

# Ozon-Grenzwerte in der Luftreinhalte- Verordnung: Bundesamt für Umweltschutz

Autor(en): **Achermann, B.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **105 (1987)**

Heft 21

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76592>

## **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.

# Ozon-Grenzwerte in der Luftreinhalte-Verordnung

Bundesamt für Umweltschutz, Bern

In der Nummer 42/86 der Zeitschrift «Schweizer Ingenieur und Architekt» hat sich Dr. T. Pelli in einer im Auftrag des Touring Club der Schweiz (TCS) durchgeführten Untersuchung zu den Ozon ( $O_3$ )-Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung der Schweiz geäußert [1]. Er hat dabei die Forderung aufgestellt, dass der in der Luftreinhalte-Verordnung festgelegte maximale 1h-Wert von  $120 \mu\text{g } O_3/\text{m}^3$  aufgehoben und der 98%-Wert aller  $\frac{1}{2}\text{h}$ -Mittelwerte eines Monats von  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erhöht werden soll.

Auffallend an der Arbeit von Pelli ist, dass die  $O_3$ -Grenzwerte völlig losgelöst von den verbindlichen Kriterien des schweizerischen Umweltschutzgesetzes (USG) diskutiert werden. Stattdessen konzentriert sich Pelli auf Teilaspekte der gesamten Ozon-Problematik, wobei er sich allerdings mit seinen Interpretationen teilweise in Widerspruch zu der von ihm verwendeten Fachliteratur setzt.

Das Bundesamt für Umweltschutz sieht sich deshalb veranlasst, zum erwähnten Artikel von Pelli einige Anmerkungen anzubringen.

## Kriterien des schweizerischen Umweltschutzgesetzes

Das Umweltschutzgesetz [2] hält ganz klare Kriterien fest, welche für die Festlegung von Immissionsgrenzwerten zu berücksichtigen sind.

So müssen nach Artikel 14 des Umweltschutzgesetzes (USG) die Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen derart festgelegt werden, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte

- Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden;
- die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören;
- Bauwerke nicht beschädigen;
- die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen.

Dabei sind die Einwirkungen sowohl einzeln als auch gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken zu beurteilen (Art. 8 USG). Und schliesslich müssen auch die Wirkungen der Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit wie Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere berücksichtigt werden (Art. 13 USG).

Um diesen Kriterien bei der Grenzwertfestlegung gerecht zu werden, sind in jedem Falle mehr oder weniger aufwendige Abklärungen ökotoxikologischer Art vorzunehmen, deren Ergebnisse in messtechnisch überprüfbare Immissionsgrenzwerte umzusetzen sind [3]. Pelli geht in seiner Arbeit in keiner Weise auf diese vielschichtige Problematik ein. Er befasst sich ausschliesslich mit der Interpretation von Messdaten über die Luftbelastung durch Ozon in den Vereinigten Staaten. Seine Kritik übergeht somit die grundlegenden Fragen der Erfordernisse des

Gesundheits- und Umweltschutzes. Insbesondere soll in diesem Zusammenhang erwähnt werden, dass die Ozon-Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung im Einklang stehen mit den Forderungen, welche die WHO erhoben hat [4].

Selbstverständlich müssen bei der Festlegung von Immissionsgrenzwerten auch die in bodennahen Luftschichten vorkommenden natürlichen Belastungen berücksichtigt werden. Diesem Aspekt wurde im Falle des Ozons auch von der WHO die notwendige Beachtung geschenkt, indem vom im Normalfall üblichen Einbau eines Sicherheitsabstandes zwischen den beobachteten Wirkdosen und der vorgeschlagenen Grenzwertdosis abgesehen wurde.

## Höhe und Herkunft der Ozon-Konzentrationen

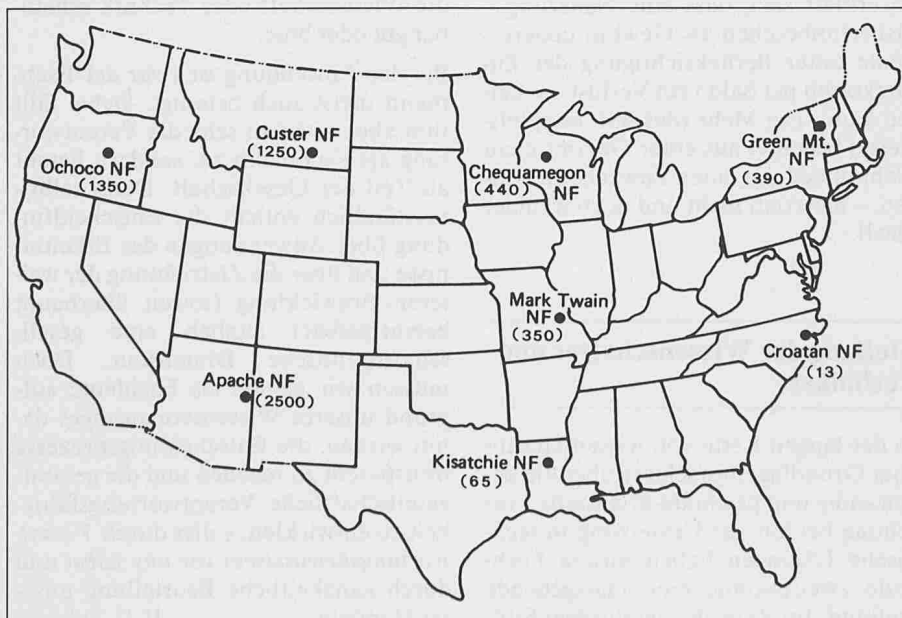
### Zur Frage der Ozonbelastung in ländlichen Gebieten: natürlicher/antropogener Ursprung

