Eine europäische Umweltkatastrophe : Saurer Regen

Autor(en): **Michel, Ruth**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES**

Band (Jahr): **1 (1982)**

Heft 4: **Sondernummer CO2**

PDF erstellt am: **08.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-586686

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

EINE EUROPÄISCHE UMWELTKATASTROPHE:

SAURER REGEN

Spricht man vom CO_2-Problem, so darf das damit zusammenhängende SO_2-Problem nicht übersehen werden. Schwefeldioxid wird ebenfalls bei Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzt, als Staub, Gas oder gelöst in Regen kehrt es wieder auf den Boden zurück, wo es verheerende Folgen für die Umwelt hat: Baumsterben, übersäuerte Seen, vergiftete Böden. Nach Angaben des Bundesamtes für Umweltschutz hat sich die Übersäuerung unserer Umwelt in den siebziger Jahren «zu dem vielleicht ernstesten Umweltproblem» in Europa und darüber hinaus entwickelt.

Von Ruth Michel

Das kristallklare Wasser hochgelegner Tessiner Bergseen lässt manchen Wanderer in nostalgische Träume von einst ebenso klaren Seen im Unterland versinken. Aber der klare Schein trügt, denn die Ursache dieser kristallenen Seen ist *der* Alptraum unserer Industriegesellschaft: Das Wasser ist so klar, weil darin kein Leben mehr existieren kann: die Seen sind übersäuert, biologisch tot. Der Tod kam aus der Luft, mit dem Regen, mit dem Schnee und heisst: *Schwefeldioxid.*

Blauer Himmel über dem Ruhrgebiet

Der Himmel über dem Ruhrgebiet ist wieder blau, auch in Norditalien scheint die Sonne wieder auf die hohen Fabrikkamine und rauchenden Schlote. Schwarze Rauchfahnen steigen auf – und lassen ihre giftige Fracht oft in hundert Kilometern Entfernung über den Erholungsgebieten auf die «schöne Natur» fallen. Das kristallklare Wasser vieler Seen ist *ein* Alarmzeichen, ebenso schlimm steht es jedoch um den Wald, der sich in vielen Gebieten von Grün in Grau färbt; bald wird man den Schwarzwald umbenennen müssen, in Grauwald. Diese ganz Europa umfassende Umweltkatastrophe wird ausgelöst durch *Schwefeldioxide* und *Stickstoffoxide,* die aus den Heizungen, den fossil befeuerten thermischen Kraftwerken, aus den Motorfahrzeugabgasen und der Schwerindustrie stammen. Die wichtigsten Quellen der Schwefeldioxidverschmutzung sind in der Schweiz die *Haus-* und *Industriefeuerungen* (90%). Die Verbrennung von Treibstoffen in Motorfahrzeugen verursacht nur einen kleinen Teil von 5 Prozent. Aus den Zahlen der Tabelle 1 geht hervor, dass dank bereits getroffener Entschwefelungsmassnahmen zwar die Schwefeldioxidemissionen zwischen 1970 und 1975 abgenommen haben. Zugenommen aber haben die Werte bei der *Abfallverbrennung.*

Emittentengruppe	Emission SO_2(t/a) 1970	Emission SO_2(t/a) 1975	Veränderung (%) (100%-Werte 1970)
Heizung/Warmwasser	42 280	41 248	- 2,4
Dampfkessel	55 314	46 183	- 16,5
Therm. Prozesse	13 438	12 127	- 9,8
Spez. Prozesse	13 792	11 710	- 15,1
Transport	6 050	5 953	- 1,6
Abfallverbrennung	940	1 654	- 75,5
Total	131 820	118 875	- 9,8

Tabelle 1: Schwefeldioxidemissionen in der Schweiz: Vergleich der 1970 und 1975 emittierten SO_2-Mengen; Anteil der Emissionen nach Emittentengruppen.
Quelle: VGL-Info 3/82

