



Sommersmog und Ozon

Wissenswertes über Ozon – seine Entstehung, die Emissionen seiner Vorläufersubstanzen, die Luftqualität im Sommer, die Massnahmen zu deren Verbesserung sowie die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme, die Sachgüter und auf das Klima.

1	<i>Wie ist die aktuelle Belastung?</i>	2
1.1	Wo findet man Informationen zu den momentanen Ozonwerten?.....	2
1.2	Wo findet man Prognosen über die zu erwartenden Ozonkonzentrationen?.....	2
2	<i>Wirkungen von Ozon</i>	3
2.1	Wie wirkt es sich auf die Gesundheit aus?.....	3
2.2	Wie soll man sich bei hoher Ozonbelastung verhalten?	4
2.3	Was waren die gesundheitliche Wirkungen im heissen Sommer 2003 in der Schweiz ?	5
2.4	Wie wirkt sich Ozon auf die Vegetation aus?	6
3	<i>Was kann ein Einzelner zur Verminderung der Ozonbildung beitragen?</i>	7
4	<i>Was tun die Behörden zum Schutz der Bevölkerung?</i>	8
4.1	Wo stehen wir bei der Bekämpfung von Ozon ?	8
4.2	Von welchen geplanten Massnahmen erhofft sich der Bund besonders viel Wirkung?	8
4.3	Welche Verbesserungen sind bei den Emissionen bisher erreicht worden? Was bleibt zu tun? ..	9
4.4	Was kann man von kurzfristigen Massnahmen erwarten?.....	9
5	<i>Hintergrund</i>	10
5.1	Was ist Sommersmog und wie entsteht er?.....	10
5.2	Was ist Ozon?	10
5.3	Weshalb ist immer die Rede vom «Ozonloch», wenn doch zu viel Ozon vorhanden ist?	12
6	<i>Die Situation im Ausland: Vergleich Europa / Schweiz</i>	13
6.1	Was tun unsere Nachbarländer? Welche Massnahmen sind geplant?.....	13
6.2	Wie hoch war die Belastungssituation im Sommer 2006 ?	13
6.3	Vergleich der schweizerischen Immissionsgrenzwerte mit den Werten der Europäischen Richtlinien über Ozon.....	15
7	<i>Literatur- und Dokumentationsverzeichnis</i>	17

1 Wie ist die aktuelle Belastung?

1.1 Wo findet man Informationen zu den momentanen Ozonwerten?

Grundlegende Informationen über die Herkunft, die Bedeutung und die Rolle des Ozons sowie über seine Auswirkungen auf die Gesundheit bieten die Websites www.ozon-info.ch und <http://www.bafu.admin.ch/luft/>

Detaillierte und **täglich aktualisierte** Angaben über die **Einstundenwerte** der Ozonbelastung sind auf folgenden Websites verfügbar:

- <http://www.bafu.admin.ch/luft/> unter der Rubrik «Luftbelastung» für die 16 Messstationen des NABEL-Netzwerkes
- www.cerclair.ch/de/luftqualitaet.html Auf dieser Website werden Informationen aus den Kantonen gesammelt dargestellt. Ferner bietet sie Links zu den verschiedenen Messnetzen in der Schweiz und im Ausland (s. auch die Internetseite von Europäische Umwelt Agentur): <http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/map>
- Von Mai bis September ist eine täglich aktualisierte Karte verfügbar, welche die **geografische Verteilung** der Ozonbelastung in der Schweiz darstellt http://www.meteotest.ch/de/lr_ozonig_fr1?w=ber
Grundlage dafür bilden die vom Bund sowie von den Kantonen und Städten zwischen 15 und 16 Uhr durchgeführten Messungen.

Die aktuellen Ozonkonzentrationen sowie eine kurze Erklärung können auch laufend direkt über einen **SMS-Dienst** abgefragt werden.

Der Dienst ist zwischen April und September verfügbar. Unter der Zielnummer 20120 sowie dem Key Word OZON plus Kantonskürzel können gegen eine Gebühr von 30 Rp. pro SMS über alle drei Mobilfunkanbieter die aktuellen Ozondaten (Stundenwerte) angefordert werden. Der Dienst kann auch im Abonnement (max. 2 SMS/Tag) genutzt werden.

In folgenden Kantonen können Sie die aktuellen Ozon-Stundenwerte von Anfang Mai bis Ende September per SMS abrufen: AG, BL, BS, BE, LU, NW, OW,, SO, SZ, TI und ZG.

Auf den **Teletext**-Seiten 666 und 667 (SF1 und TSR), und 676 und 677 bei TSI, findet sich neben den aktuellen Tageswerten auch eine Übersicht über die Jahresmittelwerte von anderen Schadstoffen.

Die Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) hat anlässlich ihrer Tagung vom 21. April 2005 beschlossen, im Bereich Sommersmog und Ozon im Sommer 2005 die Kommunikation zu verstärken, und in Anlehnung an die EU-Richtlinie **bei Überschreitung der europäischen Informationsschwelle** (Einstunden-Mittelwert von 180 Mikrogramm Ozon/m³, (entspricht dem anderthalbfachen Wert des Ozon-Immissionsgrenzwertes der Schweizer Luftreinhalte-Verordnung, LRV) die Bevölkerung aktiv mittels **Pressemitteilung** im Sommer zu informieren.

1.2 Wo findet man Prognosen über die zu erwartenden Ozonkonzentrationen?

Die erwähnten grafischen Darstellungen veranschaulichen nicht nur die Ozonkonzentration in allen Landesgebieten der Schweiz, sondern bieten abhängig von den regionalen Wetteraussichten auch **allgemeine (qualitative) Prognosen** für den folgenden Tag:

(s. http://www.meteotest.ch/de/lr_ozonig1?w=ber).

In Frankreich wurde ein System (PREV'AIR) zur Vorhersage der grossräumigen (europäischen) Ozon-Hintergrundkonzentrationen (durch INERIS, CNRS/ISPL und ADEME) aufgebaut. Es handelt um eine EDV-Struktur, die verschiedene Ausbreitungsmodelle, numerische Simulationsmodelle mit meteorologischen und klimatischen Inputdaten verbinden kann, um eine europäische Karte zu zeichnen (erhältlich auf Internet <http://prevair.ineris.fr>). Spitzenwerte können damit nicht berechnet werden.

2 Wirkungen von Ozon

2.1 Wie wirkt es sich auf die Gesundheit aus?

Zu den **Wirkungen** gehören unter anderem:

- Reizungen der Schleimhäute wie Augenbrennen, Kratzen im Hals, Druck auf der Brust und Schmerzen beim tief Einatmen
- Entzündungsreaktionen in den Atemwegen bis in die Lungen
- eine messbare vorübergehende Einschränkung der Lungenfunktion
- Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- Verstärkung der Reaktion der Luftwege auf andere Reize (weitere Luftschadstoffe wie zum Beispiel Schwebstaub (PM10) sowie Pollen, Milben usw.)

Wovon hängt die Wirkung ab?

Die Wirkung wird im Wesentlichen von folgenden Faktoren beeinflusst:

- **Konzentration:** Je höher die Ozonwerte steigen, desto mehr Personen sind betroffen.
- **Dauer:** Je länger sich jemand in ozonreicher Luft aufhält, desto stärker wird die Reaktion.
- **Intensität der Arbeit oder Tätigkeit:** Je grösser die körperliche Anstrengung ist, desto stärker fällt die Reaktion aus.