Pelli leitet seine Grenzwertvorstellungen im wesentlichen aus Ozonmessungen ab, welche in den Vereinigten Staaten durchgeführt wurden. Um Aufschluss über die Ozonbelastung in ländlichen Gebieten der Vereinigten Staaten zu erhalten, hat die Environmental Protection Agency (EPA) in Zusammenarbeit mit dem U.S. Forest Service das sogenannte NAPBN-Messnetz (National Air Pollution Background Network) geschaffen. Bild 1 zeigt die Standorte der acht NAPBN-Messstationen [5]. Sie wurden so gewählt, dass ihre Entfernung zu grossstädtischen Agglomerationen mindestens 120–150 km beträgt. Weit geringere Entfernungen bestehen jedoch beispielsweise zu bedeutenden Verkehrsachsen (Interstate, State und Provincial Highways).

Gestützt auf amerikanische Untersuchungen [5 bis 9] folgert nun Pelli in seinem Bericht, dass die festgestellten  $O_3$ -Spitzenkonzentrationen an den sogenannten «remote»-Standorten des NAPBN-Messnetzes zu 90% natürlichen Ursprungs (stratosphärisch und biogen) seien. Die Resultate dieser Untersuchungen liessen zudem vermuten, dass es zu starken Überschreitungen des schweizerischen Kurzzeitgrenzwertes kommen würde, auch wenn die  $O_3$ -Konzentrationen ausschliesslich aus natürlichen Quellen stammten.

Die von Pelli gemachten Aussagen über den natürlichen Anteil am Gesamt Ozon an den NAPBN-Standorten werden durch die von ihm verwendete Fachliteratur nicht gestützt. Denn ausser Custer, Ochoco und Apache liegen die

Bild 1. Das NAPBN-Messnetz in den USA mit Angabe der Höhe der Standorte in m ü.M. Nach [5]



Messstationen des NAPBN-Netzes allesamt im grossräumig mit Oxidantienvorläufern (Stickoxide und Kohlenwasserstoffe) stark belasteten Osten der Vereinigten Staaten (siehe Bilder 2 und 3), wo die Emissionsdichte dieser Schadstoffe mit jener Mitteleuropas durchaus vergleichbar ist. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass gerade in der von Pelli hauptsächlich zur Argumentation verwendeten Arbeit von Evans et al. [5] aufgrund von Trajektorienanalysen aufgezeigt wird, dass die hohen Ozonwerte in ländlichen Regionen insbesondere der Oststaaten mit dem Antransport von Ozon aus Ballungsräumen erklärt werden können und somit anthropogenen Charakter aufweisen.

Interessant ist es auch feststellen zu können, dass die im Jahre 1979 - dem Jahr mit der vollständigsten Ozonmessreihe - gemessenen Ozon-Spitzenwerte an den drei NAPBN-Stationen im weniger grossräumig belasteten Westen (Custer, Ochoco, Apache) im Vergleich zu jenen der anderen NAPBN-Stationen am tiefsten liegen (maximale 1h-Werte:  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Ochoco,  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Custer,  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Apache gegenüber  $170\text{--}250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an den andern NAPBN-Standorten). Dabei bleibt auch für die 3 genannten westlichen Stationen die Frage noch unbeantwortet, inwieweit die festgestellten Ozonwerte natürlichen oder anthropogenen Ursprungs sind.

Aufgrund der recht verschiedenen  $\text{O}_3$ -Spitzenwerte, die an den NAPBN-Standorten in unterschiedlich belasteten Regionen gemessen werden, ist es nicht vertretbar, die  $\text{O}_3$ -Spitzenkonzentrationen sämtlicher NAPBN-Standorte zu 90% als natürlich zu bezeichnen und dann den höchsten an einem NAPBN-Standort gemessenen Ozonwert (98%-Wert von  $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zum Immissionsgrenzwert zu machen, wie dies von Pelli vorgeschlagen wird.

Im übrigen übersieht Pelli, dass heute verschiedene Studien zur Problematik der natürlichen und anthropogenen Ozonbelastungen vorliegen, deren Ergebnisse nicht mit seinen Schlussfolgerungen in Einklang zu bringen sind.

In einer von Logan [11] vorgenommenen Analyse werden beispielsweise  $\text{O}_3$ -Tagesmittelwerte im Bereich von  $30\text{--}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als repräsentativ für die vorindustrielle Zeit angegeben. Im Gegensatz dazu werden heute an den schweizerischen NABEL-Stationen  $\text{O}_3$ -Tagesmittelwerte gemessen, die insbesondere von Frühling bis Herbst regelmässig oberhalb dieses als natürlich angenommenen Bereiches liegen und sogar Werte bis  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreichen (siehe Tabelle 1).

