

Ozon – Fakten und Argumente

Inhalt:

Entstehung von Ozon.....	2
Rolle der Vorläuferschadstoffe (Theorie).....	2
Vorläuferschadstoff-Theorie in der Praxis.....	3
Meteorologische Einflüsse bei der Ozon-Entstehung.....	4
Entstehung von Ozon durch den Gebrauch technischer Geräte.....	4
Bedeutung der Topografie.....	5
Emission von Vorläuferschadstoffen.....	5
Reduktion von Vorläuferschadstoffen.....	5
Grossräumige Verfrachtung von Ozon.....	7
Horizontale Ozon-Verfrachtung.....	7
Ozon aus der Stratosphäre.....	9
Immissionen.....	9
Immissionsgrenzwerte (Schweiz / EU).....	9
Immissionsmessungen.....	10
Wirkungen auf den Menschen.....	13
Auswirkungen des Ozons auf die menschliche Gesundheit.....	13
Schwellenwerte.....	14
Krankheitssymptome.....	15
Asthmatikerinnen und Asthmatiker.....	16
Kinder.....	16
Ältere Menschen.....	16
Erhöhte Sterblichkeit.....	17
Toxikopie.....	17
Verhaltensempfehlungen während Smogepisoden.....	18
Auswirkungen auf die Vegetation.....	18
Weitere Auswirkungen von Ozon.....	19
Abbau des Ozons.....	19
Kuriositäten und Erkenntnisse.....	20
Sauerstoff-Ozon-Therapie.....	20
Mit Ozon gegen Mikroverunreinigungen.....	20
„Die Schweiz ist das grünste Land“.....	21
Massnahmen gegen Sommersmog.....	21
Wirkungslosigkeit von temporären Massnahmen.....	21
Massnahmen auf Bundesebene.....	22
Interventionskonzept Sommersmog der Kantone.....	22
Tempo-80-Beschränkungen.....	23
Sensibilisierung der Öffentlichkeit.....	24

Entstehung von Ozon

Rolle der Vorläuferschadstoffe (Theorie)

- Ozon bildet sich durch komplexe photochemische Reaktionen von Sauerstoff und Luftverunreinigung (sog. Vorläufersubstanzen) – vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Stickoxide (NO_x), aber auch Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄) – bei intensiver Sonneneinstrahlung (UV-Strahlung). (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Verschiedene wissenschaftliche Studien, die sowohl experimentelle Untersuchungen als auch Modellrechnungen umfassen, bestätigen die Zusammenhänge zwischen den Emissionen von Vorläufersubstanzen und der Ozonbelastung (BUWAL 1996, Neftel & Spirig 2003; Volz-Thomas et al. 2003). Modellrechnungen (Andreani-Aksoyoglu et al. 2001) unterstützen, dass eine Reduktion der Emissionen von NO_x und VOC die wirksamste Strategie der Minderung der Ozonbelastung in der Schweiz darstellt, insbesondere zur Verminderung der Sommersmog-Lagen und Senkung der Spitzenwerte. Es wurde ebenfalls bestätigt, dass eine Reduktion der Methan- und Kohlenmonoxidemissionen notwendig ist zur Senkung der grossräumigen Hintergrundsbelastung der Troposphäre mit Ozon (Fiore et al. 2002). (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Die bisher in der Schweiz verfolgte Ozon-Strategie gründet auf dem umfassenden Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL) aus dem Jahr 1989 (EKL 1989, Seite 250): *„Aufgrund einer ganzheitlichen und überregionalen Betrachtungsweise sowie unter Berücksichtigung der Vorgänge in der freien Troposphäre ist deshalb eine Reduktion der Emissionen beider Vorläuferschadstoffe (NO_x und VOC) anzustreben, ja sogar auch von Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄). Trotz zahlreicher noch bestehender Unsicherheiten in den Modellrechnungen kann festgestellt werden, dass insgesamt erhebliche Reduktionen der Emissionen der Vorläuferschadstoffe NO_x und VOC in der Grössenordnung von 70 bis 80 Prozent erforderlich sind (bezogen auf die Emissionsmengen der ersten Hälfte der 1980er-Jahre), um eine grossräumige Verminderung der Ozonbelastung auf das Niveau heutiger Luftqualitätsrichtlinien (z.B. WHO) bewirken zu können.“* (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Die bisherige Strategie, die NO_x- und VOC-Emissionen zu senken, ist richtig und deshalb weiterzuführen. Darüber hinaus sind Anstrengungen zu treffen, die CH₄- und CO-Emissionen zu senken. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Die Ozonkonzentration in bodennahen Luftschichten ist immer das Ergebnis von komplexen Bildungs- und Abbauprozessen während des Tages und der Nacht. Sie verläuft nicht proportional zu den Emissionen und Konzentrationen der Vorläuferschadstoffe. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Die Sammelbezeichnung VOC umfasst ein breites Spektrum von flüchtigen organischen Verbindungen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Einige der Stoffe sind aus gesundheitlicher Sicht an sich eher harmlos, andere gelten dagegen als stark toxisch und können Krebs erzeugen. Durch chemische Reaktionen in der Atmosphäre werden jedoch sämtliche VOC zum lufthygienischen Problem. Zusammen mit den Stickoxiden bilden sie nämlich wichtige Vorläufersubstanzen für die Entstehung des Sommersmogs mit dem Reizgas Ozon als Hauptbestandteil. Zudem können sie auch zur Feinstaubbelastung beitragen. VOC entweichen vor allem aus Industrie- und Gewerbebetrieben sowie aus Haushaltungen durch das Verdunsten von Lösungsmitteln und Treibstoffen. Eine weitere bedeutende Quelle ist die unvollständige Verbrennung von Treibstoffen im Strassenverkehr. (Umwelt 4/07; Dossier Saubere Luft)
- Diese Theorie ist in der Praxis ebenso schwierig zu beweisen wie zu widerlegen, ist doch die Sonnenstrahlung mit weiteren, ebenfalls mehr oder weniger auf die Ozonwerte einwirkenden Wetterparametern verknüpft. Dazu gehören beispielsweise lokale und überregionale Winde, Luft- und Bodentemperaturen, vertikale Temperaturverteilungen, Niederschläge, usw. (René Weiersmüller, in: NZZ 08.01.08)

Vorläuferschadstoff-Theorie in der Praxis

- Der Ausstoss von NO_x und VOC ist in der Schweiz seit den 1980er-Jahren um rund 50 Prozent zurückgegangen. Trotzdem ist die Ozonbelastung im gleichen Zeitraum aber kaum gesunken. Offenbar spielen andere Faktoren wie z.B. die meteorologischen Bedingungen und der Ozonimport eine entscheidende Rolle. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Welche Rolle die Vorläufersubstanzen NO_x und VOC bei der Ozonbildung überhaupt spielen, ist aufgrund von verschiedenen Beobachtungen unklar (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06):
 - Die Ozonbelastung geht bei Rückgang der Vorläufersubstanz NO_x (NO und NO₂), wie sie mit der Verkehrsabnahme über das Wochenende (weniger Berufsverkehr bzw. fehlender Schwerverkehr) zu beobachten ist, nicht konsequent zurück.
 - Die Entwicklung der Ozonwerte in der Schweiz zeigt, dass auch eine starke Reduktion der Vorläufersubstanzen NO_x und VOC in den letzten 20 Jahren kaum zu einer Abnahme der Ozonbelastung geführt hat.
- Für die hohen Ozonwerte sind nebst dem Wetter angeblich die Stickoxide verantwortlich. Mit zweistelligem Milliardenaufwand wurden daher die Stickoxidemissionen halbiert – die Zahl der Grenzwertüberschreitungen ist jedoch in den letzten 15 Jahren schweizweit unverändert geblieben.

Die Stickoxide als angenommene Verursacher hoher Ozonbelastungen sind in der Schweizer Luft seit Mitte der 1980er-Jahre auf die Hälfte gesunken (siehe NABEL-Bericht 2005). Weder die Maximalwerte von Ozon noch die für uns wirklich relevante Zahl der Grenzwertüberschreitungen sind als Folge dieser Massnahme kleiner geworden.

Wegen des fehlenden Berufsverkehrs sowie des Lastwagenfahrverbots sinken die ausgestossenen Mengen an Stickoxide an den Wochenenden sogar auf etwa ein Viertel gegenüber den 1980er-Jahren. Damit wären zwar die Zielvorstellungen der Wissenschaftler, Politiker und Amtsstellen für eine dauernde Ozongrenzwerteinhaltung erreicht – die gewünschte Verminderung der Ozonbelastung ist jedoch nicht einmal ansatzweise auszumachen.

Nach einer repräsentativen Untersuchung der Messresultate verschiedenster Messstationen während der letzten sieben Jahre ist die Zahl der Grenzwertüberschreitungen an den Wochenenden gegenüber jenen unter der Woche in der gleichen Grössenordnung.