Kann Ozon vorbestehende Krankheiten verschlimmern?

Ozon kann zu Störungen der Lungenfunktionen und zu einem verminderten Gasaustausch in der Lunge führen und so indirekt die Situation von Patientinnen und Patienten verschlechtern, die an anderen Krankheiten leiden, wie zum Beispiel Herzkreislauf-Erkrankungen.

Werden Asthmaanfälle durch Ozon begünstigt?

Die ozonbedingte Reaktion in den Luftwegen ist bei vielen, jedoch nicht bei allen Asthmatikerinnen und Asthmatikern stärker ausgeprägt als bei Gesunden. Zudem verstärkt Ozon die Auswirkung anderer Reize (weitere Luftschadstoffe wie Schwebstaub (PM10) sowie Pollen, Milben usw.), was für Asthmatikerinnen und Asthmatiker problematisch werden kann.

Wer ist betroffen?

Allerdings ist die Empfindlichkeit von Mensch zu Mensch sehr verschieden.

Untersuchungen an verschiedenen Personengruppen und bei verschiedenen Tätigkeiten haben gezeigt, dass in klimatischen Verhältnissen wie bei uns Verminderungen der Lungenfunktion und Einschränkungen der Leistungsfähigkeit auftreten:

Insgesamt sind rund 10-15 % der **Schweizer** Bevölkerung ozonempfindlich. Diese Betroffenen aus allen Altersgruppen haben als Erste unter Sommersmog zu leiden.

Ozon und Lungenfunktion

Erhöhte Ozonbelastungen können die Lungenfunktion vor allem bei Kindern und empfindlich reagierenden Personen beeinträchtigen. Eine Studie im Tessin hat gezeigt, dass bei empfindlich reagierenden Kindern bei moderater Anstrengung Lungenfunktionseinbussen bis zu 30% auftraten.

Sind Kinder besonders betroffen?

Kleinkinder bis zum 5. Altersjahr leiden besonders unter schlechter Luftqualität und anderen Umweltfaktoren, denn ihre Lungen sind noch nicht voll entwickelt und ihre Atemwege weniger widerstandsfähig als jene der Erwachsenen. Aus diesem Grund müssen Kleinkinder als ozonempfindliche Risikogruppe eingestuft werden.

Reagieren auch ältere Personen sensibel?

Über die entzündungsfördernde Wirkung von Ozon bei älteren Menschen ist wenig bekannt. Allerdings gibt es Hinweise, dass bei älteren Personen die Lungenfunktion weniger stark beeinträchtigt wird als bei jüngeren Menschen. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass ältere Personen nicht so sehr

exponiert sind, da sie sich seltener im Freien aufhalten und sich körperlich weniger stark im Freien betätigen.

Sind an Tagen mit hohen Ozonwerten mehr Spitaleintritte und Todesfälle zu verzeichnen?

Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat eine umfassende Übersichtsarbeit zu den Auswirkungen von erhöhten Ozon- und PM-Belastungen auf den Menschen veröffentlicht (WHO 2004). Nach der Bewertung von Studien aus 15 Städten Europas bezüglich der Wirkung von Ozon auf die Mortalität kommen die WHO-Experten zum Schluss, dass die Sterbefälle in den Sommermonaten um ca. 0.3% zunehmen, wenn die maximalen 8-h-Werte von Ozon um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ steigen. Diese Wirkungen werden dem Ozon zugeordnet und sind verschieden von den Wirkungen der Feinpartikel- oder Stickstoffdioxid-Belastung.

Eine gleichzeitig erhöhte PM10/2.5- oder NO_2 -Belastung kann aber die Wirkungen von Ozon verstärken.

Die WHO hat auch die Wirkungen von Ozon auf die Spitaleintritte untersucht. Eine Auswertung von Studien aus Europa und den USA zeigt, dass die Spitaleintritte wegen respiratorischen Beschwerden um 0 bis 5% zunehmen, wenn die 8-h-Mittelwerte von Ozon um $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher sind (WHO 2005).

Anstieg des 8-h-Mittelwertes von Ozon um ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zunahme der Sterbefälle insgesamt (%)
10	0.3%
50	1.5%
100	3%

Tabelle: Zunahme der täglichen Sterbefälle insgesamt (ohne Unfälle) bei steigender Ozonbelastung (Bereich $80\text{-}240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in Europa

Ist die Situation im Tessin schlimmer?

Im Tessin steigen die sommerlichen Ozonwerte höher als in anderen dicht besiedelten Regionen der Schweiz. Eine starke Besonnung, enge Täler und die Nähe zur Poebene mit ihren Industriezentren begünstigen die Ozonbildung. Im Sommer klagen viele Tessinerinnen und Tessiner über die schlechte Luft und die drückende Hitze. Sie leiden aber auch unter der hohen Ozonbelastung. Doch es gibt regionale Unterschiede: In Bellinzona profitiert die Bevölkerung von einem guten Luftaustausch zwischen den umliegenden Bergen und der weiten Ebene. Sommersmog ist hier weniger ein Problem als im südlichen Kantonsteil, wo sich die Luft oftmals staut. Dort steigen die Ozonwerte weit höher. Bei Patientinnen und Patienten, die bereits an Atembeschwerden leiden, kann dies zu zusätzlichen Reizungen führen. Deshalb werden die Kantone Tessin und Graubünden Sofortmassnahmen ergreifen (wie z.B. temporäre Temporeduktionen), wenn ein Wert von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 Stunden überstiegen wird und gemäss meteorologischen Prognosen für die nächste Tage keine Änderung zu erwarten ist.

Die Ozonbelastung im Tessin ist nicht nur ein akutes, sondern auch ein chronisches Problem. Gerade Kinder leiden besonders unter dieser Belastung.

2.2 Wie soll man sich bei hoher Ozonbelastung verhalten?

- Eine generelle Empfehlung, bei hohen Ozonwerten nicht ins Freie zu gehen, ist nicht notwendig.
- Auch wenn die Ozonkonzentration in geschlossenen Räumen in der Regel niedriger ist als im Freien, sollen Kinder weder vom Spielen abgehalten noch eingesperrt werden.
- Sportanlässe, Wanderungen und andere Aktivitäten im Sommer sollen so geplant werden, dass Ausdauerleistungen eher vormittags oder abends erbracht werden. Auf Personen, die unter Beschwerden infolge Ozon leiden, soll kein Leistungsdruck ausgeübt werden.

- Personen, die wiederholt Beschwerden verspüren, sollten eine Ärztin oder einen Arzt aufsuchen, um die Ursache der Symptome genau abzuklären.

Kann man trotzdem Sport treiben?

Ja, auch bei hohen Ozonwerten ist sportliche Betätigung grundsätzlich möglich. Allerdings wird während der heissesten Tageszeit von sportlichen Aktivitäten abgeraten, weil dann auch die Ozonkonzentration am höchsten ist. Für Sportlehrerinnen und -lehrer und Trainer bedeutet dies, dass zur heissesten Tageszeit keine intensiven körperlichen Leistungen gefordert und Sportanlässe eher morgens oder nach Sonnenuntergang durchgeführt werden sollten. Es empfiehlt sich das Sport treiben im Wald, da es dort schattiger und kühler ist und damit weniger belastend für den Körper als auf offenem Feld.