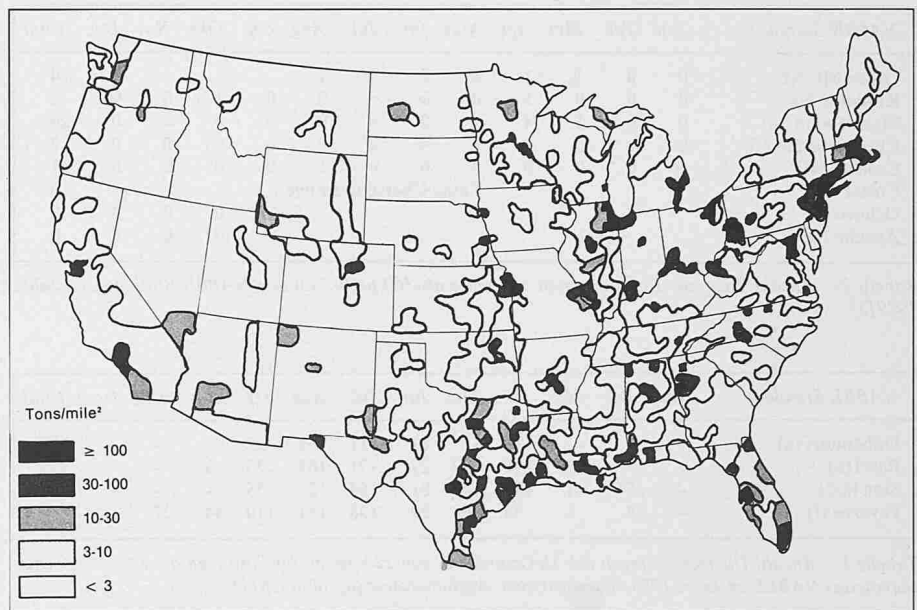


Bild 2. Emissionsdichte der Stickoxide in den USA im Jahre 1980 (Tonnen pro Quadratmeile). Nach [10]

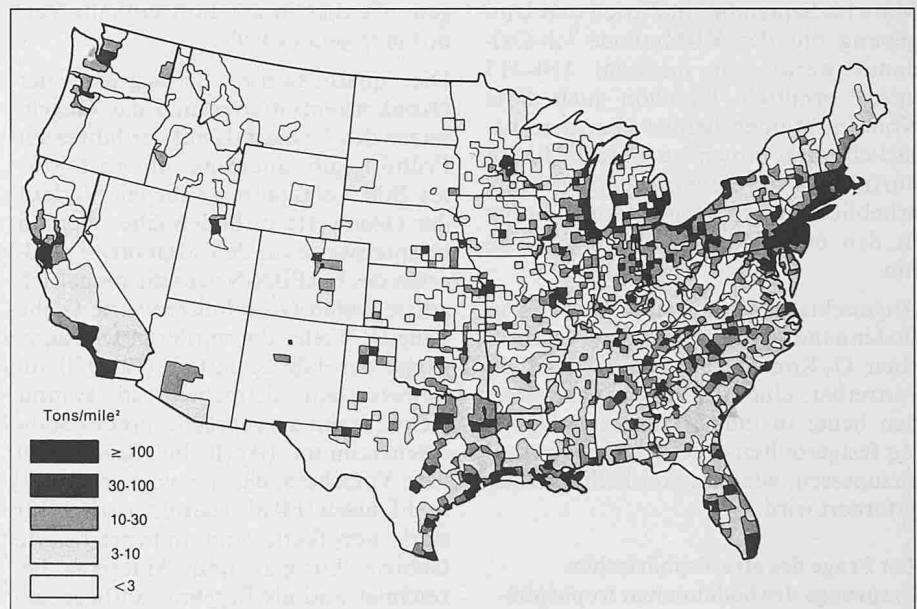


Bild 3. Emissionsdichte der Kohlenwasserstoffe in den USA im Jahre 1980 (Tonnen pro Quadratmeile). Nach [10]

Landolt et al. [12] kommen durch Gegenüberstellung der täglichen Peroxyacetylnitrat (PAN)- und Ozon-Maxima im Raume Birmensdorf (Umgebung von Zürich) in der Zeit zwischen dem 15. Juni und 18. Juli 1984 und unter der berechtigten Voraussetzung, dass PAN nur durch die vom Menschen verursachte Luftverschmutzung in Konzentrationen oberhalb 0,1 ppb auftreten kann, zum Schluss, dass natürlich be-

dingte Ozon-Spitzenwerte ( $\frac{1}{2}$ h-Werte) etwa bei  $60\text{--}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen dürften. Demgegenüber werden heute an den Standorten des schweizerischen Messnetzes NABEL im Verlauf der Sommermonate maximale 1h-Werte zwischen  $150$  und  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw. maximale  $\frac{1}{2}$ h-Werte bis zu mehr als  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt.