Nachweisen lässt sich ferner, dass die Aussage, wonach die Erfolge der Ozonbekämpfung durch die Stickoxidreduktion nur deshalb nicht nachweisbar seien, weil ein genereller Ozonanstieg in Bodennähe die Fortschritte wieder zunichte gemacht habe, nicht zutrifft. (René Weiersmüller, 16.06.07; NZZ 08.01.08)
- Die Frachten der Stickoxide in der Schweiz sind von 1990 bis 2002 um fast 40 bzw. von flüchtigen Kohlenwasserstoffen (ohne Methan) um fast 50 Prozent zurückgegangen. Eine Reduktion der Ozonspitzen konnte mit Ausnahme von Zürich statistisch aber nicht ausgewiesen werden. (NZZ 19.07.06)
- Bereits vor einiger Zeit hatte man festgestellt, dass die Ozonmaxima sich nicht so stark reduzierten, wie die Verminderung der Vorläufersubstanzen es erwarten liess. In einer Dissertation, die der Spanier Carlos Ordonez Garcia dieses Jahr (2006) an der ETH Zürich fertig gestellt hat, belegt er dies mit einer Analyse von Messdaten. Er kommt dabei zum Schluss, dass – zumindest in den Jahren 1990 bis 2002 – an seinen Messorten ausserhalb des Grossraums Zürich keine Reduktion der Ozonmaxima zu beobachten gewesen sei. Einzig in und um Zürich sei ein Rückgang der Sommerspitzen zu beobachten, was annehmen lasse, dass die rückläufigen Emissionen von Vorläufersubstanzen wenigstens die höchsten Ozonspitzen in diesem Ballungsgebiet beeinflusst hätten.

In der Regel dürfte laut Ordonez der Rückgang der lokalen Emissionen in der Schweiz jedoch durch einen Anstieg der Hintergrundbelastung kompensiert worden sein. (NZZ 19.07.06)
- Bezüglich der Bildung und der Massnahmen gegen das Ozon sind noch mehr Fragen offen als angenommen. (...) Die ebenfalls für Fachleute unerwartet tiefen Ozon-Spitzenwerte dieser Tage (Juni/Juli 2006) könnten ihren Grund auch in der Tatsache haben, dass die Prozesse, die global zur Entstehung von Ozon führen, weniger gut verstanden worden sind, als man gemeinhin annahm. Das behauptet übrigens schon seit längerem der in lufthygienischen Belangen engagierte Chemiker René Weiersmüller. Die Bildung und Vernichtung von Ozon in den

verschiedenen Schichten der Atmosphäre ist nämlich von einer Vielzahl von Parametern abhängig. (NZZ 19.07.06)

- Aufgrund der komplexen Zusammenhänge zwischen der Entstehung von Ozon und den Vorläuferschadstoffen führt die Senkung von Stickoxiden und VOC nicht zu einer gleich grossen Verminderung der Ozonkonzentration. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Selbst die Sperre der Gotthardachse im Juni 2006 mit ihren grossen Verkehrs- und damit Schadstoffumlagerungen hatte keine Auswirkungen auf die hohen Ozonwerte – weder in Graubünden noch in der Innerschweiz oder im Tessin.
Wenn schon rigorose Veränderungen der Stickoxidbelastung mit Blick auf Ozongrenzwertüberschreitungen folgenlos sind, können Ergebnisse von Massnahmen mit allenfalls marginalem Einfluss wie Tempobeschränkungen nicht erwartet werden.
(René Weiersmüller, 16.06.07; NZZ 08.01.08)

Meteorologische Einflüsse bei der Ozon-Entstehung

- Hohe Ozonkonzentrationen entstehen bei ausgeprägten Hochdrucklagen (Schönwetterperioden) mit hohen Lufttemperaturen, langer und starker Sonneneinstrahlung, niedriger Luftfeuchtigkeit und geringer Windgeschwindigkeit. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Dass die Ozonwerte im Hitzesommer 2003 weit unter den erwarteten Höchstwerten geblieben sind, dazu hätten laut Markus Meier von der Abteilung Lufthygiene die Luftreinemassnahmen der letzten 15 Jahre zur Reduktion der Vorläuferschadstoffe beigetragen. Er mutmasst auch, dass die häufige Bisenlage die Ozonbildung gehemmt habe. (NZZ am Sonntag, 17.08.03)
- 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. (www.ozon-info.ch)
- Ozon entsteht durch ultraviolette Strahlung, an elektrostatischen Ladungsträgern und Entladungen. Es bildet sich bei Sonnenlicht unter der Sonnenbank, bei Entladungen durch Blitze und Lichtbögen, bei Elektromotoren in Haushaltsgeräten – und bei Kopierern und Laserdruckern, da diese mit hohen elektrostatischen Ladungen arbeiten. Die Entstehung von bodennahem Ozon an sonnigen Tagen wird durch Stickoxide aus Auspuffgasen und organischen Lösungsmitteldämpfen beschleunigt. (www.egbeck.de/skripten/bs11-30.htm)
- Weil die Ozonbildung auch von der Temperatur und der Sonneneinstrahlung abhängt, sind mögliche Auswirkungen des globalen Temperaturanstiegs durch Klimagase und der erhöhten UV-Strahlung durch den Abbau der Ozonschicht der Stratosphäre zu beachten. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Ozon bildet sich auch durch ein Gewitter: Durch den elektrischen Stromfluss zwischen Wolke und Erdboden bei der Blitzentladung entstehen Ozon (aber auch Salpetersäure und andere Stoffe). (Wikipedia)
Dabei entsteht in der oberen Troposphäre weitaus mehr Ozon als durch z.B. menschliche Aktivitäten. (www.egbeck.de/skripten/bs11-30.htm)

Entstehung von Ozon durch den Gebrauch technischer Geräte

- Bei älteren Fotokopierern sowie Laserdruckern kann man einen typischen „Ozongeruch“ wahrnehmen. Dieser Geruch rührt nur indirekt vom durch die Ionisation der Luft im Gerät gebildeten Ozon her; er kommt vielmehr durch Spuren „Nitrosen Gase“ (NO_x) zustande, die durch Reaktion des Ozons mit dem Luftstickstoff gebildet werden. Das Funktionsprinzip der Geräte erfordert eine Ionisierung der Luft bei Spannungen von 5-15 kV. Meist besitzen die Geräte Ozonfilter, die das produzierte Ozon in Kohlendioxid umwandeln. Dennoch sollten diese Geräte möglichst nicht in unbelüfteten Räumen verwendet werden. Moderne Drucker und Fotokopierer arbeiten mit einer Transferrollentechnik, welche die Ozonbildung verhindert und die ältere Coronadrahttechnologie weitestgehend ersetzt hat. (Wikipedia)

Bedeutung der Topografie

- Ein weiterer für die Luftverschmutzung ausschlaggebender Faktor ist die Durchlüftung. In gut durchlüfteten Gegenden werden die Luftschadstoffe vom Wind verdünnt und verteilt. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Die Ozonwerte sind im Wald in der Regel etwas niedriger als auf freiem Feld. Bei heissem Wetter schützt der Wald zudem vor der Sonne, was sich positiv auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit auswirkt. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- 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. (...) Die Ozonbelastung im Tessin ist nicht nur ein akutes, sondern auch ein chronisches Problem. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Weit abseits von Verkehr und Industrie oder auf über 1'500 Meter Höhe ist die Luft meist weit gesünder als zum Beispiel in überlaufenen Feriententren am Mittelmeer. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Dass Waldluft besonders ozonreich sei, ist ein Irrglaube. (Wikipedia)

Emission von Vorläuferschadstoffen

Reduktion von Vorläuferschadstoffen

- Die Ozonvorläufer stammen sowohl aus natürlichen (biogenen) als auch aus anthropogenen (vom Menschen verursachten) Quellen. In Mitteleuropa sind die natürlichen gegenüber den anthropogenen Emissionen im Jahresmittel zwar gering, während sommerlicher Ozonepisoden können sie aber in erheblichem Masse zu den Gesamtemissionen beitragen, vor allem zu den VOC-Emissionen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06; unter Verweis auf Umweltbundesamt Berlin, Mai 2003)
- Gemäss Bundesamt für Umwelt (BAFU) ist der Ausstoss der Vorläufersubstanzen NO_x und VOC in der Schweiz bis zirka 1980 infolge des starken Wachstums von Bevölkerung, Wirtschaft und Mobilität zunächst stark angestiegen. Als Folge der immer strengeren Abgasgrenzwerte für Motorfahrzeuge sowie des Inkrafttretens der Luftreinhalteverordnung (LRV, mit Abgasgrenzwerten für die übrigen Schadstoffquellen) haben die NO_x- und VOC-Emissionen seither um rund 50 Prozent abgenommen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Die Emissionen der Ozon-Vorläufersubstanzen haben in der Schweiz Mitte der Achtzigerjahre des vergangenen Jahrhunderts ihr Maximum erreicht. Seither sind die schweizerischen NO_x-Emissionen, die hauptsächlich aus dem motorisierten Verkehr stammen, um rund 50 Prozent zurückgegangen. Im gleichen Zeitraum haben auch die VOC-Emissionen, die vor allem von Industrie und Gewerbe ausgestossen werden, um mehr als 60 Prozent abgenommen. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Durch die Einführung der Katalysatoren für Personenwagen sowie der Abgas- und Emissionsgrenzwerte für andere Fahrzeuge, Heizungen, Industrie und Gewerbe sind die Stickoxid-Emissionen seit 1985 um die Hälfte auf rund 90'000 Tonnen zurückgegangen. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- „Seit Mitte der 80er Jahre haben Bund, Kantone und Gemeinden eine Vielzahl von Luftreinhalte-Massnahmen getroffen und vollzogen. Dadurch haben der Schadstoffausstoss und die Luftbelastung stark abgenommen.“ Dieses Statement stammt von Dr. Bruno Oberle, dem Direktor des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Oberle beantwortet damit am 15. März 2007 eine

Eingabe, die sieben Bürgerinnen und Bürger, begleitet durch die Umweltorganisation „Greenpeace“, beim Bund eingereicht hatten.
(TCS Infotech: Geht uns die saubere Luft aus? Emmen 2008)