Ärzte empfehlen Personen, die mit Beschwerden auf Ozonlagen reagieren, sich möglichst nicht am Mittag oder Nachmittag sportlich zu betätigen. Auch empfindliche Kinder sollten sich an heissen Nachmittagen nicht zu sehr anstrengen. Pauschale Empfehlungen gibt es jedoch nicht. Jeder Mensch reagiert anders.

Was soll man ozonempfindlichen Personen für ihre Ferien raten?

Allgemein sind Ferienorte vorzuziehen, die eine tiefe Schadstoffbelastung aufweisen. Ozon ist dabei nur ein Faktor. Weit abseits von Verkehr und Industrie – zum Beispiel von Agglomerationen und Autobahnen – oder auf über 1500 Metern Höhe ist die Luft meist weit gesünder.

Kommunikation und Bewertung der akuten aber in der Regel reversiblen Auswirkungen¹

Die Luftreinhalteverordnung (LRV) toleriert jährlich nur eine einzige Überschreitung des Stundenmittelwerts von 120 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Wird dieser Grenzwert nicht überschritten, ist die Luftqualität „gut oder genügend“, und die menschliche Gesundheit wird nicht oder kaum beeinträchtigt. Liegt der Wert jedoch höher, ist Beeinträchtigungen zu rechnen:

- **120-180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: „Deutliche Belastung“.** Bei empfindlichen reagierenden Personen sind Schleimhautreizungen von Augen, Nase und Hals wahrscheinlich. Bei körperlicher Anstrengung im Freien haben Kinder, Jugendliche und empfindlich reagierende Erwachsene eine geringe Verminderung der Lungenfunktion zu erwarten.
- **180-240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: „Hohe Belastung“.** Die Wahrscheinlichkeit für Schleimhautreizungen ist erhöht. Bei körperlicher Anstrengung im Freien kann bei Kindern, Jugendlichen und empfindlich reagierenden Erwachsenen die Lungenfunktion um 5 bis 10% reduziert werden.
- **Über 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: „Sehr hohe Belastung“.** Die Wahrscheinlichkeit für Reizungen der Schleimhäute ist stark erhöht. Bei körperlicher Anstrengung im Freien ist die Lungenfunktion in der gesamten Bevölkerung im Durchschnitt um 15% reduziert. Die Lungen von empfindlich reagierenden Personen können in ihrer Funktion sogar um 30% oder mehr vermindert sein.

Empfehlungen

Sportanlässe, Wanderungen, Velotouren, usw. sollten so geplant werden, dass die Teilnehmer morgens oder abends aktiv sind. Zu diesen Tageszeiten sind die Ozonwerte normalerweise niedriger als am Nachmittag.

2.3 Was waren die gesundheitliche Wirkungen im heissen Sommer 2003 in der Schweiz?

Der Hitzesommer 2003 war durch ausserordentlich viele Überschreitungen des Immissions-Grenzwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gekennzeichnet. Obwohl die absoluten Spitzenwerte nicht höher lagen als in den vergangenen Jahren, waren die Menschen während der ganzen Sommers insgesamt deutlich erhöhten Ozondosen ausgesetzt. Damit dürften nicht nur die 10-15% empfindlich reagierenden Personen, sondern grössere Teile der Bevölkerung unter der Ozonbelastung gelitten haben. Im Südtessin z.B. könnte an gewissen stark mit Ozon belasteten Tagen über ein Drittel der Bevölkerung an ozonbedingten Reizungen der Schleimhäute gelitten haben.

¹ EKL 2004, Sommersmog, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Bern, <http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=de>

Aussergewöhnlich hohe Ozonkonzentrationen können auch zu einer erhöhten Sterblichkeit führen. Im Hitzesommer 2003 sind in der Schweiz rund 1000 zusätzliche Todesfälle eingetreten, insbesondere unter älteren Menschen. Rund ein Drittel dieser Todesfälle ist der übermässigen Ozonverschmutzung anzulasten.
(EKL, ISPM BS 2004)

2.4 Wie wirkt sich Ozon auf die Vegetation aus?

Die sommerliche Ozonbelastung führt periodisch zu sichtbaren Schäden hauptsächlich an den Blättern von Laubbäumen, Sträuchern und Kulturpflanzen. Eine anhaltende Dauerbelastung durch Ozon kann das Wachstum und die Vitalität empfindlicher Pflanzenarten beeinträchtigen.

Ozon schwächt die Bäume und verlangsamt das Holzwachstum, was sich negativ auf die Stabilität der Schutzwälder auswirken kann. Eine Dauerbelastung führt auch zu Ertragseinbussen in der Landwirtschaft, beispielsweise bei Weizen und Kartoffeln. Je nach Kultur, Region und Wetterlage fallen die Ernteinbussen unterschiedlich aus.

Experimentell wurde auch festgestellt, dass die anhaltende Ozonbelastung zu einer Veränderung des Artenspektrums von angesäten Wiesen, einer Abnahme der Produktivität von Dauerwiesen, und zu einer erhöhten Empfindlichkeit der Pflanze gegenüber Parasiten und andern Krankheitserregern führt. Die Wirkung auf Pflanzen kann sich nur entfalten, wenn das Ozon in die Blätter und Nadeln eindringen kann. Die Ozonaufnahme geschieht auf dem Weg durch die Spaltöffnungen, deren Öffnungsweite durch die Umweltbedingungen verändert wird. Besonders Trockenheit führt zu einer Verengung der Spaltöffnungen und damit zu einer Verminderung der Aufnahmerate. Dadurch nimmt auch die Wirksamkeit des Ozons ab.

3 Was kann ein Einzelner zur Verminderung der Ozonbildung beitragen?

Allgemeine Empfehlungen, um kurzfristig etwas bessere Luft zu atmen.

Wir können alle etwas zur Reduzierung der Ozonbelastung beitragen, indem wir:

- so oft wie möglich zu Fuss gehen, mit dem Velo fahren oder öffentliche Verkehrsmittel benutzen
- unnötige Autofahrten vermeiden, Eco drive (Link: www.eco-drive.ch) und schadstoffarme Fahrzeuge bevorzugen
- im Stand Motor abstellen
- Fahrgemeinschaften bilden, statt allein in einem Auto zu fahren
- wenn schon Töff oder Roller fahren, dann mit einer Maschine, die mit Viertaktmotor und Katalysator ausgerüstet ist oder Elektro-Motoren verwenden
- Ferien in der Nähe planen, um unnötigen Flugverkehr zu vermeiden
- saisongerecht und regionale Produkte mit kurzen Transportwegen einkaufen
- lösemittelfreie oder -arme Produkte verwenden (Farben, Lasuren, Reinigungsmittel, Kleber, Spraydosen und Holzschutzmittel)
- im Hobby- und Gartenbereich elektrische Geräte benützen statt Geräte, die mit einem Benzinmotor betrieben werden. Falls es unumgänglich ist, einen Rasenmäher mit Viertaktmotor wählen und so genanntes Gerätebenzin verwenden.