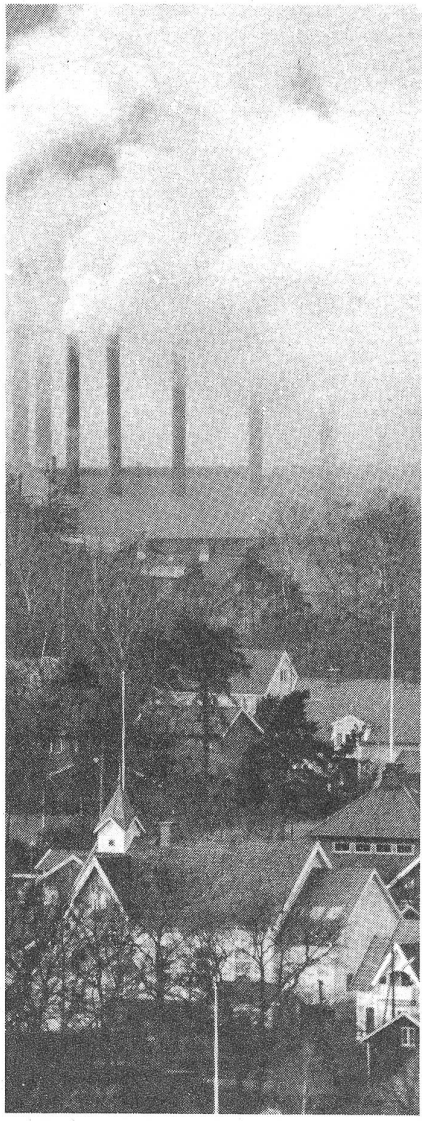
Hauptverschmutzer sind Staaten mit einem hohen Anteil an Schwerindustrie und auf fossilen Brennstoffen basierenden Kraftwerken.
Ein Vergleich zeigt die SO_2-Emissionen verschiedener europäischer Staaten:

Land	*Gesamtausstoss/Jahr*
Schweiz	124 Tonnen
Österreich	430 Tonnen
BRD	3 500 bis 3 800 Tonnen
Frankreich	3 270 Tonnen
Italien	4 400 Tonnen
Ungarn	1 640 Tonnen
DDR	4 000 Tonnen
Tschechoslowakei	2 900 Tonnen
USA	24 500 Tonnen
UdSSR	27 000 Tonnen

Tabelle 2: (Quelle: «Natur + Mensch» 4/82)

Regen, der keiner mehr ist

Die durch den Verbrennungsprozess freigesetzten Schwefeldioxide und Stickstoffoxide gelangen über hohe Schlote fast ungefiltert in die Atmosphäre. Teils als Gas, teils an Russ und Staub gebunden (trockene Deposition) gelangen sie wieder auf den Boden. Ein bedeutender Teil des SO_2 jedoch wird während des



Aufenthaltes in der Atmosphäre zu Schwefelsäure umgewandelt. Als *saurer Regen* wird die Säure in feinen Tröpfchen über ganz Europa verteilt.

Selbst Jungtannen verlieren vorzeitig ihre Nadeln, verfärben sich und vergreisen früh. Die Anfälligkeit des Waldes für konventionelle Stressfaktoren erhöht sich durch den SO_2-Einfluss stark (verminderte Frostfestigkeit und verstärktes Auftreten gewisser Schmarotzerpilze).
Auch der Waldboden, vor allem in kalkarmen Gebieten, wird beeinträchtigt. Der saure Regen

- greift die organischen Verbindungen im Humus und im Wurzelboden an;
- wäscht lebensnotwendige Bestandteile wie Magnesium ins Grundwasser aus;
- löst Tonerde, Feldspat sowie andere Alumo-Silikate, so dass giftige Aluminium-Ionen frei werden.