- In der Schweiz sind für die Ozon bildenden Vorläuferschadstoffe der Strassenverkehr (50% NO_x, 20% VOC), Fahrzeuge und Geräte mit Zweitaktmotoren, industrielle Feuerungsanlagen, Gartenfeuer und die Anwendung von Lösungsmitteln (50% VOC) verantwortlich. Im Ausland kommen fossile Kraftwerke dazu. (Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 883)
- Für Stickstoffdioxid zeigen Untersuchungen an Verkehrsschwerpunkten in Deutschland, dass der direkte Beitrag der Autos zur Konzentration in der Umgebungsluft etwa bei 25 Prozent liegt. Neben den direkten NO₂-Emissionen gibt es noch einen indirekten Beitrag in Form von NO, das in der Luft zu NO₂ oxidieren kann. Der Beitrag dieses atmosphärischen Prozesses lag in Untersuchungen bei etwa 35 Prozent. (Thomas Puls: Stadtverkehr im Fokus, Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln Nr. 37, 2008, S. 18)
- Kleingeräte mit 2- oder 4-Takt-Motoren stossen, da sie meist keinen Katalysator haben, grosse Schadstoffmengen aus. Studien zeigen, dass ein gewöhnlicher Rasenmäher gleich viel Schadstoffe in die Luft bläst wie 26 Autos. Bei der 2-Takt-Motorsäge sind es sogar bis zu hundert Autos. (Umweltschutzkommission Muri bei Bern)
- Die Emissionsgrenzwerte für Anlagen sowie die im Jahr 2000 eingeführte Abgabe auf VOC haben Industrie und Gewerbe veranlasst, ihre Emissionen zu verringern, namentlich auch durch die Entwicklung von Produkten, die wenig Lösungsmittel enthalten (z.B. Farben und Lacke). Zwischen 1985 und 2005 sind die VOC-Emissionen um etwas mehr als 60 Prozent auf rund 100'000 Tonnen zurückgegangen. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Zum Teil ist die gegenwärtige Situation auch auf die aus anderen Ländern stammende Luftverschmutzung zurückzuführen. Daher müssen die Reduktionsbemühungen für Luftschadstoffe sowohl in der Schweiz als auch in den Nachbarländern fortgesetzt werden. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Die Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung und das Protokoll von Göteborg verfolgen das Ziel, die Senkung der Vorläuferschadstoffe auch auf internationaler Ebene zu bewirken. Im Rahmen dieses Protokolls haben sich die 31 Unterzeichnerstaaten, darunter die Schweiz, verpflichtet, bis 2010 ihre Stickoxid- und VOC-Emissionen um rund 40 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu senken. Ist dieses Ziel erreicht, wird sich die Luftqualität im Schweizer Mittelland und vor allem im Tessin verbessern, da dieses von der grenzüberschreitenden Luftverschmutzung besonders betroffen ist. (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)
- Die bisher beschlossenen Massnahmen bewirken einen weiteren Rückgang der Emissionen bis 2020. Sie genügen jedoch nicht, um das Ziel zu erreichen. Es sind zusätzliche Massnahmen nötig (z.B. Verschärfung der Abgasnormen oder der Vorschriften für Feuerungsanlagen). (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)
- Um erhöhte Ozonkonzentrationen in Zukunft zu vermeiden, müssten die Emissionen der Vorläufersubstanzen gegenüber 1990 um 70 Prozent verringert werden, und zwar sowohl für VOC als auch für NO_x. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Die Verminderung des Ausstosses von VOC ist besonders wichtig, denn gemeinsam mit den Stickoxiden tragen diese als Vorläuferschadstoffe zur Bildung von Ozon bei. Dank der Massnahmen, die in den vergangenen 15 Jahren ergriffen wurden, liessen sich die Schadstoffe VOC und Stickoxide um die Hälfte vermindern. Die Ozonbelastung im Sommer hat sich jedoch nicht im entsprechenden Umfang verringert. (BAFU 23.08.07)
- „Die Behörden müssten einschneidende Sofortmassnahmen schon vor dem Aufbau einer Hochdrucklage verordnen, damit sie eine sichtbare Wirkung erzielen könnten“, sagt Atmosphärenphysiker Albrecht Neftel von der Bundesstelle Agroscope Reckenholz-Tänikon. Die Stickoxid-

Emissionen müssten um mindestens 60 bis 70 Prozent heruntergefahren werden.
(SonntagsZeitung 22.07.07)

- Die NO_x-Emissionen des gesamten Strassenverkehrs konnten im Zeitraum 1980 bis 2005 insgesamt um 62 Prozent reduziert werden. Bei den schweren Nutzfahrzeugen sind insgesamt die NO_x-Emissionen um 21 Prozent gesunken, bei den Lieferwagen insgesamt um 36 Prozent (BUWAL 2004). (Prograns „Umweltpolitische Aspekte des Strassengütertransportes und der Nutzfahrzeuge, 2007, S. 4)
- Die Verringerung der Ozon-Vorläufersubstanzen führt nicht in gleichem Umfang zu einer Minderung des Ozons: eine Reduktion der Vorläufersubstanzen um 50 Prozent bewirkt lediglich eine zehn- bis 20-prozentige Verringerung der Ozon-Spitzenkonzentration (BAUF/EMPA 2006) (Prograns „Umweltpolitische Aspekte des Strassengütertransportes und der Nutzfahrzeuge, 2007, S. 6)

Grossräumige Verfrachtung von Ozon

- Die Experten rätseln darüber, woher die steigende Hintergrundbelastung in Reinluftgebieten kommt. Sie dürfte ein Grund sein dafür, dass die Schadstoffreduktion der letzten Jahre beim Ozon weniger Wirkung zeitigte als erwartet. (NZZ 19.07.06)
- Die Hintergrundbelastung widerspiegelt die Ozonkonzentration in der freien Troposphäre. Diese wird durch die grossräumigen (europaweiten bis hemisphärischen) Emissionen von Stickoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen, aber auch von den langlebigen Spurengasen Methan (CH₄) und Kohlenmonoxid (CO) beeinflusst. Modellrechnungen zeigen, dass die Ozon-Hintergrundbelastung weltweit infolge der gestiegenen NO_x-, CH₄ und CO-Emissionen um ca. ein Mikrogramm pro Kubikmeter (1 µg/m³) pro Jahr zunimmt. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Hohe Ozonwerte sind ein grossräumiges Phänomen; dies ist eine plausible Erklärung, warum die Ozonbelastung in der Schweiz nicht entsprechend dem Rückgang der Vorläufersubstanzen abgenommen hat. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- In den unteren Luftschichten bis zehn Kilometer Höhe (Troposphäre) gibt es einen Sockelanteil natürlich vorhandenen Ozons. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass 80 Prozent des Ozons in der Deutschschweiz nicht hausgemacht sind. Die Gase stammen aus dem Ausland und aus der Ozonschicht. „*Neuere Erkenntnisse haben die bisherigen Modellprognosen über den Haufen geworfen*“, sagt Atmosphärenforscher André Prévôt vom Paul Scherrer Institut (PSI). (SonntagsZeitung 22.07.07)
- Etwa 25 Prozent eines sommerlichen Ozonmaximums sind auf lokale und regionale Emissionen (50x50 km) zurückzuführen. Weitere 18 Prozent sind natürlich vorhandenes Ozon. Der Rest stammt aus grossräumigen Verfrachtungen, d.h. aus anderen europäischen Ländern oder sogar von der übrigen nördlichen Hemisphäre. (Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 883)

Horizontale Ozon-Verfrachtung

- Gemäss Bundesamt für Umwelt (BAFU) sind bei einem Ozon-Stundenmittelwert von beispielsweise 200 µg/m³ nur rund 40 µg/m³ „hausgemacht“, das heisst auf Emissionen im Umkreis von 50 Kilometer (km) zurückzuführen und mit lokalen Massnahmen beeinflussbar. Das restliche Ozon werde durch Emissionen im Umkreis von 500 bis 1'000 km sowie vom sogenannten Hintergrund-Ozon und natürlichen Ozon bestimmt. (TCS 29.07.04; TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Die Luft kennt keine Kantons- und Landesgrenzen. Auch die Ozonbelastung wird nur zu etwa 30 Prozent lokal verursacht. (TCS Infotech: Geht uns die saubere Luft aus? Emmen 2008)
- In Reinluftgebieten ist die Ozon-Konzentrationen im Sommer oft höher als in Städten, da Ultraviolettstrahlung zur Ozon-Entstehung benötigt wird (sogenannter Photosmog) und sich in

Städten gebildetes und durch Wind in Reinluftgebiete transportiertes Ozon langsamer abbaut. (Wikipedia)