Wahl des Verkehrsmittels

Die Mobilität gehört zu den Grundbedürfnissen der heutigen Gesellschaft. Weil der Verkehr Hauptverursacher von Stickoxide (NO_x wichtige Vorläufersubstanz von Ozon) ist, ist es wichtig, dass Fahrzeuge mit geringem Schadstoffaustausch verwendet werden. Zudem kann jede und jeder etwas für weniger Sommersmog tun: öffentliche Verkehrsmittel benutzen, kurze Strecken mit dem Fahrrad oder zu Fuss zurücklegen und beim Kauf eines Neuwagens Fahrzeuge bevorzugen, die einen geringeren Schadstoffausstoss aufweisen und schon die strengeren Abgasnormen EURO 5 erfüllen. Gerade bei Autos mit Benzinmotor konnten dank der Fortschritte, die in den letzten Jahren bei den Katalysatoren erzielt wurden, die NO_x -Emissionen in bedeutendem Umfang reduziert werden. Hingegen stösst heute ein Auto mit Dieselmotor mindestens dreimal mehr NO_x aus als dasselbe Modell mit Benzinmotor und Katalysator.

Lösungsmittelarme Produkte bevorzugen

18 000 Tonnen flüchtige organische Verbindungen (VOC) liessen die Schweizer Haushalte im Jahr 2004 in die Luft. 85% davon sind Lösungsmittel in Reinigungsmitteln, Farben, Lacken, Kosmetika, usw.

Im Do-it-yourself-Bereich etwa sind Farben mit dem Hinweis «lösemittelfrei» erhältlich. Für Kosmetika gilt grundsätzlich, dass Pumpzerstäuber oder Sprayprodukte mit Luft als Treibmittel herkömmlichen Sprays vorzuziehen sind. Auch für das Büro gibt es immer mehr Produkte auf Wasserbasis. Ist keine Alternative erhältlich, empfiehlt es sich, bloss so viel zu kaufen, wie tatsächlich benötigt wird, und die Produkte dann nur sparsam einzusetzen. Würde nach diesen Faustregeln eingekauft, liesse sich der VOC-Ausstoss durch die Haushalte deutlich reduzieren.

4 Was tun die Behörden zum Schutz der Bevölkerung?

4.1 Wo stehen wir bei der Bekämpfung von Ozon?

Welche Massnahmen sind bis heute ergriffen worden?

Bund, Kantone und Gemeinden haben seit 20 Jahren verschiedenste Massnahmen eingeleitet, um die Vorläuferschadstoffe von Ozon zu reduzieren. Dazu gehören unter anderem:

Massnahmen auf Bundesebene:

- Inkraftsetzung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV), welche Emissionsgrenzwerte für stationäre Schadstoffquellen sowie Immissionsgrenzwerte (Kriterien für die Luftqualität) vorschreibt
- Lenkungsabgabe auf flüchtige organische Verbindungen (VOC)
- Abgasvorschriften für alle Arten von Motorfahrzeugen
- Verschärfung der Abgasnormen (EURO-Normen) im Einklang mit der Europäischen Union
- Empfehlung, auf Fahrzeuge und Maschinen mit Zweitaktmotoren zu verzichten, da diese bedeutende Mengen VOC ausstossen
- Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA)
- Verlagerung des Güterverkehrs von der Strasse auf die Schiene
- Senkung der allgemeinen Höchstgeschwindigkeiten auf Strassen (Ausserorts) und Autobahnen (80 bzw. 120 km/h)

Zuständigkeiten der Kantone:

- Konsequenter Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung
- Kontrolle der Rückhalteeinrichtungen für Benzindämpfe
- Umweltorientierte Verkehrspolitik und Senkung der Höchstgeschwindigkeit auf bestimmten Strassenabschnitten
- Förderung der VOC- und Stickoxidreduktion in kantonalen Betrieben

Massnahmen auf **Gemeindeebene**.

Dazu stehen ihnen unter anderem folgende Instrumente zur Verfügung:

- Parkraumbewirtschaftung
- Tempo 30 im Siedlungsgebiet
- Priorität für den öffentlichen Verkehr
- Förderung des Langsamverkehrs (Fussgänger, Fahrräder)
- Förderung der VOC-Reduktion in Betrieben auf Gemeindegebiet
- Umweltorientierte Beschaffung (lösemittelarme Produkte, schadstoffarme Fahrzeuge)

Was soll man von der Umweltschutzgesetzgebung halten, wenn die Behörden die Grenzwerte nicht ernst nehmen?

Die Behörden nehmen die Grenzwerte sehr ernst. Die Vollzugsbehörden des Bundes und der Kantone sind zudem bei der Verwirklichung der vorgesehenen Massnahmen zur effizienten Bekämpfung der Schadstoffbelastung, auf die tatkräftige Unterstützung durch die Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit, (sowohl auf nationaler und internationaler Ebene) angewiesen.

4.2 Von welchen geplanten Massnahmen erhofft sich der Bund besonders viel Wirkung?

Die Reduktion der Ozonbelastung ist in ein Gesamtkonzept der Emissionsbegrenzung eingebettet, wie es von der 1986 in Kraft getretenen Luftreinhalte-Verordnung und vom Luftreinhalte-Konzept des Bundesrates konkret vorgegeben ist. Die beste Strategie der Luftreinhaltepolitik, um die Ozonkonzentration zu senken, ist eine effiziente Reduktion der Emissionen bei den Vorläufersubstanzen.

Die emissionsmindernden Massnahmen umfassen eine konsequente Einführung der besten verfügbaren Technologien bei allen Verursachergruppen. Dazu gehören unter anderem die Abgasvor-

schriften (EURO-Normen) für Motorfahrzeuge und für den Offroadverkehr (zum Beispiel Baumaschinen),

Daneben geht es um eine optimale Umsetzung und gegebenenfalls um eine Verschärfung der bestehenden Gebote und Verbote sowie der ökonomischen Instrumente wie zum Beispiel der VOC-Lenkungsabgabe und der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) mit dem Ziel, die Kostenvahrheit durchzusetzen. Die Folgekosten der Luftverschmutzung müssen von den Verursachenden getragen werden und nicht von der Allgemeinheit.

4.3 Welche Verbesserungen sind bei den Emissionen bisher erreicht worden? Was bleibt zu tun?

Die Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen haben in der Schweiz Mitte der Achtzigerjahre ihr Maximum erreicht. Seither sind die schweizerischen NO_x-Emissionen, die hauptsächlich aus dem motorisierten Verkehr stammen, um rund 50 % zurückgegangen. Im gleichen Zeitraum haben auch die VOC-Emissionen, die vor allem von Industrie und Gewerbe ausgestossen werden, um mehr als 60 % abgenommen.

Im Rahmen internationaler Abkommen hat sich die Schweiz verpflichtet, bis 2010 die Emissionen von NO_x und VOC um rund 50 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Dies stellt einen weiteren Schritt zur Problemlösung dar. Um aber erhöhte Ozonkonzentrationen in Zukunft zu vermeiden, müssten die Emissionen der Vorläufersubstanzen gegenüber 1990 um 70 % verringert werden, und zwar sowohl für VOC als auch für NO_x.

Ergänzende Informationen zu den notwendigen Emissionsreduktionen und zum Potential der verschiedenen technischen Massnahmen finden sich im Bericht « Weiterentwicklung des Luftreinhalte-Konzepts: Stand, Handlungsbedarf, mögliche Massnahmen », der im Jahr 2005 vom BUWAL publiziert wurde.