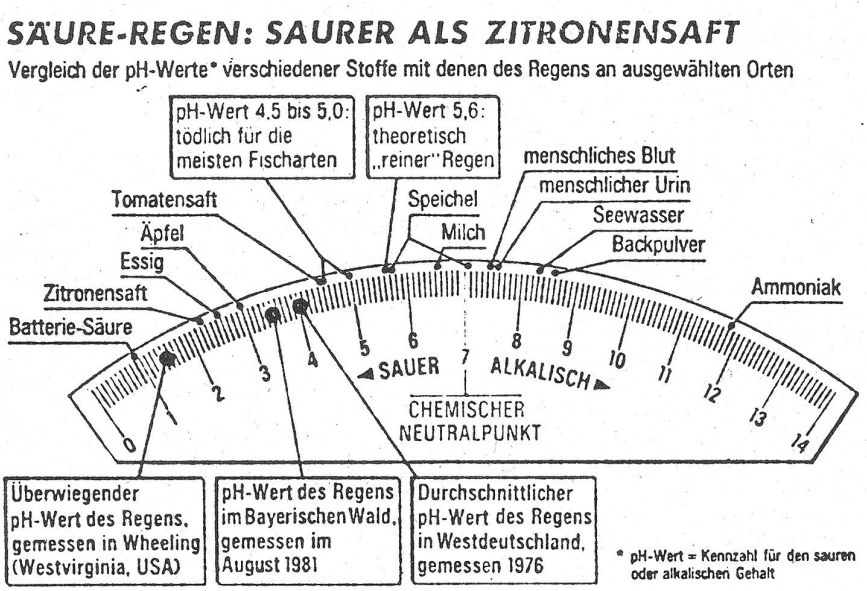
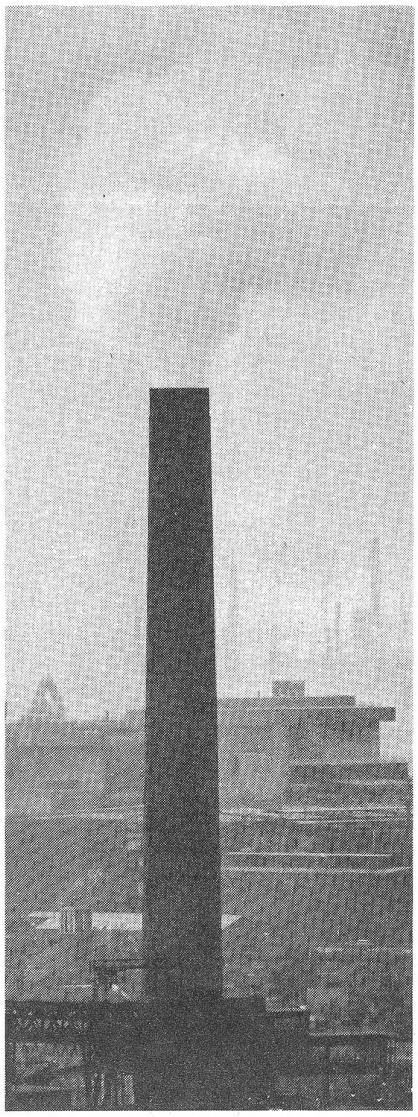


Tabelle 3: Quelle: Der Spiegel

Der Regen, der heute vom Himmel fällt, hat mit dem Regen früherer Zeiten nur noch den Namen gemeinsam; nicht Wasser, sondern verdünnte Lösungen von Schwefel- und Salpetersäure gehen nieder – aggressiv genug, um selbst Marmor, Stein und Eisen zu zerfressen.
Unbeeinträchtigtes Regenwasser weist einen ph-Wert von 5,6 auf (ph 7 = neutrale Verhältnisse). Der ph eines typischen schweizerischen Regenwassers liegt heute aber bei ungefähr 4,3!
Ein Vergleich verschiedener ph-Werte zeigt, was dies bedeutet:
Die Auswirkungen dieser sauren Niederschläge auf Luft, Wasser, Boden und Vegetation sind verheerend, eine Umweltkatastrophe riesigen Ausmasses zeichnet sich bereits heute ab.