- Die eigentliche Frage lautet, woher die steigende Hintergrundbelastung kommt. Sie schlug sich auch in einem Anstieg der Ozonkonzentrationen auf dem Jungfraujoch – traditionell eine Reinluftstation – im letzten Jahrzehnt um durchschnittlich jährlich ein Prozent nieder. Hier können die Fachleute vorerst nur spekulieren.
Ordenez (Dissertation ETH Zürich 2006) erwägt als mögliche Gründe einen Transport von Ozon über die Kontinente hinweg, einen generellen Anstieg der Ozonkonzentration in der Nordhemisphäre oder grossräumige meteorologische Veränderungen. Auch in den USA wurde laut Experten an der Westküste nämlich ein Anstieg der Hintergrundbelastung bei sinkenden Schadstoffemissionen gemeldet.
Nicht auszuschliessen ist laut Johannes Stähelin vom Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich, dem Doktorvater von Ordenez, zudem, dass vermehrt Ozon aus der Stratosphäre in die Troposphäre eingemischt wird.
Nicht für wahrscheinlich hält Stähelin dagegen aufgrund der atmosphärischen Strömungen den Import von aus Schadstoffen gebildetem Ozon aus Asien, insbesondere China – aus Gebieten, in denen im Gegensatz zu Europa die Schadstoffemissionen nicht gesunken, sondern weiter stark gestiegen sind. Dieses Ozon dürfte eher über den Pazifik Richtung Amerika getrieben werden. (NZZ 19.07.06)
- Die grossräumige Ozon-Hintergrundbelastung ist ein internationales Problem und betrifft nicht nur die Schweiz, sondern ganz Europa und auch andere Regionen der nördlichen Hemisphäre. Zudem ist der Import von Ozon während ausgeprägten Smog-Episoden im Sommer z.B. aus der Region Poebene ins Südtessin ein grenzüberschreitendes Problem. Deshalb sind auch auf internationaler Ebene weitere Anstrengungen zur Senkung der Ozonbelastung notwendig. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Landesgrenzen sind für das Ozon kein Hindernis. Ein Teil der in der Schweiz gemessenen Belastung stammt aus Quellen in anderen Ländern. (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)
- Je nach Wetterlage wird Ozon weiträumig verfrachtet, was die Belastung in der Schweiz erhöht. (Umwelt 4/07, Saubere Luft S. 20)
- Schon Ende der 1960er-Jahre erkannten schwedische Wissenschaftler, dass sowohl Schwefeldioxid (SO₂) als auch Stickoxide (NO_x) über Hunderte von Kilometern verfrachtet werden. Die Versauerung der skandinavischen Seen war das Ergebnis eines grossräumigen Schadstofftransports aus England und dem angrenzenden Osteuropa mit seiner Schwerindustrie. (Umwelt 4/07, Saubere Luft S. 20)
- Trotz Rückgang der Vorläuferschadstoffe hat sich die Ozonbelastung im Sommer jedoch nicht im entsprechenden Umfang verringert. Zurückzuführen ist dies auf das komplexe Verhältnis zwischen Vorläuferschadstoffen und Ozon. Auch die Erhöhung der Grundbelastung – insbesondere durch Einträge aus weit entfernten Quellen (Nachbarländer oder Industriezentren in den USA und in Asien) – erklärt teilweise die gegenwärtige Situation. (BAFU 23.08.07; vgl. auch BAFU-Zeitschrift „Umwelt“ 4/2007)
- *„Dank Computern mit höherer Rechenleistung können wir zeigen, dass die interkontinentale Verfrachtung von Ozon und seinen Vorläuferstoffen viel höher ist als bisher angenommen“*, sagt Hansjörg Sommer, beim Kanton Zürich zuständig für die Lufthygiene. *„Den Kampf gegen die Ozonbelastung muss man weltweit führen, weil Ozon oder Vorläuferschadstoffe aus dem übrigen Europa und selbst aus Asien und Amerika innerhalb von 36 bis 72 Stunden bei uns auftauchen können“*, sagt Sommer. (SonntagsZeitung 22.07.07)
- Forscher der ETH Lausanne haben nachgewiesen, dass die Importe von Ozon und dessen Vorläuferstoffen aus China und anderen wirtschaftlich boomenden Ländern Asiens stark steigen. Für Atmosphärenforscher André Prévôt vom PSI ist klar: *„Die Belastung mit Ozon, das nicht in der Schweiz entstanden ist, hat zugenommen.“* (SonntagsZeitung 22.07.07)
- Im Tessin liegen die Ozonwerte in der Regel spürbar höher als in der übrigen Schweiz, weil das Tessin unter den Emissionen und der Ozonbelastung aus Norditalien leidet. (TCS 29.07.04)

- Im Sommer würden die so genannten Ozonfronten von der Lombardei ins Tessin ziehen und die lokalen Ozonwerte um 80 bis 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ansteigen lassen. (Umwelt 4/07, Saubere Luft S. 20)
- Mit kräftigem Westwind treibt das langlebige Ozon von Asien über den Pazifik bis in die USA und untergräbt dort die Bemühungen, die Luftreinhaltevorgaben einzuhalten. Diese Befürchtungen äusserten nun US-Forscher im Magazin „Nature“. Das rasante Wirtschaftswachstum in China und anderen asiatischen Ländern belastet die Luft übermässig, weil Kraftwerke, Autos und Heizungen noch nicht den technischen Standards westlicher Industrieländer entsprechen. (SonntagsZeitung 24.01.10)

Ozon aus der Stratosphäre

- Ozon (O_3) ist ein Molekül aus drei Sauerstoffatomen. 90 Prozent dieses Gases befindet sich in der Stratosphäre (Luftschichten oberhalb von 10 km bis etwa 80 km) und wirkt dort als Filter gegen den schädlichen ultravioletten Anteil der Sonnenstrahlung (Stichwort Ozonloch). Zwischen dem „oberen“ (stratosphärischen) und „unterem“ (bodennahen) Ozon gibt es nur einen eingeschränkten Austausch. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Stratosphärisches Ozon war schon immer eine Quelle für erhöhte Ozonkonzentrationen in den Alpen; dieses Ozon galt früher als Gütesiegel für die reine Bergluft, da es durch keine Schadstoffe zerstört wurde und sich damit in der Troposphäre länger halten konnte. (NZZ 19.07.06)
- Werden an schweizerischen Bergstationen nur Tage mit geringen Konzentrationen an Primärschadstoffen betrachtet, also Tage, an denen Luft aus der freien Troposphäre auf Stationshöhe sinkt, so ergibt sich ein deutlicher Anstieg des Ozonmittelwerts in den 1990er-Jahren (Quelle: Brönnimann et al. 2000). Für die Ursache des Anstiegs des Hintergrund-Ozons gibt es zurzeit (2003) keine einheitliche Erklärung. Dazu beitragen kann einerseits die verstärkte Ozonproduktion in der freien Troposphäre, aber auch der verringerte Abbau durch reduzierte Primärschadstoffe in Bodennähe. Dieser grossräumige Anstieg führt dazu, dass auch leichte Überschreitungen des Ein-Stunden-Grenzwerts vorkommen, wenn die lokale und regionale Ozonbildung relativ gering ist. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Das Ozon wird grossräumig von starken Winden in höheren Lagen verfrachtet. Zudem fällt aus der Ozonschicht mehr Ozon in tiefere Luftschichten, was die Belastung am Boden verstärkt. Das zeigen neueste Untersuchungen des Labors für Atmosphärenchemie am PSI. (SonntagsZeitung 22.07.07)

Immissionen

Immissionsgrenzwerte (Schweiz / EU)

- Sowohl in der Schweiz als auch in der EU beträgt der Grenzwert 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In der Schweiz handelt es sich um einen Ein-Stunden-Grenzwert, der einmal pro Jahr überschritten werden darf. In der EU hingegen gilt ein Acht-Stunden-Grenzwert, der 25mal pro Jahr überschritten werden darf. Ein Tag mit beispielsweise acht Stundenmittelwerten über 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hintereinander bedeutet in der Schweiz acht Grenzwertüberschreitungen. In der EU hingegen gilt dies nur als eine Grenzwertüberschreitung. Die Beurteilung in der Schweiz ist also wesentlich strenger. Je nach Anzahl Stunden mit Überschreitungen des Ein-Stunden-Grenzwerts von 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die nacheinander auftreten, kann die Beurteilung in der Schweiz im Extremfall bis 200mal strenger sein. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Bei den schweizerischen Immissions-Grenzwerten handelt es sich nicht um Alarmwerte (die Sofortmassnahmen erfordern würden), sondern um „Unbedenklichkeitswerte“. Ein überschrittener Grenzwert bedeutet also noch keine unmittelbare Gefahr. Deshalb geben die Behörden jeweils vor der „Ozonsaison“ der Bevölkerung Empfehlungen ab, wie sie sich bei hohen Ozonwerten verhalten kann, so wie es auch bei grosser Hitze oder für Allergiker bei einer hohen Pollenbelastung getan wird. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Zurzeit kennt die Schweiz im Gegensatz zur EU weder für Ozon noch für andere Luftschadstoffe Alarmwerte. Solche Alarmwerte würden, angesichts der meist falschen Interpretation der

Grenzwerte, einen Hinweis geben, ab wann Sofortmassnahmen erforderlich sind.
(TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)