4.4 Was kann man von kurzfristigen Massnahmen erwarten?

Kurzfristige lokale Massnahmen (z.B. örtlich begrenzte Fahrverbote), die bei hohen Belastungen ergriffen werden, können zumindest das Bewusstsein der Bevölkerung für die Schadstoffproblematik erhöhen. Allerdings beeinflussen diese vorübergehenden Massnahmen die momentane Gesamtbelastung nur wenig, weil sie erst zum Tragen kommen, wenn die Schadstoffkonzentration in der Luft bereits übermässig hoch ist.

5 Hintergrund

5.1 Was ist Sommersmog und wie entsteht er?

Beim Sommersmog handelt es sich um eine Luftverschmutzung, die durch so genannte Vorläufer-substanzen (im Wesentlichen Stickoxid und flüchtige organische Verbindungen) hervorgerufen wird, welche sich unter intensiver Sonnenbestrahlung chemisch verändern. Ozon ist der wichtigste Schadstoff, der durch diese photochemische Reaktion entsteht, und dient als Referenz für die Beurteilung der Belastung durch Sommersmog. Gleichzeitig entstehen auch noch andere Schadstoffe wie zum Beispiel Formaldehyd, Peroxyacetylnitrat (PAN) und Salpetersäure. Die Bildung von Sommersmog und die damit einhergehende hohe Ozonkonzentration sind Anzeichen einer übermässigen Verschmutzung der Atmosphäre, die sich sowohl auf die menschliche Gesundheit und die Vegetation als auch auf Sachgüter und auf das Klima schädigend auswirkt.

Das Wort Smog ist eine Verbindung aus den beiden englischen Wörtern «smoke» (Rauch) und «fog» (Nebel). Smog bezeichnet eine meteorologische Situation, in der kein Wind herrscht und die Schadstoffkonzentration so hoch ansteigt, dass das Sonnenlicht diffus und wie durch einen Nebelschleier wahrgenommen wird, während der Himmel eine trübe, gelblich-braune Farbe annimmt.

5.2 Was ist Ozon?

Quellen

Ozon (O_3) ist ein Gas, das natürlicherweise in kleinsten Mengen in unserer Atemluft vorkommt. In der bodennahen Troposphäre wird Ozon unter Einwirkung des Sonnenlichts aus den so genannten Vorläufersubstanzen, nämlich den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, auch Kohlenwasserstoffe genannt) und den Stickoxiden (NO_x) gebildet. Je mehr VOC und NO_x in der Luft sind und je stärker die Sonne scheint, umso mehr Ozon wird gebildet. Erhöhte Lufttemperaturen begünstigen zudem die chemischen Reaktionen. Will man also den Sommersmog bekämpfen, müssen die Vorläufersubstanzen reduziert werden. VOC entstehen hauptsächlich in Industrie, Gewerbe und Haushalten, während Stickoxide hauptsächlich aus dem motorisierten Verkehr stammen.

Auswirkungen

In hohen Konzentrationen gefährdet Ozon die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen. Ozon ist schlecht wasserlöslich, dringt tief in die Lungen ein und kann dort Zellreizungen hervorrufen. Ozon ist der Hauptbestandteil des Sommersmogs und greift auf Grund seiner stark oxydierenden, aggressiven Eigenschaften auch Sachgüter an. Nicht zuletzt ist Ozon ein Treibhausgas, das zum Klimawandel beiträgt (s. Kapitel 2 betreffend Wirkungen von Ozon).

Reagiert Ozon mit anderen Luftschadstoffen?

Ja. Während einer mehrtägigen Smogperiode nimmt die Ozonbelastung von Tag zu Tag zu. Nicht selten werden in den Stadtzentren tiefere Ozonwerte gemessen als in der nahen Peripherie, denn im Bereich der Emissionsquellen baut das Stickstoffmonoxid (NO) Ozon ab und bildet Stickstoffdioxid (NO_2). NO_2 wiederum wird vom Wind verfrachtet und ist Vorläufersubstanz für die Ozonbildung ausserhalb der Stadt. Das stark oxidierende Ozon reagiert noch mit zahlreichen anderen Schadstoffen, die dadurch verändert und abgebaut werden, aber auch mit Zellen von Lebewesen und mit Baustoffen (Farben, Polymere, Kunststoffe usw.), die auf diese Weise ebenfalls geschädigt werden.

Weshalb heisst es «Die Stadt macht's, das Land hat's.»?

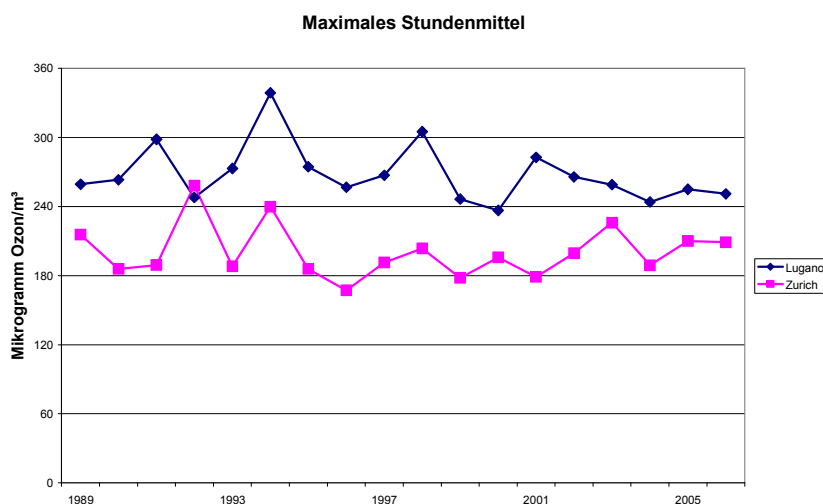
Zwar gibt es in den Städten mehr Verkehr und Industrie als auf dem Land. Trotzdem werden auf dem Land grössere Ozonkonzentrationen gemessen als in Agglomerationen. Dieses Phänomen rührt daher, dass in den Städten das tagsüber produzierte Ozon über Nacht fast vollständig abgebaut wird. Dafür verantwortlich sind andere Schadstoffe (z.B. NO) in der Luft. Auf dem Land mit der relativ sauberen Luft bleibt die Ozonkonzentration hingegen mehr oder weniger erhalten, weil wenig andere

Schadstoffe da sind, um den Smog «aufzubrechen». Am nächsten Tag kommt zusätzliches Ozon hinzu: Dieses bildet sich aus den Vorläufersubstanzen, die sich in der Luft befinden. Ein «Trost» für die Landbevölkerung: Weil es in städtischen Regionen noch weitere Luftschadstoffe gibt, ist die Atemluft in der Stadt insgesamt schlechter als auf dem Land.

Welche Entwicklungen und Tendenzen wurden in den vergangenen Jahren beobachtet?

Die Ozonbelastung in der Schweiz ist gekennzeichnet durch häufige Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, als Stundemittelwerte). Auf der Alpennordseite werden regelmässig Werte von 150 bis 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht, auf der Alpensüdseite noch höhere Werte. Die in den vergangenen Jahren auf der Alpennordseite gemessenen Spitzenwerte betragen rund 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in Ausnahmefällen kletterten sie gar bis auf 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Maximalwerte auf der Alpensüdseite bewegten sich um 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei in Extremfällen im Südtessin (Chiasso) Belastungen über 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurden.

