. Heute steht an dieser Stelle das Grand Hotel Tschuggen. Es ist der Start einer erfolgreichen internationalen Forscherkarriere. Er versteht es, innerhalb weniger Jahre ein internationales Netz mit führenden Atmosphärenforschern aufzubauen. Ein Glücksfall ist seine Freundschaft zu Gordon Dobson. Der britische Atmosphärenphysiker entwickelt Spektrografen, um die Sonnenstrahlung und das Ozon zu messen. Aus den Strahlungsdaten lässt sich der Ozongehalt in der Atmosphäre bestimmen. Dobson stellt eines seiner ersten Geräte Arosa zur Verfügung. Am 23. Juli 1926 macht Götz die ersten Ozonmessungen. Seinen wissenschaftlichen Höhepunkt erlebt er jedoch nicht in Arosa, sondern auf seiner Expedition in Spitzbergen. Dort entdeckt er in den Messdaten des auf die Erde gestreuten UV-Lichts einen Effekt, der es möglich macht, die vertikale Verteilung des Ozons in der Atmosphäre abzuschätzen. Das war damals eine der grossen Fragen in der Ozonforschung. Paul Götz stirbt am 29. August 1954 im Alter von 63 Jahren.

Zeitlebens litt er unter den prekären finanziellen Verhältnissen des Observatoriums. Er war stets auf der Suche nach neuen Geldquellen. Die sichere, aber beschränkte finanzielle Unterstützung des Kurvereins reichte für seine Ansprüche nicht aus. Die Frage nach der Finanzierung und dem Sinn der Ozonmessungen in Arosa zieht sich wie ein roter Faden durch die Geschichte der Messstation. Dank glücklichen Fügungen und einer unerwarteten Entdeckung gibt es das Observatorium noch heute.

Neuausrichtung der Ozonforschung

Hans Ulrich Dütsch, der einzige Doktorand von Götz, ist bereits ein anerkannter Ozonforscher, als er die Nachfolge seines Doktorvaters übernimmt. Die ETH Zürich beruft ihn 1965 als Professor und Leiter ans Laboratorium für Atmosphärenphysik. Anfang der 1970er-Jahre übernimmt die ETH den Betrieb des Observatoriums vollständig – und der Kurverein zieht sich als Geldgeber zurück. Nach der Pensionierung von Dütsch entsteht eine Zusammenarbeit zwischen Meteo Schweiz und Forschern der ETH. Der Wetterdienst ist für den Betrieb der Messstation zuständig, die ETH Zürich übernimmt die Datenanalyse und die Forschungsarbeit.

Die Ozonforschung hat sich inzwischen neu ausgerichtet. Seit den 1970er-Jahren interessiert sich die Öffentlichkeit plötzlich für die schützende Ozonhülle. Die Wissenschaftler sind besorgt über die künstlichen chemischen Stoffe, welche die Ozonschicht zerstören. Sie schlagen Alarm, als 1985 das Ozonloch über der Antarktis entdeckt wird. Bereits 4 Jahre später tritt das Montreal-Protokoll in Kraft. Der internationale Umweltvertrag verbietet die Produktion und die Verbreitung ozonabbauender Substanzen wie zum Beispiel der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW). Die Messungen in Arosa erhalten damit eine neue internationale Bedeutung.

Viermal wurde das Observatorium innerhalb von Arosa verlegt. Der Umzug nach Davos ist ein grösserer Schritt. Die Alpenstadt ist zwar nur etwa zehn Kilometer Luftlinie von Arosa entfernt, liegt aber 300 Höhenmeter tiefer. Die Topografie ist anders, die Bevölkerungsdichte höher und der Verkehr dichter. Dadurch verändert sich möglicherweise der Verschmutzungsgrad der untersten Luftschicht, was auf die Strahlungsmessung einen Einfluss haben könnte.