- Auf die Festsetzung einer Alarmschwelle analog zur EU oder einer Interventionsstufe wie beim Wintersmog wurde von der schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) bei der letzten Verhandlung des Themas im April 2007 verzichtet. (Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 881)
- Nie als Warn- oder gar als Alarmwert gedacht, wie er oftmals interpretiert wurde, ist der schweizerische Grenzwert denn auch sehr tief angesetzt, so tief, dass er unter gewissen Bedingungen auch in reiner Natur übertroffen werden kann. (NZZ 19.07.06)
- Weil beim Ozon (wie beim Feinstaub) die (unbeeinflussbaren) Wetterlage von dominierendem Einfluss auf die Luftqualität ist, sind die extrem tief angesetzten Grenzwerte als Folge der natürlichen und/oder kaum zu minimierenden Schadstoffanteile gar nie einhaltbar. (...) Dementsprechend sind die Erfolge in der Ozonbekämpfung gleich Null. (René Weiersmüller, 16.06.07; NZZ 08.01.08)
- Der Schweizer Ozon-Grenzwert ist der weltweit tiefste Grenzwert, und Umweltmediziner relativieren ihn. (NZZ am Sonntag, 17.08.03)
- Peter Straehl, Spezialist für öffentliche Gesundheit im Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal, heute: BAFU), erklärt, warum die Schweiz die „Spezialität“ eines so tiefen Ozongrenzwerts hat: *„Das Umweltschutzgesetz verpflichtet den Bundesrat, die Grenzwerte so festzulegen, dass auch Personen mit erhöhter Empfindlichkeit vor schädlichen und lästigen Einwirkungen geschützt sind und im Wohlbefinden nicht erheblich beeinträchtigt werden.“* Weil man aber mit Lungenkranken und kleinen Kindern keine Ozon-Experimente machen kann, legt man die Schwelle tief, geht kein Risiko ein. (NZZ am Sonntag, 17.08.03)
- In der EU gilt ein Alarmkonzept (Richtlinie 2002/3/EG), das bei hohen Ozonwerten zwei Interventionsstufen vorsieht (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06; BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07):
 - Informationsschwelle: Bei $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erfolgt die Information der Öffentlichkeit über Ozonwerte und gesundheitliche Auswirkungen, mit Verhaltensempfehlungen.
 - Alarmschwelle: Bei $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, während drei aufeinander folgenden Stunden, treten Aktionspläne mit kurzfristigen Massnahmen in Kraft, falls diese zu einer nennenswerten Verringerung der Ozonbelastung führen. (...) Wird die Alarmschwelle während drei aufeinanderfolgenden Stunden überschritten und ist aufgrund der meteorologischen Situation auch in den nächsten Tagen mit Überschreitungen dieses Werts zu rechnen, müssen die EU-Mitgliedstaaten prüfen, ob sie kurzfristige Aktionspläne ausarbeiten und umsetzen könnten, um die Dauer oder das Ausmass der hohen Ozonbelastung zu verringern. Wenn kein nennenswertes Potenzial zur Minderung der Ozonbelastung durch kurzfristige Massnahmen vorhanden ist, sind die Mitgliedstaaten von dieser Pflicht entbunden. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- *„Ein wesentlicher Grund für die pessimistische Beurteilung sind nach meiner Meinung ideologische Grenzwerte, kreierte von Umwelt-Amtsstellen, die sich unbehindert vermehren“*, sagt René Weiersmüller. So bot er schon 1991 dem damaligen Umweltminister im „Tages Anzeiger“ eine Wette von 75'000 Franken an, der Ozongrenzwert sei allein wegen der natürlichen Grundbelastung nicht einzuhalten: Bundesrat Flavio Cotti liess sich nicht darauf ein. (Sonntagszeitung 14.06.0)

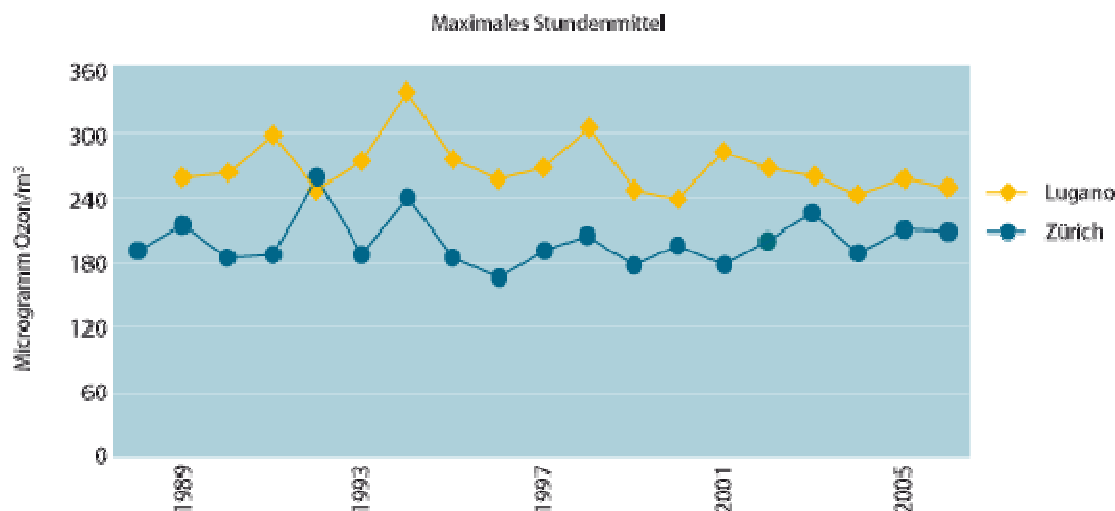
Immissionsmessungen

- **Aktuelle Situation:**

Die Ozonbelastung in der Schweiz ist gekennzeichnet durch häufige Überschreitungen des Immissionsgrenzwerts von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die auf der Alpennordseite gemessenen Werte liegen in einer Spanne von 150 bis $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, während die Messwerte südlich der Alpen höher sind. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Die NABEL-Messungen 2006 zeigen, dass die Ozonbelastung je nach Region sehr unterschiedlich ausfällt. Am häufigsten (643 bis 816 Stunden) überschritten wurden die Grenzwerte

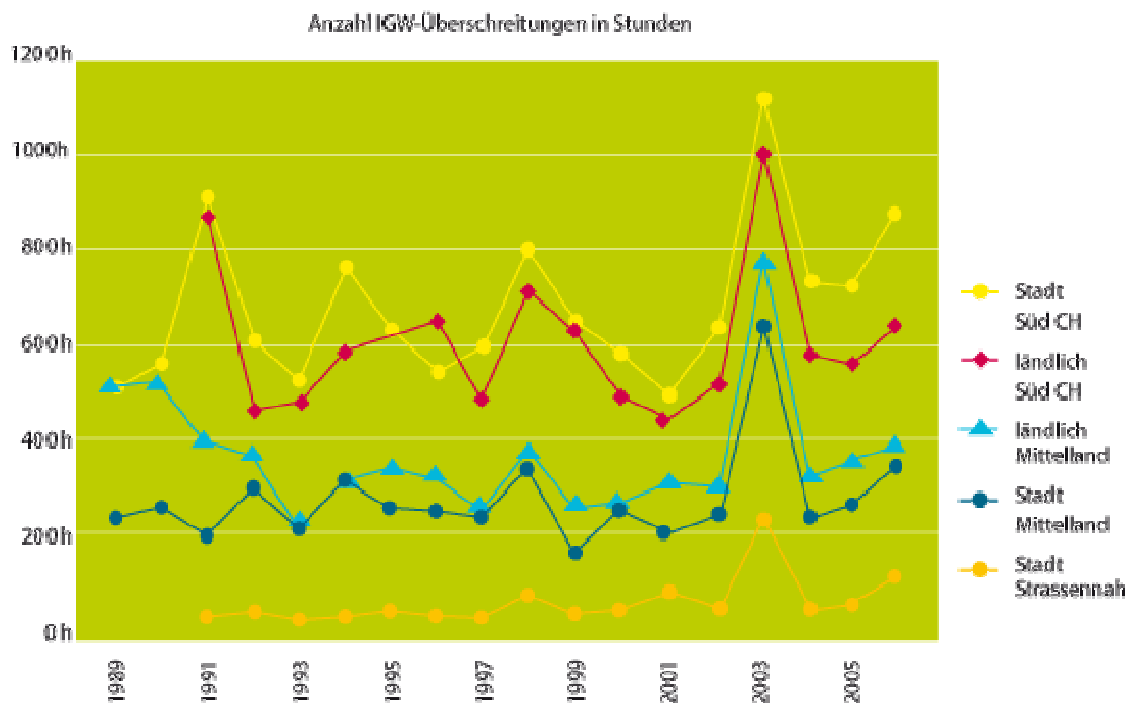
im Tessin und in mittlerer Höhe (ca. 1'000 Meter) auf der Alpennordseite. Die höchsten Stundenmittelwerte wurden im Tessin gemessen. In den übrigen Regionen nördlich der Alpen wurden die Ozongrenzwerte während 79 bis 425 Stunden überschritten. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)

- Die Ergebnisse des nationalen Netzwerks der Messstationen NABEL zeigen, dass die Belastungsspitzen 2006 im Vergleich zu den Vorjahren kaum zurückgegangen sind. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Ozonbelastungen über dem schweizerischen Ein-Stunden-Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden sich auch in Zukunft kaum verhindern lassen. Ob und wann eine Verbesserung dieser Situation in der Schweiz und in Europa erfolgen wird, lässt sich aus heutiger Sicht nicht beurteilen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- In geschlossenen Räumen ist man keinen hohen Ozonkonzentrationen ausgesetzt. (Faktenblatt Lungenliga Juni 2007)
- Obwohl die Vorläuferschadstoffe reduziert wurden, sind die Ozonwerte nicht gesunken. Mit Ausnahme des Hitzesommers 2003 mit extrem hohen Ozonwerten ist die Situation seit rund zehn Jahren stabil. („Der Bund“ 04.07.09)
- **Spitzenwerte retrospektiv:**
Die in den vergangenen Jahren auf der Alpennordseite gemessenen Spitzenwerte betragen $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Gemäss BAFU werden vereinzelte, in den 1980er-Jahren bei sehr hohen Temperaturen beobachtete Spitzenwerte von gegen $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Folge der Reduktion der NO_x - und VOC-Emissionen heute nicht mehr erreicht. Diese positive Entwicklung werde durch den Import von Ozon aber grossenteils kompensiert. Die zeitweise hohen Ozonbelastungen seien ein Phänomen von ganz Europa bzw. der ganzen nördlichen Hemisphäre. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)