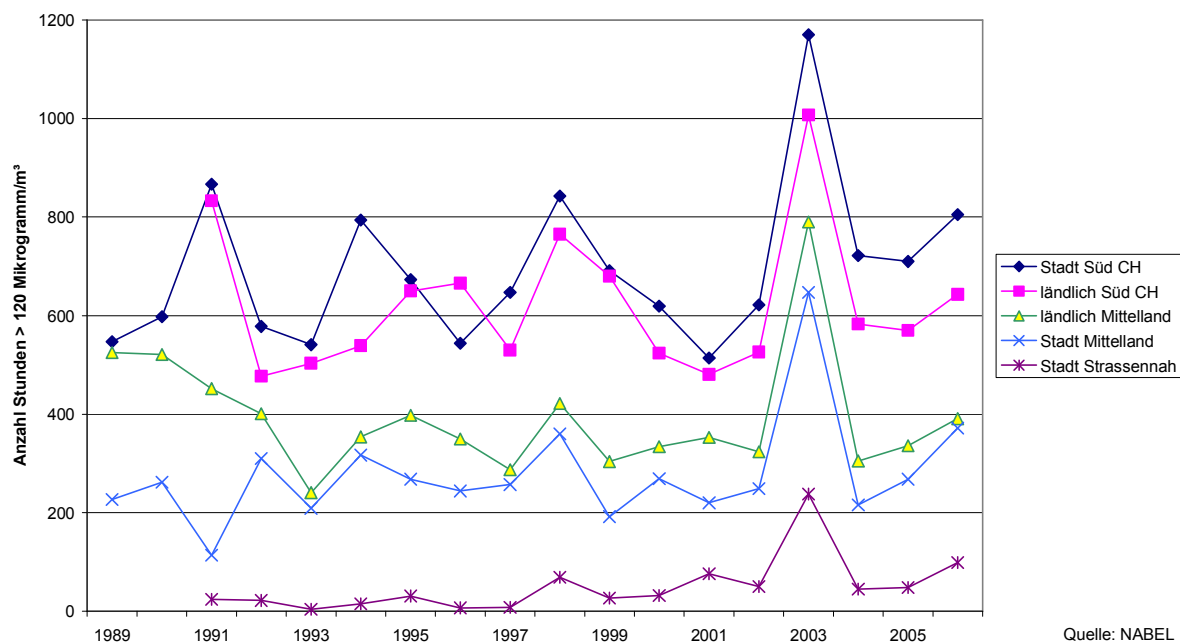
Der Unterschied zwischen Alpennord- und Alpensüdseite ist nach wie vor stark ausgeprägt. Auf Grund des Einflusses der industrialisierten Region rund um Mailand und der klimatischen Bedingungen (viel Sonne, hohe Temperaturen, wenig Wind), welche die Bildung von photochemischen Oxidantien stark begünstigen, ist die Ozonbelastung südlich der Alpen höher als im Schweizer Mittelland.



Auf der Website des BAFU stehen interaktive Karten zur Verfügung, die für die gesamte Schweiz angeben, wie oft der Einstundengrenzwert überschritten wurde und wie hoch die Ozon-Dosiswerte für den Wald waren.

Ebenfalls auf der BAFU-Website ist ein Bericht über die Messdaten für verschiedene Schadstoffe verfügbar, darunter auch für Ozon, die an den rund 100 kantonalen und kommunalen Messstationen erhoben wurden (in Form von Tabellen und Grafiken): <http://www.umwelt-schweiz.ch/luft>

Anzahl IGW-Überschreitungen in Stunden



Betrachtet man die Entwicklung der vergangenen Jahre, so sind gewisse Tendenzen erkennbar. Zum einen sind die maximalen Ozonbelastungswerte in den letzten paar Jahren zurückgegangen, und zwar in ländlichen Regionen etwas stärker als in den Städten. Demgegenüber hat die mittlere Ozonbelastung kaum nachgelassen, und auch bei der Anzahl Stunden, in denen die Immissionsgrenzwerte überschritten wurden, ist keine Abnahme erkennbar.

5.3 Weshalb ist immer die Rede vom «Ozonloch», wenn doch zu viel Ozon vorhanden ist?

Was unten schädlich ist, ist oben nützlich und sogar lebenswichtig. Das in der Stratosphäre vorhandene Ozon umhüllt die Erde wie ein gigantischer Schutzschild und schirmt unseren Planeten vor den gefährlichen Ultraviolettstrahlen der Sonne ab, welche Sonnenbrand, Hautkrebs und Schädigungen der Augen verursachen können. Ohne diese rund 20 Kilometer dicke Ozonschicht – die als eine Art «Sonnenbrille» dient – wäre auf unserem Planeten Leben in seiner heutigen Form undenkbar.

In einer Höhe von 10 bis 50 Kilometern über der Erdoberfläche zerstören Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) die lebenswichtige Ozonschicht: So entsteht das «Ozonloch».

Im Hochsommer hingegen liegt zu viel Ozon in der bodennahen Atemluft. Diese heimtückische Belastung führt dazu, dass ozonempfindliche Personen häufiger unter Atembeschwerden leiden.

Zudem wirkt das Ozon in den unteren Schichten der Atmosphäre auch als Treibhausgas, das mit verantwortlich ist für die Klimaerwärmung und die dadurch entstehenden Störungen des ökologischen Gleichgewichts. Nach Kohlendioxid und Methan trägt Ozon als dritt wichtigstes anthropogenes Gas zur Klimaerwärmung bei.

6 Die Situation im Ausland: Vergleich Europa / Schweiz

6.1 Was tun unsere Nachbarländer? Welche Massnahmen sind geplant?

Auch die Nachbarländer der Schweiz engagieren sich im Kampf gegen erhöhte Ozonkonzentrationen und wollen deshalb die Emissionen der Vorläufersubstanzen um rund 50 % verringern (für weitere Details siehe Tabelle unten). Konkretisiert wurde dieses Engagement mit dem Protokoll zur Bekämpfung der Versauerung, der Eutrophierung und des bodennahen Ozons, das 1999 in Göteborg im Rahmen der UN/ECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung unterzeichnet wurde, sowie mit der europäischen Richtlinie über die nationalen Emissionshöchstgrenzen. Die darin eingegangenen Verpflichtungen sind sich sehr ähnlich und legen Emissionsgrenzen fest, die bis 2010 erreicht werden sollen, um übermässige Schadstoffkonzentrationen zu vermeiden. Um jedoch diese Belastungsgrenzwerte einzuhalten und Schädigungen für die menschliche Gesundheit und die Vegetation zu verhindern, sind zusätzliche Anstrengungen zur Emissionsverminderung erforderlich.

Da die Belastung und die Dichte der Emissionen von Land zu Land variieren, wurden die Reduktionsziele unterschiedlich beziffert.