Mittels Stichprobenmessungen in der Schweiz in den 60er Jahren wurden von

Tabelle 1. Maximale  $\text{O}_3$ -Tagesmittelwerte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  an den Stationen des schweizerischen Messnetzes NABEL 1985. Standorttypen: städtisch (s), Agglomeration (a), ländlich (l) \* 10 oder mehr fehlende Tagesmittelwerte pro Monat

NABEL-Standort	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Zürich (s)	10	33	54	68	77	81	90	71	49*	29	37	25
Dübendorf (a)	32	38	37	79	78	109	94	81	56	37	51	28*
Basel (a)	54	68	104*	102	91*	78*	129	102	73	51	80*	-
Sion (a/l)	39	39	82	111	106	104	98	91	87	42	36	30
Payerne (l)	44*	58	78	96	97	96	170	132	96	92	128	60

NAPBN-Standort	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Total
Green Mt. NF	0	0	1	1	1	7	3	1				0	14
Kisatchie NF	0	0	0	1	0	0		0	0	1	0	0	2
Mark Twain NF	0	0	1	4	4	9	6	0	5	0	0	0	29
Chequamegon NF	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	0	0	7
Croatian NF	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Custer NF					Keine Überschreitungen								0
Ochoco NF										0	0	0	0
Apache NF										0	0	0	0

Tabelle 2. Anzahl Tage mit 1h-Ozonwerten von mehr als  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an den NAPBN-Stationen im Jahre 1979 [5]

NABEL-Standort	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Total
Dübendorf (a)	-	-	-	19	-	23	111	63	32	-	-	-	248
Basel (a)	-	-	13	46	39	27	171	105	75	3	-	-	479
Sion (a/l)	-	5	11	133	147	81	154	122	55	-	-	-	708
Payerne (l)	-	4	-	33	68	29	198	131	110	44	27	2	646

Tabelle 3. Anzahl Überschreitungen des 1h-Ozonwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an Stationen des schweizerischen Messnetzes NABEL im Jahre 1985. Standorttypen: Agglomeration (a), ländlich (l)

Wanner et al [13] während der Monate März bis September in Zürich und Umgebung mit der KI-Methode  $\frac{1}{2}$ h-Oxidantienwerte von maximal 110–115  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Obschon auch diese Konzentrationen bereits über dem natürlich vorkommenden Bereich liegen dürften, weisen die Werte doch auf eine erheblich tiefere Oxidantienbelastung in den 60er Jahren gegenüber heute hin.

Angesichts solcher Daten über die in Bodennähe vorkommenden natürlichen  $\text{O}_3$ -Konzentrationen ist es nicht vertretbar, einen Immissionsgrenzwert den heute in industrialisierten Gebieten festgestellten erhöhten Ozonwerten anzupassen, wie dies von Pelli letztlich gefordert wird.

### Zur Frage des stratosphärischen Ursprungs des bodennahen troposphärischen Ozons

Durch quartalsweises Zusammenfassen der an den NAPBN-Stationen gemessenen Ozonkonzentrationen und durch Gleichsetzen des 2. Quartals mit der Jahreszeit Frühling kommt Pelli zum Schluss, dass an den «remote»-Standorten des NAPBN-Netzes ein Jahresverlauf der Ozonkonzentrationen entsprechend jenem in der Stratosphäre, d.h. mit einem Frühlingsmaximum, vorhanden sei und damit der stratosphärische Ursprung dieser bodennahen Ozonwerte erwiesen sei. Zudem wird von Pelli festgehalten, dass im 2. Jahresquartal die Sonneneinstrahlung noch nicht so stark sei, um eine bedeutende photochemische Bildung von Ozon in Gang setzen zu können. Insbesondere weist Pelli auch darauf hin, dass stratosphärische Einbrüche kurzzeitig zu sehr hohen Ozon-Konzentrationen führen können und dass es demzufolge sinnlos sei, einen stündlichen

Grenzwert von  $120 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$  festzulegen, wie dies in der Luftreinhalte-Verordnung getan wurde.

Die quartalsweise Betrachtung der Ozonkonzentrationen und das Gleichsetzen des 2. Quartals mit der Jahreszeit Frühling gibt allerdings ein verfälschtes Bild vom jahreszeitlichen Verlauf der Ozonwerte in Bodennähe. Werden beispielsweise an den «remote»-Standorten des NAPBN-Netzes die monatlich auftretenden Ozon-Spitzenwerte (siehe Tabelle 2) oder die mittleren  $\text{O}_3$ -Tagesgänge der Jahresquartale (vgl. [5]) im Jahresverlauf betrachtet, so kommt vielmehr ein ausgeprägtes breites Sommermaximum (April bis September) zum Vorschein, das u.a. von Logan [11] und Dütsch [14] als charakteristisch für stark bevölkerte und industrialisierte Gebiete Europas und Amerikas bezeichnet und als Ergebnis anthropogener photochemischer Prozesse gewertet wird.