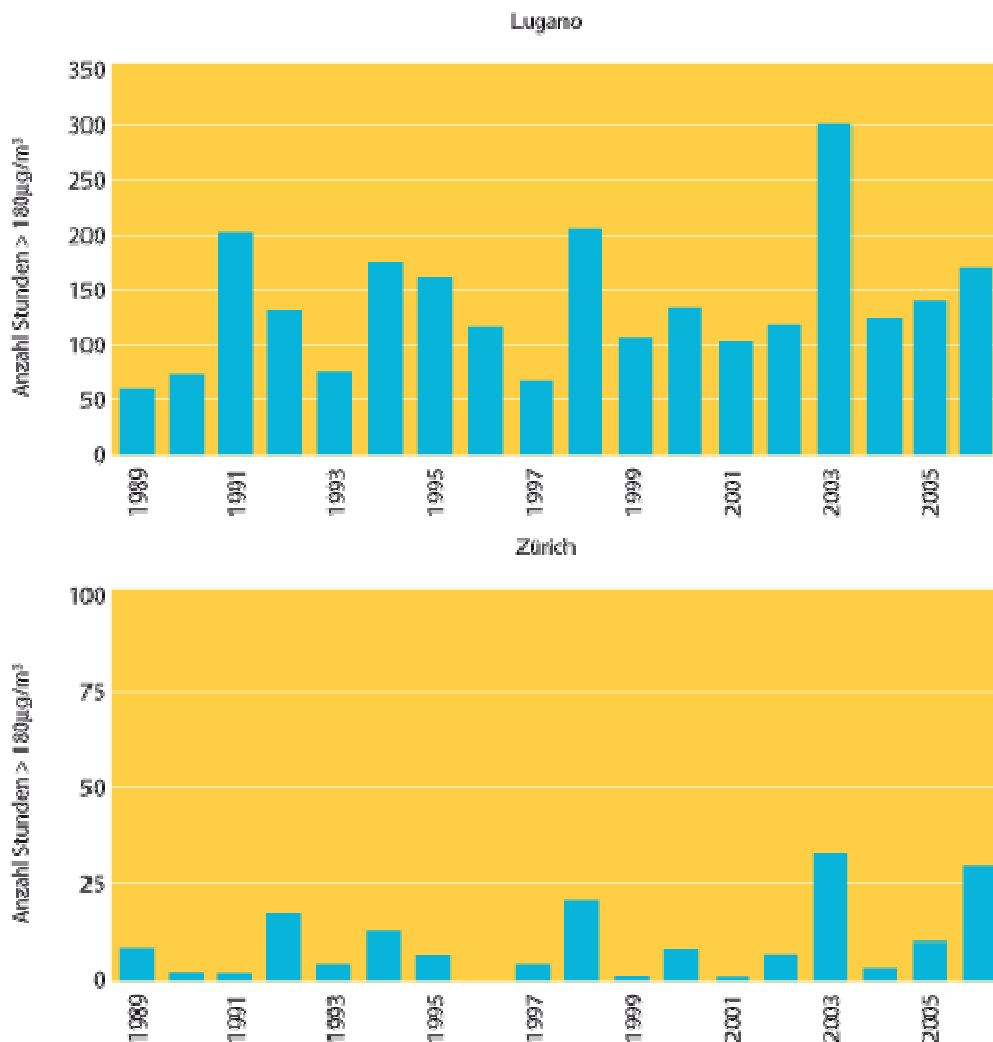


- Mit Ausnahme des Hitzesommers 2003, in dem aussergewöhnlich hohe Ozonwerte gemessen wurden (beidseits der Alpen), ist die Situation seit rund zehn Jahren ziemlich stabil. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- **Entwicklung retrospektiv:**
Die vom BAFU zur Darstellung der Entwicklung im Internet publizierte Ozonwerte von 1988 bis 2005 an den Messstationen des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) zeigen, dass der Rückgang von NO_x und VOC – entgegen den Erwartungen und Prognosen – nicht zu einem generellen Rückgang der Ozonbelastung geführt hat. (...) Weder beim maximalen Stundenwert, noch bei der (sehr empfindlich auf veränderte Werte reagierenden) Anzahl Stunden über dem Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oder dem 98%-Wert der Halbstundenwerte

des ozonreichsten Monats ist ein signifikanter Rückgang sichtbar.
(TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)



- Trotzdem sind gewisse Tendenzen erkennbar: Zum einen sind die maximalen Ozonbelastungswerte in den letzten 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 kein Abwärtstrend erkennbar. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Die Ozon-Jahresmittelwerte haben in den letzten Jahren leicht zugenommen. Diese Zunahme ist auch an den kaum direkt von schweizerischen Emissionen beeinflussten Bergstationen zu sehen, sodass sie als Anstieg der grossräumigen Hintergrundbelastung gesehen werden muss. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Nebst den (...) angestiegenen Ozonjahresmittelwerten ist die Zahl der Grenzwertüberschreitungen gesamtschweizerisch jedoch trotz Halbierung der Vorläufersubstanzen seit 1988 praktisch unverändert geblieben. (René Weiersmüller, in: NZZ 08.01.08)
- **Kanton Tessin:**
Die Ozonwerte im Tessin sind spürbar höher als in der übrigen Schweiz. Ob dies auf die anderen meteorologischen Bedingungen oder auf den grossen Importanteil von den Industriegebieten in Norditalien zurückzuführen ist, bleibt offen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- 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. (www.ozon-info.ch)
- Überschreitungen des Stundenmittelwerts von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Lugano und Zürich 1989-2006 (www.ozon-info.ch):



- Im Jahr 2006 wurde die Alarmschwelle von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nur im südlichen Tessin während drei Tagen (zwischen dem 21. und 25. Juli) erreicht. (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)

Wirkungen auf den Menschen

Auswirkungen des Ozons auf die menschliche Gesundheit

- Bei erhöhten Konzentrationen ist Ozon gesundheits- und umweltschädlich. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Ozon ist ein aggressives Reizgas und kann aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit tief in die Lungen eindringen. Als starkes Oxidationsmittel kann Ozon Zellmembranen und Nervenendigungen im Atemwegsepithel angreifen. Die Folge sind Gewebeschäden und starke Reizwirkungen in diesem Bereich. Ozon ist hauptverantwortlich für die Wirkungen des Sommersmogs auf den Menschen. In der Schweiz stehen die akuten Auswirkungen von kurzfristigen übermässigen Belastungen im Vordergrund. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Bei Sommersmog sind die gesundheitlichen Auswirkungen durch die Kombinationswirkung von Stickoxiden, VOC, Ozon und Feinstaub stärker als die jedes einzelnen Schadstoffes. So tragen Massnahmen zur Reduktion von Feinstaub-Emissionen auch zur Verbesserung der Lage im Sommer bei. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- Die Resultate der SAPALDIA-Studie zeigten, dass sich bei einer Erhöhung der Ozonwerte um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die Lungenfunktion um bis zu ein Prozent verschlechterte. Ähnliche Werte erhielt

man für die Luftschadstoffe NO₂ und Feinstaub. Da die Bildung von Ozon neben Sonneneinstrahlung auch Stickoxide benötigt, wirkt Ozon wahrscheinlich nicht allein auf die Atemwege. Es ist vielmehr die Kombination der verschiedenen Luftschadstoffe, welche zur Abnahme der Lungenfunktion führt. (Faktenblatt Lungenliga Juni 2007)

- Die langfristigen Folgen hoher Ozonkonzentrationen konnte SAPALDIA bisher nicht eindeutig belegen. (Faktenblatt Lungenliga Juni 2007)
- Über die Wirkung des Ozons auf die Gesundheit bestehen unterschiedliche Meinungen. Wie die Empfindlichkeit auf Hitze oder Kälte ist die Sensibilität auf Ozon von Mensch zu Mensch verschieden. Welche Wirkungen auf die Gesundheit das Ozon haben kann, hängt von mehreren Faktoren ab. Im Vordergrund stehen hier die Ozonkonzentrationen in der Luft und die eingeatmete Dosis. Deshalb spielt die körperliche Belastung bei hohen Ozonwerten eine wichtige Rolle. Denn wer sich körperlich anstrengt, atmet mehr und tiefer und nimmt dadurch eine höhere Ozondosis auf. Rund zehn Prozent der Bevölkerung reagieren auf hohe Ozonwerte empfindlich. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Es gibt kaum „typische Umweltkrankheiten“, die Wirkung der Schadstoffe ist meist unspezifisch, d.h. sie vermehren Krankheiten, die auch andere Ursachen haben. (Ursula Ackermann-Liebrich, Prof. Dr. med., Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Basel; in: URP/DEP 9 2007, S. 887)