Grosse Schwankungen

«Der Umzug nach Davos bringt messtechnisch die Chance, noch robuster und präziser messen zu können, er birgt aber auch das Risiko, dass die Aroser Messreihe ihre Homogenität verliert», sagt Thomas Peter, Professor am ETH-Institut für Atmosphäre und Klima. Die natürlichen Schwankungen des Ozongehalts in der Atmosphäre sind gross. Messungen müssen deshalb nicht nur zuverlässig sein, sondern auch über Jahrzehnte stabil, damit die langsamen und geringen Ozonveränderungen durch den Einfluss des Menschen erkannt werden können.

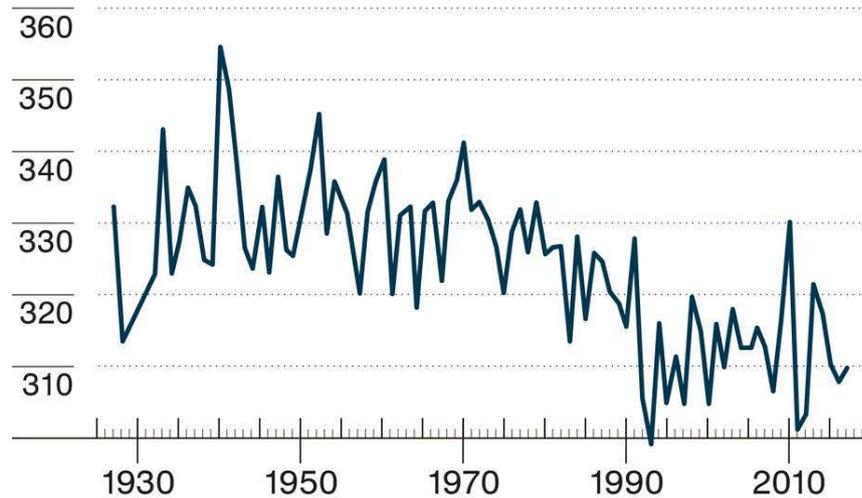
Deshalb werden bereits seit acht Jahren Parallelmessungen in Arosa und Davos durchgeführt. Die Vergleichsmessungen werden bis 2021 weitergeführt. Das Ziel ist, den Effekt durch die Verlegung der Messinstrumente auf die Datenqualität vollständig zu beschreiben, um die Auswirkungen auf künftige Berechnungen des Ozontrends abschätzen zu können.

Der Ozongehalt in der Atmosphäre schwankt in mittleren Breiten um bis zu 20 Prozent von Tag zu Tag.

Wie wichtig die Überwachung der Ozonhülle ist, hat sich in den letzten Monaten wieder gezeigt: Neue Studien belegen, dass die Erholung der Ozonschicht durch das Montreal-Protokoll langsamer vor sich geht als erwartet. Die Messreihe «Arosa-Davos», wie sie künftig heissen wird, spielt auch in Zukunft eine wichtige Rolle.

Totalozon in Arosa

In Dobson-Unit (Ozondicke, 100 DU entspricht einer ein Millimeter dicken Ozonschicht, Ozonloch entspricht einem Wert unter 200 DU)