An den Stationen des schweizerischen Messnetzes NABEL zeigen die  $\text{O}_3$ -Spitzenkonzentrationen ebenfalls einen Jahresverlauf mit einem klaren und breiten Sommermaximum. So wurde beispielsweise der 1h-Ozongrenzwert der Luftreinhalte-Verordnung von maximal  $120 \mu\text{g O}_3/\text{m}^3$  im Jahre 1985 von Frühling bis Herbst an ländlich gelegenen Standorten bis zu 700mal und an Agglomerationsstandorten zwischen 250 und 500mal überschritten (siehe Tabelle 3).

Zurzeit sind in bodennahen Luftschichten Jahresverläufe mit Ozonminima im Sommer nach Logan [11] nur in sehr weiter Entfernung von industrialisierten Gebieten festgestellt worden, z.B. in Tasmanien (Australien) und in gewissen Gebieten Kanadas. Für die «remote»-Standorte des NAPBN-Netzes sowie

für die Standorte des schweizerischen Messnetzes NABEL trifft dies mit Sicherheit nicht zu.

Weil die Ozonwerte des 2. Quartals stark durch den strahlungsreichen Sommermonat Juni mitbestimmt werden, ist es auch nicht richtig, dem 2. Quartal eine für photochemische Prozesse ungenügende Sonneneinstrahlung zuzuordnen. Meteorologische Daten aus den Vereinigten Staaten von Standorten, welche mit jenen des NAPBN-Netzes vergleichbar sind, zeigen, dass das Jahresmaximum der durchschnittlichen täglichen Sonnenscheindauer bereits im Monat Juni erreicht wird.

Anscheinend kann, wie dies von Pelli in seinem Bericht hervorgehoben wird, der Einbruch von stratosphärischem Ozon unter gewissen Bedingungen zu aussergewöhnlich hohen Ozonkonzentrationen in bodennahen Luftschichten führen. Pelli erwähnt dazu eine Episode, während der in Regina (Kanada) vom 26.–28. Dezember 1980 ungewöhnlich hohe Ozonkonzentrationen (138–228 ppb bzw. 272–456  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) beobachtet wurden [15] (siehe Bild 4). Die Episode hebt sich klar von der damals gemessenen Grundbelastung von ca. 10–30 ppb Ozon ab.

Allein aufgrund meteorologischer Überlegungen wird von Chung et al. [15] vermutet, dass es sich bei der Regina-Episode um einen Stratosphäreneinbruch von  $\text{O}_3$  handelt, der bis in Bodennähe vorzudringen vermochte. Die Episode wird von Chung et al. als ungewöhnliches, seltenes und begrenzt lokales Phänomen beurteilt. Es hebe sich damit klar von den üblicherweise im Verlaufe des Nachmittags während den Sommermonaten auftretenden, sich langsam aufbauenden und während mehreren Stunden bestehenden  $\text{O}_3$ -Konzentrationen ab, die in erster Linie durch photochemische Umwandlung anthropogener Vorläufer erklärt werden können (siehe Bild 5). Seltene und nicht charakteristische  $\text{O}_3$ -Episoden wie jene von Regina sind deshalb in der Regel klar identifizierbar und können bei der Beurteilung der Ozonbelastung einer Region als Spezialfall entsprechend berücksichtigt werden.

Andere Autoren [7, 8, 9, 17] weisen ebenfalls darauf hin, dass im Zusammenhang mit Stratosphäreneinbrüchen in Bodennähe auftretende hohe  $\text{O}_3$ -Konzentrationen äusserst selten und immer mit besonderen meteorologischen Verhältnissen (Durchgänge von Kaltfronten, Zirkulation von Cumulonimben, Turbulenzen in der planetaren Grenzschicht) assoziiert sind. Experimentell verfolgt und damit bestätigt wurden die stratosphärischen Intrusio-



nen im übrigen mit Flugzeugmessungen über den Vereinigten Staaten bisher nur bis hinunter auf ca. 1800 m ü.M. [7, 8, 9]. All diese O<sub>3</sub>-Einbrüche wurden immer im Zusammenhang mit Tiefdrucksystemen in relativ grosser Höhe (500 mbar bzw. ca. 6000 m ü.M.) beobachtet. Dabei wurden auf 7200 m ü.M. maximal 340 ppb stratosphärisches Ozon im Frühling und 201 ppb im Herbst gemessen. Der Transport des stratosphärischen Ozons konnte regelmässig bis hinunter auf 4500 m ü.M. beobachtet werden, jedoch nur einmal bis auf 3000 m ü.M. im Frühling und auf 1800 m ü.M. im Herbst, wo allerdings schon beträchtlich niedrigere O<sub>3</sub>-Konzentrationen gemessen wurden (100 ppb auf 3000 m ü.M., 65 ppb auf 1800 m ü.M.). Im Rahmen dieser Untersuchungen konnte jedenfalls nie ein direkter Transport von stratosphärischem Ozon bis zur Erdoberfläche nachgewiesen werden. Vielmehr wurde unterhalb von 4500 m ü.M. jeweils ein Übergang in einen horizontalen Transport festgestellt.

