

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (1997)
Heft: 33

Artikel: Sommersmog im Modell
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-550987>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

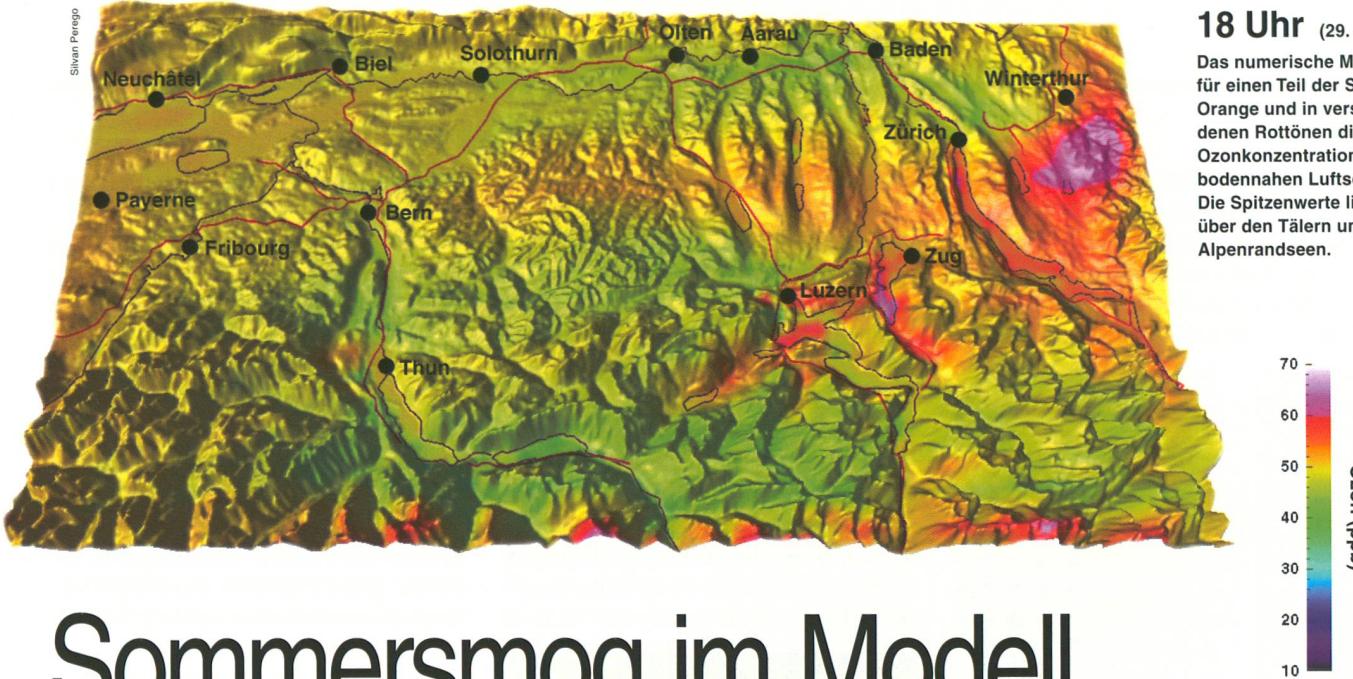
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

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



Sommersmog im Modell

Im Sommer verwandeln sich Abgase aus Strassenverkehr und Industrie unter Einwirkung des Sonnenlichts in Ozon und andere Luftschadstoffe. Ein numerisches Computermodell erlaubt es nun, deren Bildung und Verteilung in der Umwelt zu verfolgen.

Ozon – das aus drei Sauerstoffatomen bestehende Molekül O_3 – hat nützliche wie schädliche Auswirkungen. So schützt die Ozonschicht in der oberen Atmosphäre Menschen, Tiere und Pflanzen vor den gefährlichen Ultraviolettröhren der Sonne. Am Boden hingegen ist das als Folge menschlicher Tätigkeit produzierte Ozon ein aggressives Reizgas. In erhöhter Konzentration greift es als starkes Oxidationsmittel Lungen und Vegetation an.

In der Landwirtschaft dürfte dieser Schadstoff für Produktionseinbussen in der Höhe zwischen 5 und 15 Prozent verantwortlich sein. Die Weltgesundheitsorganisation WHO schätzt, dass bei einer Ozonkonzentration von 200 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) fünf Prozent der Bevölkerung unter Atembeschwerden leiden. Bei $400\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist ein Viertel aller Menschen davon betroffen; außerdem stellen sich bei der Hälfte Husten und Augenreizungen ein.