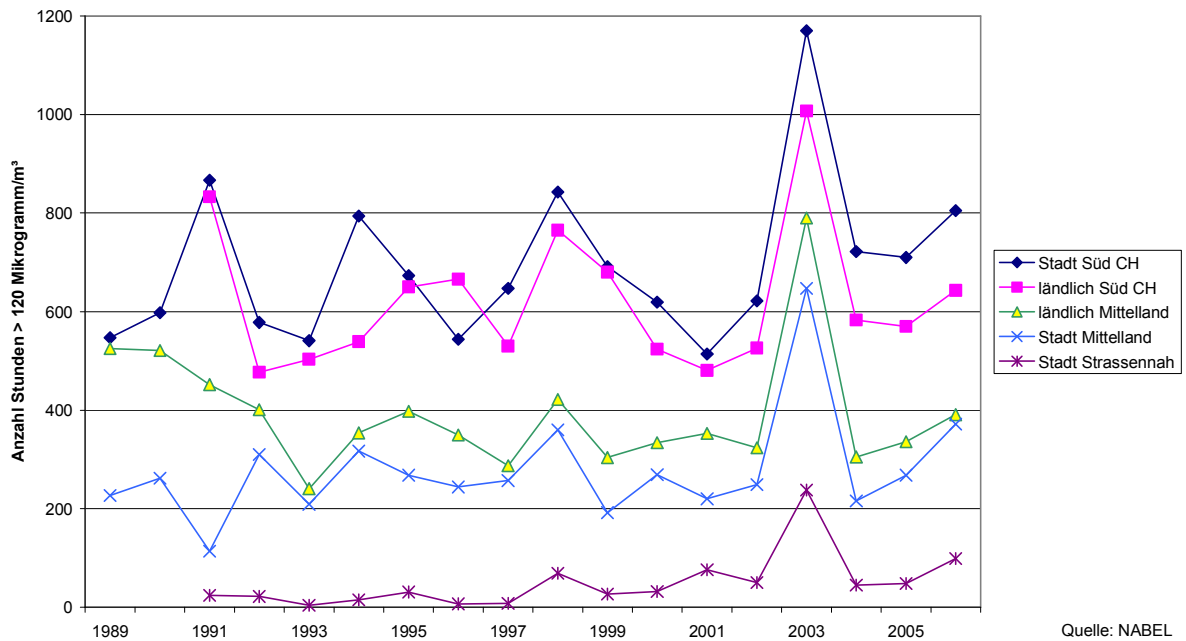
<i>Land</i>	<i>Bis 2010 zu erzielende Reduktion der Emissionen von Vorläufersubstanzen gegenüber 1990 gemäss Protokoll von Göteborg aus dem Jahr 1999 (am 17. Mai 2005 in Kraft gesetzt)</i>	
	<i>Stickoxide (NO_x)</i>	<i>Flüchtige organische Verbindungen (VOC)</i>
Schweiz	52 %	51 %
Österreich	45 %	55 %
Deutschland	60 %	69 %
Italien	48 %	48 %
Frankreich	54 %	63 %
EU15 im Durchschnitt	49 %	57 %

6.2 Wie hoch war die Belastungssituation im Sommer 2006 ?

Im 2006, war der Sommer zu Beginn überdurchschnittlich warm, der August war aber sehr nass und kühl. Das Jahr wies dennoch eine überdurchschnittliche Besonnung auf und entsprechend war die Ozonbelastung etwas höher als im Vorjahr.

Wie in den Vorjahren wurde der Immissionsgrenzwert von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1h-Mittelwert) an allen Stationen überschritten. Die häufigsten Grenzwertüberschreitungen (643 - 816 Stunden) wurden im Tessin und in den mittleren Höhenlagen der Alpennordseite (um 1000 m über Meer) gemessen. Diese Stunden verteilten sich auf 71 bis 101 Tage. In den übrigen Gebieten der Alpennordseite wurden an 22 bis 65 Tagen während 79 - 425 Stunden zu hohe Ozonwerte gemessen.

Anzahl IGW-Überschreitungen in Stunden

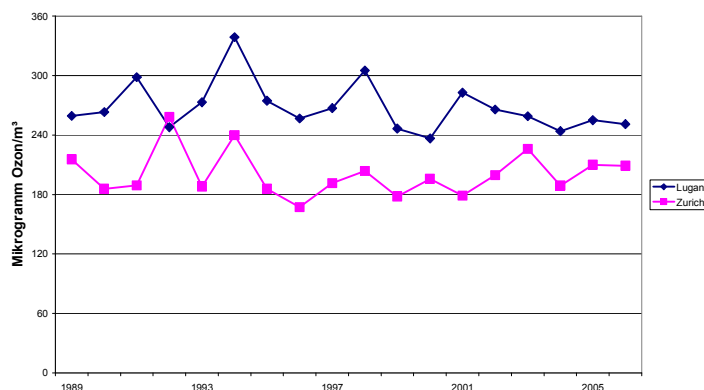


Auch die Spitzenwerte des Jahres 2006 haben sich kaum verändert gegenüber denen der Vorjahre. Die Ozonbelastung des Jahres 2003 mit seinem heissen Sommer war deutlich höher.

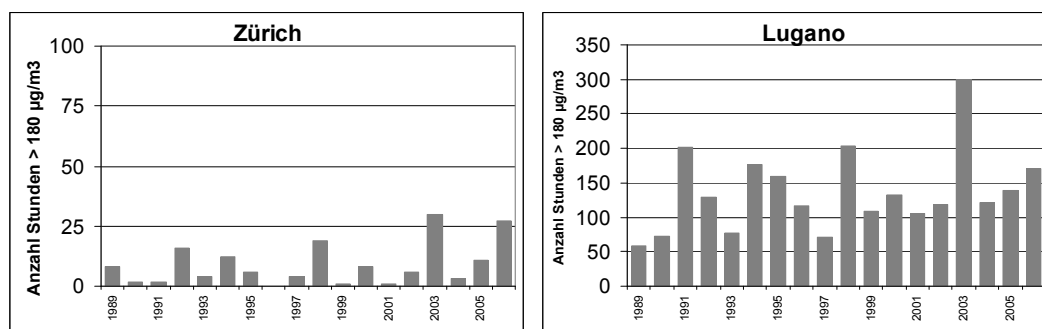
Die **Informationsschwelle der EU-Richtlinie zum Ozon (2002/3/EG)** ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Stundenmittel, d.h. anderthalbfacher Grenzwert der LRV) wurde in 2006 im Mittelland mehrfach überschritten, am häufigsten in Basel, St. Chrischona an 11 Tagen, in Dübendorf an 9 Tagen. In der Südschweiz wurde die Informationsschwelle in Lugano an 38 Tagen und in Chiasso an 41 Tagen überschritten.

Der **Alarmschwelle** ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während dreier aufeinander folgender Stunden und Prognose für weiterhin hohe Werte an den Folgetagen) der europäischen Richtlinie wurde im Jahr 2006 in der Schweiz auf der Alpennordseite nicht überschritten. In der Südschweiz wurde die Alarmschwelle in Chiasso an 3 Tagen (am 21., 22. und 25. Juli) überschritten.

Maximales Stundenmittel



Auf der Alpensüdseite werden höhere Ozonspitzen erreicht als auf der Alpennordseite. In den Tälern der Alpensüdseite wird die Ozonbildung begünstigt durch die Dauer der Sonneneinstrahlung und die Nähe zur Grossagglomeration Mailand (starker Verkehr mit hohem Dieselanteil, viele Industriezentren), deren Abgasfahnen insbesondere das südliche Tessin beeinträchtigen kann.