Der Wald stirbt

In einer Spiegel-Serie zum SO_2-Problem warnen Forstexperten und Fachleute: «In Westdeutschlands Wäldern tickt eine Zeitbombe» und sehen die «grünen Lungen des Waldes von schwarzem Atem angeweht.»
Besonders gefährdet sind Nadelbäume, etwas weniger gefährdet Laubbäume, die jedes Jahr ihren schwefeligen Ballast mit den Blättern abwerfen, doch wachsen bereits heute Buchen nicht mehr von selbst nach, sind Ulmen und Roteichen am Aussterben, warnen Forstexperten in Deutschland.
Vom *Tannensterben* sind vor allem ältere Bäume betroffen, 45 Meter hohe Gipfel färben sich grau, die Stämme sind im Inneren angefault, und damit viel stärker den Einflüssen von Wind und Wetter, dem Befall von Ungeziefer ausgesetzt.



Die übersäuerten Böden

Im sauren Milieu steigt die Löslichkeit von Metallen, Kalzium, Kalium und Magnesium, Stoffe, die für das Wachstum der Pflanzen unerlässlich sind, werden ausgewaschen, die Bodenqualität nimmt zusehends ab. Für die *Schweiz ist die Übersäuerung des Bodens* kein Problem, da er sehr kalkreich ist und so die überschüssigen Säuren neutralisieren kann. In Skandinavien und weiten Gebieten Deutschlands sind die Auswirkungen schwerwiegender.
Übersäuerung fördert auch die *Anreicherung von Kadmium* in Futter- und Nahrungspflanzen, schon heute stellt man das Drei- bis Zehnfache der üblichen Kadmiummenge fest. Dieses schwer abbaubare Gift wird vom Menschen durch die Nahrung aufgenommen und in der Niere gespeichert, wo es schwere Störungen und Erkrankungen hervorrufen kann.

Durch die Auslaugung des Bodens ist auch das Grundwasser bedroht. Dies ist vor allem bedenklich wegen der bereits festgestellten Erhöhung des Gehaltes an Schwermetallen.
Gravierender aber sind die Auswirkungen auf Flüsse und Seen. Die chemische Zusammensetzung des Wassers ändert sich durch den Säureregen; Pflanzen, Amphibien und Fische gehen ein. Das grosse Fischsterben in Skandinavien sorgt seit Jahren für Schlagzeilen: «Saurer Regen hat die Fische zu Tausenden von Seen in Norwegen und Schweden eliminiert.» – «In Kanada und im Nordosten der USA sind Hunderte von Gewässern ohne Fische.» Es gibt in nahezu 2000 Seen Norwegens keine Fische mehr, im benachbarten Schweden sind 9000 Seen stark angesäuert, 4000 davon ebenfalls ohne Fische.
Das grosse Fischsterben wird ausgelöst durch Aluminium, welches, vom Säureregen aus den Sedimenten gelöst, zum Absterben des Kiemengewebes führt.
Der saure Regen jedoch, der Schwedens Seen den Tod bringt, stammt nicht aus den eigenen Kaminen: Er weht herüber aus Grossbritannien, Deutschland und

Polen. Letzten Sommer reagierte Schweden mit einer Flugblatt-Aktion auf diese Umweltbeeinträchtigung von seiten fremder Staaten: Touristen wurden über die Hintergründe der kristallklaren Seen informiert und aufgefordert, an ihre Regierungen in Deutschland und England zu appellieren, etwas gegen den «SO_2-Export» zu unternehmen.