Für die Seltenheit eines direkten O<sub>3</sub>-Transports von der Stratosphäre bis zur Erdoberfläche spricht im übrigen auch, dass bei ganzjährigen kontinuierlichen Messungen des bodennahen Ozons an bis zu 5 Stationen im Köln-Bonner Raum von 1974-79 kein einziges Ereignis beobachtet wurde, bei dem ein Einbruch stratosphärischer Luftmassen als Ursache stark erhöhter O<sub>3</sub>-Konzentrationen am Boden hätte gewertet werden können [18]. Auch in der Schweiz konnte von 1982-1985 an den Stationen des Messnetzes NABEL kein einziges solches Ereignis identifiziert werden.

Solch seltene und in der Regel klar identifizierbare Episoden stellen somit keine hinreichende Begründung dar, um - wie dies Pelli fordert - auf die ökotoxikologisch begründete Festlegung eines Kurzzeitgrenzwertes (1h-Mittelwert) zu verzichten. Dies würde den Anforderungen des Umweltschutzgesetzes klar widersprechen.

**Zur Frage des weiträumigen Transports von Luftschadstoffen**

Pelli stellt in seinem Bericht weiter fest, dass es - selbst wenn der natürliche Ursprung der O<sub>3</sub>-Konzentrationen an den NAPBN-Standorten als nicht erwiesen betrachtet wird - wenig sinnvoll sei, einen Kurzzeitgrenzwert (98%-Wert eines Monats) von 100 µg O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> festzulegen, weil der O<sub>3</sub>-Grenzwert in der Schweiz selbst bei Unterbindung sämtlicher hausgemachter anthropogener Emissionen infolge Beeinflussung durch Ballungsgebiete des Auslandes häufig überschritten würde.

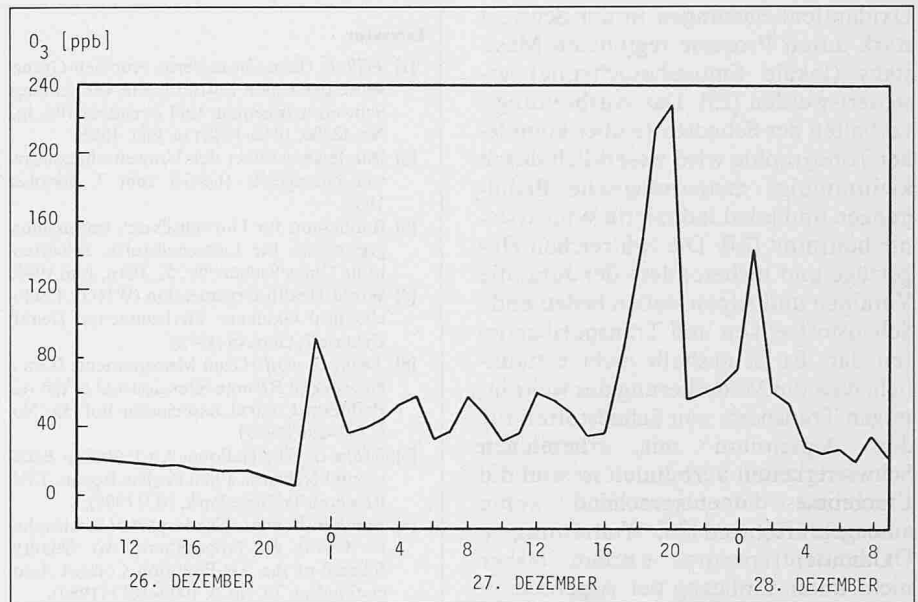
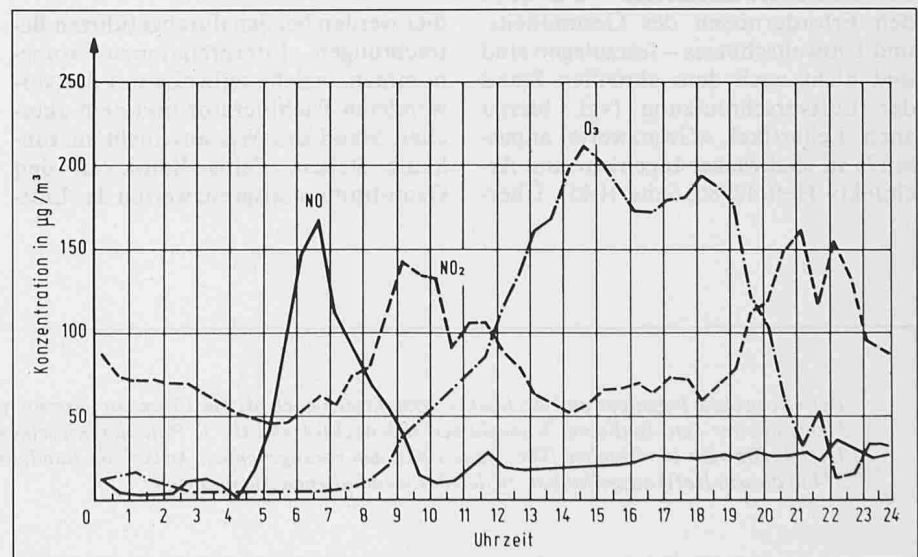