Überschreitungen des Stundenmittelwertes von 180 µg/m³ in Lugano und Zürich 1989-2006

Ist die Lage also nach wie vor problematisch?

Ja, denn auch die heute beobachteten Ozonimmissionen haben negative Wirkungen auf den Menschen und seine Umwelt. Es braucht deshalb weitere Anstrengungen, um diese Belastung zu reduzieren. Unterhalb des in der Luftreinhalte-Verordnung festgelegten Immissionsgrenzwertes sind in der Regel keine negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu erwarten.

Oberhalb dieses Grenzwertes nehmen die Wirkungen mit steigender Exposition stetig zu. Der Grad dieser Wirkung hängt ab von der Ozonkonzentration in der Atemluft, von der Dauer der Belastung und der körperlichen Anstrengung. Bereits bei geringfügigen Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes reagieren empfindliche Personen mit Reizungen der Augen und der Atemwege. Je höher die Konzentrationen, umso mehr Personen sind betroffen und umso stärker sind die Beschwerden. Darüber hinaus ist Ozon heute der Luftschadstoff mit den bei weitem schädlichsten Folgen für die Vegetation. Es wirkt als Zellgift und vermindert die Fotosynthese-Leistung und damit das Wachstum der Pflanzen. Bei den heutigen Ozonbelastungen treten nachgewiesenermassen Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen auf. Die Ertragsausfälle liegen je nach Kultur, Region und Jahr zwischen 5 und 15 %. Auch die Forstwirtschaft ist betroffen. Ozon gilt in Kombination mit anderen Schadstoffen als Stressfaktor für Waldbäume und somit als Mitverursacher von Waldschäden.

Sind die Ozonwerte in der Schweiz im internationalen Vergleich besonders hoch?

Nein, in den Nachbarländern (z.B. in Deutschland oder Frankreich) war die Ozonbelastung höher als in der Schweiz. Auf der Alpensüdseite (namentlich in Italien) waren die Werte deutlich höher, dort wurden auch häufiger Konzentrationen von über 180 µg/m³ gemessen (Informationsschwelle der EU). Zusätzlichen Informationen betreffend gemessene Werte in Europa sind auf die Internetseite von Europäische Umwelt Agentur zu finden <http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/map>
Die heutige Situation und Prognosen über ganze Europa für die zwei nächsten Tagen sind erhältlich unter: <http://prevair.ineris.fr/fr/index.php>

6.3 Vergleich der schweizerischen Immissionsgrenzwerte mit den Werten der Europäischen Richtlinien über Ozon

Für die Schweiz gelten zwei Immissionsgrenzwerte, die in der Luftreinhalte-Verordnung (Anhang 7) festgelegt sind und den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt gewährleisten sollen. Der Einstunden-Mittelwert von 120 µg/m³ darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden, und 98 % der Halbstunden-Mittelwerte eines Monats dürfen 100 µg/m³ nicht übersteigen. Werden diese Werte eingehalten, so sind für die gesamte Bevölkerung (einschliesslich Kinder, ältere Personen, schwangere Frauen und Kranke) keine schädlichen Auswirkungen durch Ozon zu erwarten. Entsprechend dem in der Umweltgesetzgebung verankerten allgemeinen Auftrag zur Information der

Bevölkerung unterrichten Bund und Kantone die Öffentlichkeit über die gemessenen Konzentrationen, über die Massnahmen zur Verringerung des Schadstoffausstosses und über Verhaltensregeln, um schädigende Auswirkungen erhöhter Ozonkonzentrationen zu vermeiden.

Die Europäische Union hat im Jahr 2002 eine Richtlinie (2002/3/EG) über die Luftverschmutzung durch Ozon verabschiedet. Diese Richtlinie schreibt als langfristiges Ziel für den Schutz der menschlichen Gesundheit als maximale Tagesbelastung einen Achtstunden-Mittelwert von höchstens $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vor.

Um die Bevölkerung für die Ozonproblematik zu sensibilisieren, sind die Behörden der EU-Länder verpflichtet, die Öffentlichkeit zu informieren, wenn die an den Messstationen beobachteten Einstunden-Mittelwerte $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten. Wird die «Alarmschwelle» von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während drei aufeinander folgenden Stunden überschritten und ist aufgrund der meteorologischen Situation auch in den nächsten Tagen mit Überschreitungen dieses Wertes zu rechnen, müssen die Mitgliedstaaten prüfen, ob sie kurzfristige Aktionspläne ausarbeiten und umsetzen könnten, um die Dauer oder das Ausmass der hohen Ozonbelastung zu verringern. Wenn kein nennenswertes Potential zur Minderung der Ozonbelastung durch kurzfristige Massnahmen vorhanden ist, sind die Mitgliedstaaten von dieser Pflicht entbunden.

Die Schweizerische Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) hat anlässlich ihrer Tagung vom 21. April 2005 beschlossen, im Bereich Sommersmog und Ozon die Kommunikation zu verstärken, und in Anlehnung an die EU-Richtlinie bei Überschreitung der europäischen Informationsschwelle (Einstunden-Mittelwert von $180 \text{ Mikrogramm Ozon}/\text{m}^3$, entspricht dem anderthalbfachen Wert des Ozon-IGW der Schweizer LRV) die Bevölkerung aktiv mittels Pressemitteilung im Sommer zu informieren.

7 Literatur- und Dokumentationsverzeichnis

Weitere Informationen sind an folgenden Stellen erhältlich:

Informationskampagne des Cercl'Air bei www.ozon-info.ch

Bundesamt für Umwelt, (BAFU) www.umwelt-schweiz.ch

Troposphärisches Ozon. Aktuelle Forschungsergebnisse und ihre Konsequenzen für die Luftreinhaltung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 277, BUWAL Bern, 1996

Bericht über die lufthygienischen Massnahmen des Bundes und der Kantone vom 23. Juni 1999 (99.077) (FF 1999-4944, p. 6983-7007) <http://www.admin.ch/ch/d/ff/1999/7735.pdf>

[Weiterentwicklung des Luftreinhalte-Konzepts](#), Stand, Handlungsbedarf, mögliche Massnahmen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 379, BUWAL, Bern 2005

EKL 2004, Sommersmog Papier, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Bern, Juni 2004 (unter weitere Informationen) <http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=de>

ISPM 2004, Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz für die Schweiz, Literaturstudie im Auftrag der Bundesämter für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und für Gesundheit (BAG); Institut für Sozial- und Präventivmedizin, UNI Basel, November 2004

WHO 2004: Meta-analysis of time series studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3). Report of a WHO Task Group, WHO Regional Office for Europe, Bonn 2004.
<http://www.euro.who.int/document/e82792.pdf>

UNECE Protokoll betreffend die Reduktion von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (unterzeichnet in Göteborg in 1999, seit 17. Mai 2005 in Kraft gesetzt)
http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm

Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie)
<http://www.europa.eu.int/comm/environment/air/ceilings.htm>

Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2002/l_067/l_06720020309de00140030.pdf

Entscheidung (2004/279/EG) der Kommission vom 19. März 2004 über Leitlinien für die Umsetzung der Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Ozongehalt der Luft
http://europa.eu.int/eur-lex/de/lif/reg/de_register_15102030.html