Gemäss WHO-Richtlinien sollte während eines Jahres die Ozonkonzentration von $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht mehr als eine einzige Stunde überschritten werden. In der Schweiz allerdings wird der Grenzwert, der hier seit 1986 gilt, regelmässig massiv missachtet. So meldeten 1995 gewisse Messstationen, dass diese Konzentration während mehr als 700 Stunden überschritten worden sei. Die Spitzenwerte konzentrieren sich auf die Sommermonate, denn zur Bildung von bodennahem Ozon ist eine inten-

sive Sonnenstrahlung erforderlich. Dann wird das Reizgas von stechendem Geruch zum Hauptbestandteil des Sommersmogs, von dem sowohl das Mittelland wie auch die Bergregionen betroffen sind.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts unter Leitung von Prof. Heinz Wanner am Geographischen Institut der Universität Bern hat Silvan Perego ein Computerprogramm zum dreidimensionalen Modellieren der Sommersmogbildung im Tagesverlauf entwickelt. Unter Berücksichtigung der meteorologischen Situation verfolgt das numerische Modell, wie sich die Massen smogbelasteter Luft bilden und verschieben.

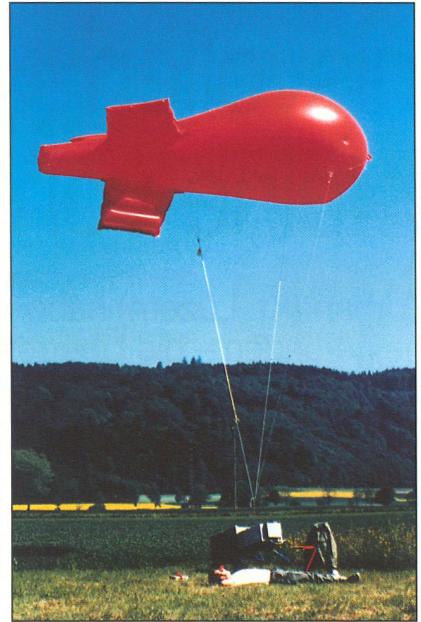
Die Ergebnisse werden jeweils auf Karten sichtbar gemacht, wo die Verteilung von 40 chemischen Substanzen, ob verschmutzend oder nicht, in Bodennähe oder in beliebiger Höhe verzeichnet ist. Das Modell arbeitet mit Zeitschritten von 20 (bei schwachem) bis 40 Sekunden (bei starkem Wind). Die Simulation eines Tages benötigt auf einer modernen Workstation drei Tage Berechnungszeit. Die Resultate werden dann als dreidimensionale Grafiken sichtbar gemacht.

Dazu Silvan Perego: «Unsere Karten geben das Verhalten des Smogs auf sehr befriedigende Weise wieder, selbst wenn wir das komplexe Geschehen in der Natur vereinfachen mussten. Es ist unmöglich, alle 300 Bestandteile des Sommersmogs und die sich darin

abspielenden 700 chemischen Reaktionen zu berücksichtigen. Um die Rechnungen zu vereinfachen, haben wir verwandte Substanzen in Gruppen zusammengefasst. Dadurch reduzierte sich deren Zahl auf 40, und es genügten 70 Gleichungen für die Beschreibung der chemischen Abläufe.»

BERPHOMOD, so der Name des Modells, berücksichtigt meteorologisches Phänomene wie Wind, Strahlung und Temperatur und auch die an der Bildung des Ozons beteiligten chemischen Prozesse. Eine wichtige Rolle spielt dabei die *Photodissoziation*: Stickstoffdioxid und gewisse andere Moleküle werden aufgrund intensiver Sonnenstrahlung zersetzt. Die Bruchstücke, sog. *Radikale*, reagieren dann mit Sauerstoff und flüchtigen Kohlenwasserstoffen und bilden letztendlich das schädliche, für den Sommersmog charakteristische Ozon. Die Stickoxide stammen aus Verkehr und Industrie, die flüchtigen Kohlenwasserstoffe entstehen vor allem durch Verdampfen von Benzin und Lösungsmitteln.