Bild 4. Episode mit aussergewöhnlich hohen Ozonkonzentrationen in Regina (Kanada) vom 26.-28. Dezember 1980. Nach [15]

Der von Pelli erwähnte weiträumige Transport von Luftschadstoffen ist bisher insbesondere im europäischen Raum für Schwefel-Verbindungen genauer untersucht und beschrieben worden [19]. Ungeachtet der Ergebnisse des sogenannten EMEP-Programms [20] haben jedoch beispielsweise Schweden und die Niederlande zum Schutze empfindlicher aquatischer Systeme einen maximalen Schwefel-Depositionswert von 0,3-0,5 g S/(m<sup>2</sup> · a) formuliert [21, 22], obschon dieser infolge Schadstoffimports nicht allein durch nationale Emissionsminderungsanstrengungen realisiert werden kann. Es würde jedoch wenig Sinn machen, aus diesem Grunde einen ökotoxikologisch begründeten Grenzwert heraufzusetzen und damit eine scheinbar bessere Umweltsituation vorzutäuschen. Vielmehr

muss ein solches Qualitätsziel als Grundlage und Instrument für eine vermehrte internationale Zusammenarbeit im Hinblick auf eine grossräumige Verminderung der verantwortlichen Emissionen betrachtet werden. Die beschriebene Situation für S-Verbindungen ist durchaus mit jener für Photooxidantien vergleichbar. Grossräumige Oxidantienbelastungen können in Europa während anhaltender Schönwetterperioden (Hochdrucklagen) auftreten [18]. Insbesondere für den Alpenraum und damit für die Schweiz stellt sich jedoch die Frage, inwieweit die hohen Oxidantienwerte aber durch weiträumigen Transport oder regional durch Umwandlungsprozesse lokal vorhandener Vorläufersubstanzen gesteuert werden. Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass

Bild 5. Typischer Tagesgang für Ozon (O<sub>3</sub>) und die Vorläufersubstanzen NO und NO<sub>2</sub> während des Sommers in einem Ballungsgebiet [16]



Oxidantienbelastungen in der Schweiz stark durch Prozesse regionalen Massstabs (lokale Smogphotochemie) gesteuert werden [23]. Das Ausbreitungsverhalten der Schadstoffe über komplexer Topographie wird wesentlich durch kleinräumige meteorologische Bedingungen und lokal induzierte Windsysteme bestimmt [24]. Die zahlreichen Hügelläufe und insbesondere der Jura, die Voralpen und Alpen stellen bedeutende Schadstoffsenken und Transportbarrieren dar. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass die Modellierung des weiträumigen Transports von Schadstoffen für den Alpenraum mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist und die Ergebnisse dementsprechend wenig aussagekräftig sind [25]. Weiträumigere Oxidantientransporte wurden bisher nicht unter Einbezug der Alpenregion modelliert und beschrieben, sondern lediglich über flachen Gebieten wie beispielsweise den Niederlanden.

Angesichts dieser Sachlage ist es nicht vertretbar, häufige Grenzwertüberschreitungen in der Schweiz allein aufgrund eines weiträumigen Schadstofftransports anzunehmen. Ebenso ist es verfehlt, deswegen überhaupt von einer Grenzwertfestlegung abzusehen.

## Schlussfolgerungen

Die Kritik von Pelli an den Ozon-Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung geht an der zugegebenermaßen komplexen, aber entscheidenden Frage der ökotoxikologischen Grundlagen zur Festlegung von Ozon-Immissionsgrenzwerten vorbei. Es wird übersehen, dass Immissionsgrenzwerte nach den klar umschriebenen Kriterien des Umweltschutzgesetzes – d.h. nach den Erfordernissen des Gesundheits- und Umweltschutzes – festzulegen sind und nicht nach dem aktuellen Stand der Luftverschmutzung (vgl. hierzu auch Leitartikel «Grenzwerte anpassen?» in «Schweizer Ingenieur und Architekt» Heft 42/86, Seite 1045). Über-