Schwellenwerte

- Je höher die Ozonwerte steigen, desto mehr Personen sind betroffen. Je länger sich jemand in ozonreicher Luft aufhält, desto stärker wird die Reaktion. Je grösser die körperliche Anstrengung ist, desto stärker fällt die Reaktion aus. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Gemäss Martin Göttlicher, Professor für Toxikologie und Umwelthygiene an der TU München, konnten die ersten ozonbedingten Reaktionen beim Menschen bei einer Konzentration zwischen 160 und 200 µg/m³ nachgewiesen werden. In der EU-Praxis gehe man heute davon aus, dass man 180 µg/m³ tolerieren könne. In den Achtzigerjahren des letzten Jahrhunderts hatte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) noch 120 µg/m³ als Schwelle empfohlen. „Damals war die Datenlage nicht komplett, man war auf der vorsichtigen Seite“, so Göttlicher. (NZZ am Sonntag, 17.08.03)
- Wirkungen treten bei empfindlichen Bevölkerungsgruppen bereits bei Ozonkonzentrationen unter 180 µg/m³ auf. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Zwischen 120 und 180 µg/m³: „deutliche Belastung“. Bei empfindlich reagierenden Personen sind Schleimhautreizungen (Augen, Nase, Hals) wahrscheinlich. Bei körperlicher Anstrengung im Freien haben Kinder, Jugendliche und empfindlich reagierende Erwachsenen eine geringe Verminderung der Lungenfunktion zu erwarten. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- Zwischen 180 und 240 µg/m³: „hohe Belastung“. Die Wahrscheinlichkeit für Schleimhautreizungen ist erhöht. Bei körperlicher Anstrengung im Freien kann bei Kindern, Jugendlichen und empfindlich reagierenden Erwachsenen die Lungenfunktion um fünf bis zehn Prozent reduziert werden. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- Ab ungefähr 200 µg/m³ Ozon können Symptome wie Tränenreiz, Schleimhautreizungen in Rachen, Hals und Bronchien, Kopfschmerzen, verstärkter Hustenreiz, Verschlechterung der Lungenfunktion auftreten. (Wikipedia)
- Über 240 µg/m³: „Sehr hohe Belastung“ bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit für Reizungen der Schleimhäute stark erhöht ist. Bei körperlicher Anstrengung im Freien ist die Lungenfunktion in der gesamten Bevölkerung im Durchschnitt um 15 Prozent reduziert. Bei empfindlich reagierenden Personen sogar um 30 Prozent oder mehr. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- Die Schwelle für akute Wirkungen von Ozon liegt gemäss aktuellen Studien bei 240 µg/m³. „240 Mikrogramm pro Kubikmeter als Schwelle zu betrachten, ist sinnvoll“, sagt Otto Brändli, Chefarzt an der Zürcher Höhenklinik in Wald und Experte für Lungenerkrankungen. Sehr empfindliche Leute würden vielleicht bei 160 µg/m³ schon etwas merken, aber um die akute

Wirkung von Ozon – gereizter Rachen, Leistungsreduktion – wirklich zu spüren, müsse man auf 240 bis 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gehen.
(NZZ am Sonntag, 17.08.03)

- Eine neue Studie aus den USA hat untersucht, wann asthmatische Kinder vermehrt zum Medikamentenspray griffen. Resultat: ab 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bleibende Schäden durch Ozon sind bisher nicht bekannt. (NZZ am Sonntag, 17.08.07)
- Otto Brändli, Chefarzt der Zürcher Höhenklinik und Experte für Lungenkrankheiten: *Das Ozon ist für mich kein Thema. Grössere Sorgen bereiten mir die Staubpartikel in der Luft.*
(NZZ am Sonntag, 17.08.03)

Krankheitssymptome

- Zu den Wirkungen gehören unter anderem (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06):
 - Reizungen der Schleimhäute wie Augenbrennen, Kratzen im Hals, Druck auf die 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.).
- Aufgrund seiner oxidierenden Wirkung ist Ozon für den Menschen giftig. Häufig bei Ozonaufnahme ist heftiger Schläfenkopfschmerz. (Wikipedia)
- Ozon ist bei sehr hohen Konzentrationen ein Reizgas. Es kann die Atmungsfunktion vermindern sowie zu Reizungen von Augen, Rachen und Atemwegen führen. Zudem kann es Entzündungen der Bronchien begünstigen und Asthma verstärken.
(TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- 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.
(BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Die Empfindlichkeit auf Ozon ist von Mensch zu Mensch sehr verschieden. Untersuchungen an verschiedenen Personengruppe 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 bis 15 Prozent der Schweizer Bevölkerung ozonempfindlich. Diese Betroffenen aus allen Altersgruppen haben als Erste unter Sommersmog zu leiden. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Mit dem Anstieg der Konzentration an Schadstoffen in der Luft steigt das Risiko für Blinddarmentzündungen. Diesen Schluss legt eine Studie nahe, die in der kanadischen Ärztezeitung „CMAJ“ erschienen ist. Ihr überraschendes Fazit: Sogar der Blinddarm reagiert auf die Luftverschmutzung. (...) Bereits während kurzer Phasen mit erhöhter Luftverschmutzung (Stunden bis Tage) sind Herzinfarkte, Herzrhythmusstörungen und Schlaganfälle messbar häufiger. Und neu auch die Blinddarmentzündungen. Nino Künzli, Leiter des Basler Instituts für Sozial- und Präventivmedizin hält es für möglich, dass die Entzündungsreaktionen durch feine Partikel auch bei Blinddarmentzündungen eine Rolle spielen. Die Blinddärme der über 64-Jährigen, so legt die Studie nahe, reagieren vor allem auf Schwefel- und Stickstoffdioxid. Wurmfortsätze von 18- bis 34-Jährigen reizen dagegen vor allem erhöhte Ozonwerte. Stiegen die Ozonwerte, so steigt sieben Tage später auch die Zahl der Entzündungen um rund 50 Prozent. Ozon war denn auch von allen Schadstoffen am gefährlichsten. Um zirka 30 Prozent erhöht sich das Risiko für eine Blinddarmentzündung fünf bis sieben Tage nach Ozonbelastung.
(Tages Anzeiger 14.10.09)
- Eine Zeitlang schien es, der Übeltäter, der uns mit Allergien bedroht, könnte gefasst sein. Man glaubte, es sei die Umweltverschmutzung. Eine Münchner Kollegin schrieb eine aufsehenerregende Arbeit, in der sie nach dem Berliner Mauerfall die Allergiehäufigkeit bei Ossid und

Wessis untersuchte. Man vermutete, die armen Ossi hätten derart unter rauchenden Kamin-schloten, giftigen Trabi-Auspuffen, Kohleheizungen und allen anderen kommunistischen Er-rungenschaften gelitten, dass sie nur so von Allergien strotzen müssten. Herausgekommen ist das Gegenteil: Die Wessis hatten mehr Allergien. Weltweit bestätigen seither Wissenschaftler, dass selbst in Neuseeland, wo die Luft kristallklar ist, Allergien am Zunehmen sind und dass selbst die Einwohner von Moskau im Vergleich zu uns Mitteleuropäern wesentlich weniger Allergien haben. (Beda M. Stadler, in: Weltwoche Nr. 5.09)

Asthmatikerinnen und Asthmatiker

- Die ozonbedingte Reaktion in den Luftwegen ist bei vielen, jedoch nicht bei allen Asthmatike-rinnen und Asthmatikern stärker ausgeprägt als bei Gesunden. Zudem verstärkt Ozon die Auswirkung anderer Reize (weitere Luftschadstoffe wie Schwebestaub [PM10] sowie Pollen, Milben, usw.), was für Asthmatikerinnen und Asthmatiker problematisch werden kann. Unter Asthma leidende Personen, die nicht mit entzündungshemmenden Mitteln behandelt werden, reagieren stärker auf Ozon und weisen mehr Symptome auf als solche, die eine Basistherapie erhalten. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

Kinder

- Erhöhte Ozonbelastungen können die Lungenfunktion vor allem bei Kindern und empfindlich reagierenden Personen beeinträchtigen. Die Lungen der Kinder (bis zum 5. Altersjahr) weisen eine verminderte respiratorische Belastbarkeit auf und sind besonders anfällig gegenüber Schadstoffen wie Ozon. Kinder sind auch besonders anfällig für entzündliche Erkrankungen der Luftwege, welche durch erhöhte Ozonkonzentrationen begünstigt werden. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Kleinkinder bis zum fünften 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Eine Studie im Tessin hat gezeigt, dass bei empfindlich reagierenden Kindern bei moderater Anstrengung Lungenfunktionseinbussen bis zu 30 Prozent auftraten, obwohl die Ozonspitzen-werte $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschritten. In einer Studie aus den USA wurde beobachtet, dass sich die Lungenfunktion bei Kindern verbesserte, welche von einer stärker mit Ozon belasteten Re-gion in Gegenden mit geringer Belastung zügelten. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Jetzt bringt eine im Juli von deutschen Forschern im „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine“ veröffentlichte Studie endlich mehr Klarheit. Über 3'000 Kinder aus München wurden von ihrer Geburt an bis zur Einschulung beobachtet. Dabei zeigte sich, dass Kinder, die näher an einer stark befahrenen Strasse wohnten, ein 50 Prozent höheres Risiko für allergische Krankheiten hatten als ihre „Gspänli“, die in Quartieren mit geringem Ver-kehrsaufkommen wohnten. Schon Strassen mit einem Verkehr von 10'000 Autos sind für Kin-der schädlich. (...) Interessanterweise leiden Kinder, die weniger als 50 Meter entfernt von stark frequentierten Strassen aufwachsen, nicht nur vermehrt unter Asthma oder Bronchitis. Sie haben auch mehr Heuschnupfen oder Ekzeme. Eine Erklärung könnte sein, dass sie dem giftigen Stickoxid stark ausgesetzt sind. Laut Georg Schläppi, Geschäftsleiter des Schweizeri-schen Zentrums für Allergie, Haut und Asthma (www.ahaswiss.ch), bestätigen die Untersu-chungen aus Deutschland ganz klar die Beobachtungen von „aha“ in der Schweiz: „Luft-schadstoffe sind ein Reizfaktor für die Atemwege. Ausserdem können Allergie auslösende Pollen unter dem Einfluss dieser Schadstoffe aggressiver werden.“ (Blick 16.07.08)