1920er

Charles Fabry und Henri Buisson messen erstmals Totalozon

1921

Götz gründet das Lichtklimatische Observatorium in Arosa

1926

Götz beginnt mit ersten Ozonmessungen

1929

Chapman erklärt fotochemische Theorie der Ozonbildung

1926 – 1929

Aufbau weltweites Ozonmessnetz

1970

Johnston und Crutzen entdecken Ozonzerstörung durch Stickoxide aus Flugzeugen

1974

Molina und Rowland warnen vor FCKW, die Ozon zerstören

1985

Entdeckung des Ozonlochs
Unterzeichnung der Wiener Konvention

1987

Unterzeichnung des Montreal-Protokolls

Ab 1990er

Anpassungen des Montreal-Protokolls

Die Forscher des Panels kommen schliesslich zum Schluss, dass gut gewartete Bodenstationen über einen längeren Zeitraum vertrauenswürdiger sind, weil die Stabilität der Eichung besser überprüft werden kann als bei Satelliteninstrumenten. Herausragend sind dabei die Messungen von Arosa, die Hans Ulrich Dütsch fast schon penetrant genau kontrolliert hatte. Sie sind die einzigen Messungen im Netz der Bodenstationen, die zwar auch angepasst werden müssen, aber deren Langzeitstabilität nicht infrage gestellt wird. Die Dobson-Messungen der Bodenstationen zeigen erstmals zuverlässig auf, dass die Ozonjahreswerte zwischen 1969 und 1986 in den mittleren Breiten der Nordhemisphäre zwischen 1,7 und 3 Prozent abgenommen haben. Die grösste Ausdünnung trifft die Ozonschicht mit 2,3 bis 6,2 Prozent während der Wintermonate. Eine ähnliche Beobachtung machen die Wissenschaftler auch in einer Langzeitstudie der Arosener Daten von 1931 bis 1986. Die Ozonzerstörung durch den Menschen in den mittleren Breiten hat maximal einige Prozent pro Jahrzehnt betragen. Die grosse Herausforderung ist, diese langsame Veränderung verlässlich zu erfassen. Dazu braucht es Instrumente mit einer extrem guten Messstabilität über eine lange Zeit.

Der Ozongehalt in der Atmosphäre schwankt in mittleren Breiten um bis zu 20 Prozent von Tag zu Tag. Da der Beitrag des Menschen an die Ozonzerstörung mit einigen wenigen Prozenten pro Jahrzehnt viel kleiner ist, kann dieser nur mit sehr zuverlässigen und stabilen Messinstrumenten herausgefiltert werden. Trendanalysen aus den Messreihen sind zudem nur aussagekräftig, wenn die Instrumente regelmässig auf Abweichungen geprüft und entsprechend korrigiert werden

Starke naturbedingte Ozonschwankungen – täglich und saisonal – erschweren es, den Einfluss des Menschen zu erkennen, weil sie das Ausmass der Ozonzerstörung beziehungsweise den Erholungsgrad der Ozonschicht maskieren.

Benötigt werden nun Trendrechnungen über die Entwicklung der Ozonkonzentration und der Spurengase, die an den zahlreichen chemischen Reaktionen bei der Ozonbildung und -zerstörung beteiligt sind. Nur durch zuverlässige Messdaten und Vergleiche mit Modellrechnungen lässt sich die Wirkung der ozonzerstörenden Substanzen quantifizieren und Voraussagen abschätzen.

Aussagen für den gesamten Globus sind nicht möglich, weil die Dichte des Messnetzes nicht ausreichend repräsentativ ist.

Die Ozonmessreihe in Arosa liefert zuverlässige Daten und wird deshalb zu einer wichtigen Stütze für politische Entscheidungen. Johannes Staehelin kann auf eine Datenreihe zugreifen, die dank der sorgfältigen Qualitätskontrolle seines Vorgängers Hans Ulrich Dütsch nicht nur die längste ist, sondern qualitativ auch zu den besten Datenreihen im weltweiten Messnetz gehört.

Umfassende Aussagen für den gesamten Globus sind allerdings mit Bodenmessungen durch Dobson-Geräte nicht möglich, weil die Dichte des Messnetzes vor allem in der südlichen Hemisphäre nicht ausreichend repräsentativ ist. Dafür zeigen die korrigierten Messungen von Nimbus 7 eine Ozonabnahme um 2 bis 3 Prozent von den mittleren bis zu den tropischen Breiten beider Hemisphären zwischen 1978 und 1985.

Die gesamte Arosa-Messreihe für das Totalozon seit 1926 wurde an die Messdaten des Standard-Messgerätes angeglichen. Auch die Umkehrdaten von Arosa wurden homogenisiert.

Die zuverlässigen Langzeit-Messreihen aus den Bodenstationen sind bis heute ein wichtiges Instrument, um die Genauigkeit und Stabilität der Satellitendaten zu kontrollieren.

Publiziert: 16.06.2019, 19:29