«Wir haben BERPHOMOD in einem Gebiet von 3500 Quadratkilometern getestet und dabei die Sommersmog-Entwicklung in einer Region untersucht, die sich vom Jura über das Mittelland bis zu den Alpen erstreckt», erklärt Perego. «Als Stichdaten für die Simulation dienten der 29. und 30. Juli 1993, als hier im Rahmen des nationalen Luftschadstoffüberwachungsprogramms POLLUMET eine intensive Messkampagne lief.» Während dieser Zeit wurden die regulären täglichen Aufzeich-



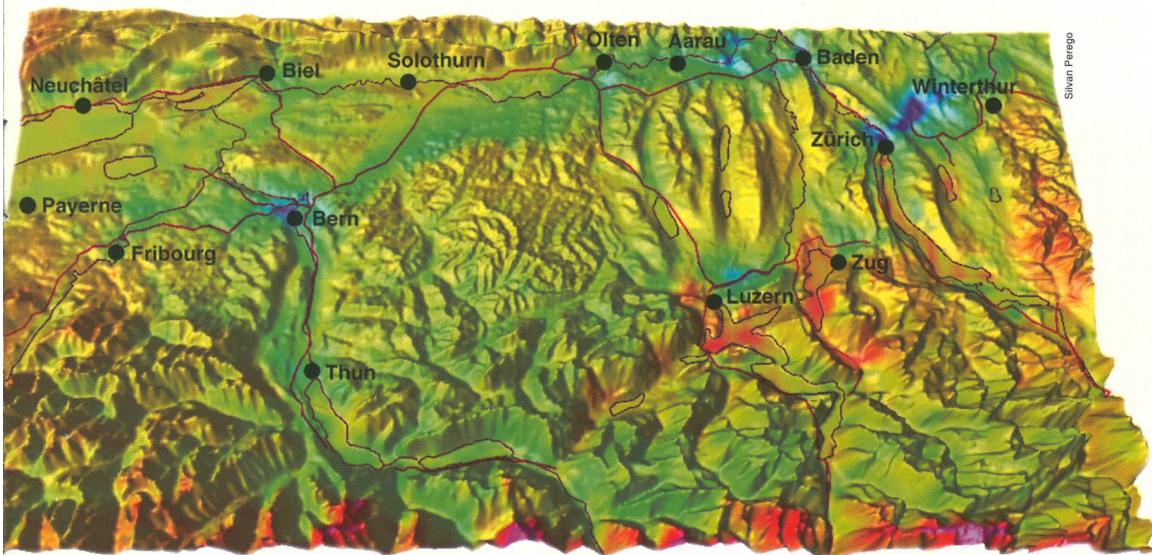
nungen des 150 Stationen zählenden NABEL-Netzes und der Wetterbeobachtungsstation Payerne durch zahlreiche zusätzliche Messungen ergänzt. Am Boden erhoben um die 40 Mitarbeiter Daten zu Luftströmungen und -turbulenzen, während Ballonsonden Informationen über die mit der Höhe wechselnde Zusammensetzung der Atmosphäre sammelten. Gleichzeitig analysierten Messflugzeuge mit Hilfe empfindlicher Geräte die Luft entlang vorgegebener Routen.

Treibhaus-Szenarien

Ein Teil dieser Daten diente dazu, für BERPHOMOD die Anfangsbedingungen in den frühen Morgenstunden des 29. Juli 1993 festzulegen. Davon ausgehend, konnte der Computer die Entwicklung des Sommersmogs aufgrund der meteorologischen Randbedingungen wie Temperatur, Luftdruck, Wind, Besonnung, Luftfeuchtigkeit usw. berechnen. So machten sich im Verlauf des Tages die an die Umwelt abgegebenen Luftsadstoffe längs der Verkehrsachsen, in Industriegebieten und in Städten bemerkbar. Ein weiterer Teil der gesammelten Daten half bei der Überprüfung der vom numerischen Modell errechneten Resultate.

«BERPHOMOD ist nun einsatzbereit und kann verschiedene Szenarien durchspielen, die von unterschiedlichem Schadstoffeintrag in die Atmosphäre ausgehen», sagt Projektleiter Prof. Heinz Wanner. «Außerdem ist es möglich, den Einfluss einer Temperaturerhöhung durch den Treibhauseffekt auf Sommersmog-Situationen zu ermitteln.»

□



21 Uhr (29. Juli 1993)

Die Ozonbelastung der Umwelt hat abgenommen, weil nun weniger Schadstoffe aus Verkehr und Industrie durch die schon tief am Horizont stehende Sonne in das Reizgas umgewandelt werden. Nun sind es eben diese Schadstoffe, die beim Abbau des Ozons mithelfen. Dies erklärt, warum ausgerechnet über den Industriezonen, den Städten oder den Verkehrsachsen an dieser späten Stunde die Ozonskonzentration besonders gering ist (grüne, blaue und violette Farbtöne auf der Karte).