Weiträumige Verfrachtung

Wenn Schwefeldioxid und Stickoxide nahe der Bodenoberfläche ausgestossen werden (Autos, Hausfeuerung), werden die Schadstoffe vor allem in der näheren Umgebung abgesetzt. Gelangen die Schadstoffe aber in höhere Luftschichten – was beispielsweise bei Hochkaminen der Fall ist –, wird die Verweilzeit in der Atmosphäre heraufgesetzt, damit steigt auch die Möglichkeit zur Bildung von Sulfaten und Nitraten. Da Sulfate und Nitrate eine lange Aufenthaltszeit in der Atmosphäre haben (ca. 3 bis 5 Tage) können sie über grosse Distanzen verfrachtet werden, bevor Niederschläge sie auswaschen.

«Die Franzosen säbeln uns den Schwarzwald ab, und wir helfen den Engländern dabei, die skandinavischen Wälder auszurotten», kommentierte ein deutscher Umweltschützer den SO_2-Transport über Europa: Durch die weiträumige Verfrachtung gelangen Schadstoffe in Gebiete, die an sich kaum durch Industie belastet sind: aus Norditalien in den Tessin (so hat z. B. Lugano eine SO_2-Konzentration von 60 $\mu g/m^3$, Basel nur 30 $\mu g/m^3$) aus Frankreich in den Schwarzwald, aus England und Deutschland nach Skandinavien.
Auch die Schweiz ist ein Empfängerland: Sie bekommt mehr atmosphärischen Schwefel ab, als sie selber verfrachtet (Tabelle 4).

SO_2 in der Schweizer Luft

Obwohl ungefähr 70% des sauren Regens in der Schweiz importiert sind, bildet die «hausgemachte» Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid und Stickoxide die Hauptbelastung für die Bewohner unseres Landes.
Seit 1979 unterhält das Bundesamt für Umweltschutz ein Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) mit Messstationen in der ganzen Schweiz.
Die Belastung durch Schwefeloxid erscheint (mit Ausnahme von Lugano) gering, gemessen am Grenzwert von 60 $\mu g/m^3$, jene von Stickstoff übersteigt in Zürich und Dübendorf den Grenzwert von 50 $\mu g/m^3$.

Zur Illustration einige Zahlen:

60 $\mu g/SO_2/m^3$ in Dauereinwirkung erhöht bei Nadelhölzern (Koniferen) im Flachland die Anfälligkeit für Sekundärschäden und führt zu leichten Zuwachsverlusten. 80 $\mu gSO_2/m^3$ ruft bereits schwere Erkrankungen mit deutlichem Zuwachsrückgang bei Koniferen hervor, bei 190 $\mu gSo_2/m^3$ gibt es keine Überlebenschancen für Nadelhölzer, und eine kurzzeitige Einwirkung von 400 $\mu gSO_2/m^3$ lässt alle Koniferen vor Erreichen ihres wirtschaftlichen Alters absterben, Laubgehölz erleidet Zuwachsverluste Flechten sterben ab.

Land	*Anteil der Importe am «sauren Regen»*
Schweiz	78%
Österreich	76%
Luxemburg	73%
Niederlande	71%
Norwegen	63%
Schweden	58%
Tschechoslowakei	56%
Ungarn	54%
BRD	45%
Frankreich	34%
DDR	32%
Italien	22%

Tab. 4: Import von SO_2-Regen
Quelle: VGL-Info 3/82

Massnahmen zur SO_2-Reduktion

Auch wenn die Schweiz weniger stark betroffen ist und vor allem im Vergleich mit ihren Nachbarn nur sehr geringe SO_2-Mengen produziert, darf sie sich der Lösung dieses Problems nicht entziehen. Denn auf nationaler und internationaler Ebene müssen Schwefeldioxid- und Stikkoxidemissionen reduziert werden.
1979 wurden in Genf Verhandlungen über Massnahmen gegen die grenzüberschreitende Luftverschmutzung aufgenommen, eine von allen Mitgliedstaaten der Europäischen Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen CECE/UNO/USA und Kanada unterzeichnete Konvention schuf zum erstenmal ein für ganz Europa verbindliches Instrument zur Bewältigung dieses Problems.
Die *Ratifikation* der Konvention von Genf bedarf der Hinterlegung von 24 Ratifikationsurkunden, bisher haben 9(!) Staaten, darunter die Schweiz, die Konvention ratifiziert, die zwar viele gutgemeinte Empfehlungen zur Reduktion der Luftverschmutzung durch SO_2 enthält, aber keine konkreten oder bindende Massnahmen. Jedes Land kann nach seinen wirtschaftlichen Möglichkeiten Prioritäten setzen, wie es die Reduktion erlangen will. Was im Klartext heisst: Vorläufig wird kaum etwas geschehen! Über die *vordringlichste* Massnahme ist man sich überall einig: *Einsparen im Verbrauch fossiler Brennstoffe.*