## Literatur

- [1] Pelli T.: Ozon-Grenzwerte. Kurzzeit-Grenzwerte der neuen Luftreinhalte-Verordnung. Schweizer Ingenieur und Architekt 104. Jg., Nr. 42/86, 1046–1048 (16. Okt. 1986).
- [2] Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz [USG]) vom 7. Oktober 1983.
- [3] Bundesamt für Umweltschutz: Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe. Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 52, Bern, Juni 1986.
- [4] World Health Organization (WHO): Photochemical Oxidants. Environmental Health Criteria 7, Geneva (1978).
- [5] Evans G. et al.: Ozon Measurements from a Network of Remote Sites. Journal of the Air Pollution Control Association Vol. 33, No. 4, 291–296 (1983).
- [6] Evans G.: The National Air Pollution Background Network. Final Project Report. EPA Research Triangle Park, NC (1985).
- [7] Singh B. H. et al.: The Impact of Stratospheric Ozone on Tropospheric Air Quality. Journal of the Air Pollution Control Association Vol. 30, No. 9, 1009–1017 (1980).
- [8] Johnson et al.: Stratospheric Ozone in the Lower Troposphere – I. Presentation and Interpretation of Aircraft Measurements. *Atm. Envir.* Vol. 15, No. 7, 1309–1323 (1981).
- [9] Viezee et al.: Stratospheric Ozone in the Lower Troposphere – II. Assessment of Downward Flux and Ground-Level Impact. *Atm. Envir.* Vol. 17, No. 10, 1979–1993 (1983).
- [10] Acid Rain and Transported Air Pollutants: Implications for Public Policy (Washington D. C.: U.S. Congress, Office of Technology Assessment, OTA-0-204, June 1984).
- [11] Logan J.A.: Tropospheric Ozone: Seasonal Behaviour, Trends and Anthropogenic Influence. *Journal of Geophysical Research* Vol. 90, No. D6, 10463–10482 (October 20, 1985).
- [12] Landolt et al.: Erste Messungen des PAN-Gehaltes im Raume Birmensdorf (ZH). *Schweiz. Z. Forstwes.* 136, 5: 421–426 (1985).
- [13] Wannier et al.: Untersuchungen über Raumozonisatoren und über Ozon-Vorkommen in der Aussenluft und in Industriebetrieben. *Archiv für Hygiene und Bakteriologie* 150, Heft 1/2, 78–91 (1966).
- [14] Dütsch H. U.: Extrem niedrige Gesamt ozonwerte in jüngster Zeit – natürliche oder anthropogene Einflüsse? Vortrag an der 166. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Bern, 9.–12. Okt. 1986.
- [15] Chung Y. S. et al.: Observations of Stratospheric Ozone at the Ground Level in Regina, Canada. *Atm. Envir.* Vol. 19, No. 1, 157–162 (1985).
- [16] Umweltbundesamt Berlin: Luftreinhalte-Verordnung 81, Entwicklung – Stand – Tendenzen. Materialien zum 2. Immissionschutzbericht der Bundesregierung an den Deutschen Bundestag. Erich Schmidt Verlag, Berlin (1981).
- [17] Colbeck I., Harrison R. M.: The Frequency and Causes of Elevated Concentrations of Ozone at Ground Level at Rural Sites in North-West England. *Atm. Envir.* Vol. 19, No. 10, 1577–1587 (1985).
- [18] Umweltbundesamt Berlin (UBA): Luftqualitätskriterien für photochemische Oxidantien. UBA Bericht 5/83. Erich Schmidt Verlag, Berlin (1983).
- [19] Ellissen A., Saltbones J.: Modelling of Long Range Transport of Sulfur over Europe: A two-year model run and some model experiments. *Atmospheric Environment* Vol. 17, No. 8, 1457–1473 (1983).
- [20] EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe): Report of the Meteorological Synthesizing Centre, West (MSC-W 1/84). Norwegian Meteorological Institute, Oslo, November 1984.
- [21] Acidification Today and Tomorrow. A Swedish Study Prepared for the 1982 Stockholm Conference on the Acidification of the Environment. Ministry of Agriculture '82 Committee (1982).
- [22] NATO/CCMS (North Atlantic Treaty Organization / Committee on the Challenges of Modern Society): Air Quality Standards and Objectives in Nato Member Countries. Study No. 147 (April 1985).
- [23] Broder B.: Der Einfluss der Kopplung zwischen Transportvorgängen und chemischen Prozessen auf den Tagesgang des Ozons in der planetaren Grenzschicht über komplexer Topographie. Dissertation ETH Nr. 7501, Zürich (1984).
- [24] Broder B., Gyax H. A.: The Influence of Locally Induced Wind Systems on the Effectiveness of Nocturnal Dry Deposition of Ozone. *Atm. Envir.* Vol. 19, No. 10, 1627–1637 (1985).
- [25] Wiederkehr P.: Die Aussagekraft grossräumiger Modellrechnungen für die Luftverschmutzung in der Schweiz. *Bulletin* 4/85 des Bundesamtes für Umweltschutz, Bern (1985).

dies werden bei den durchgeführten Betrachtungen Interpretationen vorgenommen, welche teilweise mit der verwendeten Fachliteratur und dem aktuellen Stand des Wissens nicht in Einklang stehen. Pellis Kritik an den Ozon-Immissionsgrenzwerten der Luft-

reinhalte-Verordnung ist sachlich nicht haltbar und muss daher zurückgewiesen werden.

Adresse des Verfassers: B. Achermann, dipl. biochem./dipl. pharm., Bundesamt für Umweltschutz, Abteilung Luftreinhalte, 3003 Bern.

Der «Schweizer Ingenieur und Architekt» versteht sich auch als Plattform zur wissenschaftlichen Diskussion um die offenen Probleme unserer Zeit. In diesem Sinne äussert sich nachfolgend Dr. T. Pelli, der mit seinem Beitrag «Ozon-Grenzwerte» in unserem Heft 42/86 vom 16. Oktober 1986 (Seite 1046) den vorangehenden Artikel des Bundesamtes für Umweltschutz (BUS) (vgl. Seite 574 in diesem Heft) ausgelöst hat, zu den darin enthaltenen Äusserungen.

(Red.)