Das BUS muss taktieren

Eine weitere Massnahme ist die *Reduktion des Schwefelgehalts in Brennstoffen:* So hat das Bundesamt für Umweltschutz (BUS) eine Vernehmlassung zur Reduktion des S-Gehalts in Heizöl extra leicht verschickt: Der S-Gehalt soll von 0,5% auf 0,3% reduziert werden. In Anbetracht der Tatsache, dass der durchschnittliche Gehalt bereits heute «nur» noch 0,36% beträgt, ist dies kein grosser Fortschritt. Bei Heizöl schwer und mittel ist keine Änderung vorgesehen, der S-Gehalt wird bis auf weiteres bei 2,0% belassen, was bedeutet, dass die vorgeschlagenen Massnahmen bloss den Status quo festschreiben. Eine wirkliche Verbesserung, so die Schweizerische Gesellschaft für Umweltschutz, brächte erst die Reduktion des S-Gehalts bei Heizöl schwer und mittel auf 1,5 bzw. 1,0%.
Auf diese Frage hin angesprochen, meinte ein Vertreter des Bundesamtes für Umweltschutz, es sei keineswegs so, dass man den S-Gehalt von Schweröl nicht reduzieren wolle, längerfristig müsse dies auch geschehen. Aus taktischen Gründen werde jedoch vorerst in der Vernehmlassung nur die Reduktion bei Heizöl leicht, die sehr einfach machbar ist, vorgeschlagen. Man wolle sehen, wie «die Stimmung sei». Würde man beide Forderungen gleichzeitig bringen, so gäbe es endlose Diskussionen, und es würde nichts geschehen. So besteht immerhin die Hoffnung, dass innerhalb einer nützlichen Frist der S-Gehalt bei Heizöl, dass mengenmässig zwei Drittel des Verbrauches ausmacht, leicht herabgesetzt wird. Die übliche Politik der kleinen Schritte! Die Erdöllobby wird mit ihrem Protest kaum auf sich warten lassen: Für sie ist *jede* Massnahme «wirtschaftlich nicht tragbar und zu weitgehend».

Weiter nannte das BUS als Massnahmen:

- Entschwefelungsanlagen für Brennstoffe mit hohem Schwefelgehalt (Kohle, Schweröl);
- Kohle nur dort einsetzen, wo sie am wenigsten belastet: Zementfabrikation, in grossen Anlagen (kleine Anlagen können sich die Investitionen für Entschwefelungsanlagen nicht leisten);
- Abgasvorschriften für leichte Motorwagen verschärfen (für 1986 vorgesehen);
- Anwendung neuer, umweltfreundlicher Techniken: z. B. Wirbelschichtfeuerung, Wärme-Kraft-Koppelung usw.

Die einzige Massnahme aber, die wirklich zu einer Entlastung von Umwelt, Natur und Mensch führt, ist, wie oben bereits erwähnt, die Verringerung der Emission von SO_2 durch Verringerung des Verbrauchs von S-haltigen Brennstoffen. Einzig Sparmassnahmen und Verwendung einheimischer Ressourcen (Sonne, Biomasse, Erdwärme, Wasser) sind wirksame Strategien zur Bekämpfung der SO_2-Vergiftung unserer Umwelt.