Ältere Menschen

- Über die entzündlichen Folgen von Ozon bei älteren Menschen weiss man wenig. In ver-schiedenen Studien wurde festgestellt, dass ältere Personen auch bei höheren Ozonkon-zentrationen in der Lungenfunktion weniger stark reagieren als jüngere. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

- In vielen Fällen ist nicht ohne weiteres zu unterscheiden, ob allfällige Beschwerden bei hohen Ozonwerten vom Ozon selbst oder von den gleichzeitig meist vorherrschenden hohen Temperaturen stammen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Die WHO hat die Wirkungen von Ozon auf die Spitaleintritte untersucht. Die Auswertung der Studien aus Europa zeigt, dass die Spitaleintritte wegen respiratorischer Beschwerden bei den 15- bis 65jährigen Personen um 0,1 Prozent, bei den über 65-Jährigen um 0,5 Prozent zunehmen, wenn die Acht-Stunden-Mittelwerte von Ozon um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher sind. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

Erhöhte Sterblichkeit

- Aussergewöhnlich hohe Ozonkonzentrationen können zu einer erhöhten Sterblichkeit führen. Im Hitzesommer 2003 sind in der Schweiz rund 1'000 zusätzliche Todesfälle eingetreten, insbesondere unter älteren Menschen. Rund ein Drittel dieser Todesfälle ist der übermässigen Ozonverschmutzung anzulasten. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- Abschätzungen der EKL zu den Auswirkungen der Sommersmog-Belastung 2003 auf die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung zeigen, dass etwa 150 bis 300 frühzeitige Todesfälle (entspricht in etwa ein Viertel der Übersterblichkeit während dieser Hitzeperiode) der übermässigen Ozonexposition angelastet werden müssen. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Die 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 Prozent zunehmen, wenn die maximalen Acht-Stunden-Werte von Ozon um zehn $\mu\text{g}/\text{m}^3$ steigen. Diese Wirkungen werden dem Ozon zugeordnet und sind verschieden von den Wirkungen der Feinstpartikel- oder Stickstoffdioxid-Belastung. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Erhöhte Ozonwerte können schon nach kurzer Zeit die Gesundheit und das Leben gefährden. Zu diesem Ergebnis kommt ein Bericht des National Research Council. Nach Einschätzung des 13köpfigen Expertenteams, das die Untersuchungen durchführte, gebe es kaum Zweifel, dass Ozon Lungenkrebserkrankungen verschlechtere und auch zum Tod führen könne. Besonders Asthmatiker und Menschen mit anderen Atemwegserkrankungen seien betroffen. Eine Gefährdung bestehe generell nach einem Smog-Tag und auch unterhalb der bisherigen Grenzwerte. (presstext.schweiz 25.04.08)

Toxikopie

- Manchmal kann es auch passieren, dass Auswirkungen nur im Kopf stattfinden, wie ein vor rund zehn Jahren in Stuttgart durchgeführtes Experiment zeigte. Damals klagten nämlich Testkandidaten, die bei einem Versuch aus einem angeblich mit Ozon durchsetzten Raum marschierten, über Augenbrennen und Halsschmerzen. Und das, obwohl sich in Wahrheit kein einziges Mikrogramm des Reizgases in der Atemluft befunden hatte. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06, unter Verweis auf ams 17/1994)
- In Tagen erhöhter Ozonkonzentration, aber noch unter dem medizinischen Schwellenwert, sehen sich auch durchaus robuste Leute als Betroffene. Sie reagieren nach Meldungen über erhöhte Ozonwerte mit Bedrohungsängsten respektive dem, was die Fachliteratur „Toxikopie“ nennt: Sie empfinden Beschwerden, die sie aus den Medien als typisch für Ozonschädigungen erfahren haben – wie Augenreizung, Schläffheit, Schluckbeschwerden –, obwohl die Ozondosis nicht ausreicht, um diese Symptome hervorzurufen. (NZZ am Sonntag, 17.08.03)
- Unter Toxikopie wird die Kopie einer Vergiftung (toxischen Reaktion) verstanden. Hierbei treten manifeste Symptome auf, die solchen bei einer Vergiftung vergleichbar sind, ohne dass eine relevante Belastung nachgewiesen werden kann. Diese körperlichen Reaktionen werden aus-

gelöst durch subjektive Informationsbewertungen über eine angeblich vorhandene Noxe. Toxikopie stellt einen vorbeugenden Schutzmechanismus dar, der bei Menschen von unterschiedlicher Rasse, unterschiedlichem Alter, Geschlecht und Bildungsgrad nachgewiesen werden konnte. Toxikopie-Reaktionen infolge von Umweltängsten stellen Sonderfälle eines allgemeinen Umweltbewältigungsprinzips dar. Es wird vermutet, dass Umweltängste (bzw. das Wissen um Umweltbelastungen) zu einer Verstärkung vorhandener umweltbeeinflussender Gesundheitswirkungen führen können. Bei dem Phänomen Toxikopie ist strittig, inwieweit es als eine angemessene oder unangemessene Reaktion zu bewerten ist. (TAB-Arbeitsbericht Nr. 47; März 1997)

Verhaltensempfehlungen während Smogepisoden

- Bei starker Belastung intensive körperliche Anstrengung vermeiden: An heissen, sonnigen Tagen sollten sportliche Aktivitäten und intensive körperliche Anstrengung während der Tageszeit mit der höchsten Belastung, das heisst ab Mittag bis zum späten Nachmittag, vermieden werden. Solche Aktivitäten sollten vormittags oder abends geplant werden, wenn die Ozonwerte niedriger sind. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- 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. (...) 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Wer unter der hohen Ozonbelastung leidet (oder sind es etwa die hohen Temperaturen?), verschiebt deshalb körperliche Anstrengungen am besten auf den noch kühleren Vormittag oder auf den Abend. (TCS 29.07.04)
- Eine generelle Empfehlung, bei hohen Ozonwerten nicht ins Freie zu gehen, ist nicht notwendig. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Auch wenn die Ozonkonzentration in geschlossenen Räumen in der Regel niedriger ist als im Freien, sollen Kinder weder vom Spielen abgehalten noch eingesperrt werden. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Personen, die wiederholt Beschwerden verspüren, sollten eine Ärztin oder einen Arzt aufsuchen, um die Ursache der Symptome genau abzuklären. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

Auswirkungen auf die Vegetation

- Ozon wirkt sich auch auf die Umwelt aus, insbesondere beeinträchtigt es das Pflanzenwachstum. (...) Eine anhaltende Dauerbelastung durch Ozon kann das Wachstum und die Vitalität empfindlicher Pflanzenarten beeinträchtigen. Sie 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 Ernteeinbussen unterschiedlich aus. (BAFU, Faktenblatt 3 „Auswirkungen der Ozonbelastung“, 01.05.07)
- 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Zwar konnte bisher eine ozonbedingte Wachstumshemmung bei Bäumen noch nicht eindeutig nachgewiesen werden, eine Veränderung des Blattwerkes durch erhöhte Ozonkonzentration hingegen schon. (BaZ 08.08.07)
- Ozon schwächt die Bäume und verlangsamt das Holzwachstum. Ozon verhindert, dass der in Blättern und Nadeln gebildete Zucker über Zweige, Äste und Stamm in die Wurzeln gelangen kann. Der Nahrungsentzug lässt die Bildung von Feinwurzeln und Pilzen „Mykorrhiza“ ver-

kümmern, mit negativen Konsequenzen für den ganzen Baum.

(BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

- Amerikanische Wissenschaftler haben eine erstaunliche Entdeckung gemacht: Pappel-Stecklinge, die sie zuvor im Stadtgebiet von New York gepflanzt hatten, wuchsen rund doppelt so schnell wie genetisch identische Stecklinge, die sie zum gleichen Zeitpunkt auf der eher ländlichen Long Island und im Hudson Valley gepflanzt hatten. Indem die Forscher die Bäume an allen Standorten mit einem Überfluss an Nährstoffen wachsen liessen, konnten sie ausschliessen, dass das stärkere Wachstum in der Stadt auf höheren Stickstoff-Einträgen oder einem besseren Boden beruhte. Auch Versuche mit verschiedenen Kohlendioxid-Konzentrationen zeigten keine gravierenden Unterschiede. Die letzte noch in Frage kommende Variable zwischen Stadt- und Landluft war also das Ozon – die Werte der ländlichen Pappel-Standorte waren fast doppelt so hoch wie die in New York. (...) Die Pappeln mit höheren Ozon-Belastungen wuchsen nur halb so schnell wie jene mit mittelmässiger Ozon-Belastung. (NZZ 23.07.03)
- Ozon schädigt landwirtschaftliche Kulturen. Besonders bei Nutzpflanzenarten mit einer hohen Blattdurchlässigkeit wie Klee, Luzerne, Tomate, Soja oder Bohne kann Ozon leicht ins Blattinnere eindringen und Blattzellen angreifen. Dies führt kurzfristig zu sichtbaren Blattschädigungen. Aber auch ohne typische Schadsymptome führt die Dauerbelastung durch Ozon zu Ertragseinbussen bei wichtigen Kulturen wie Weizen oder Kartoffel. Je nach Kultur und Region, und in Abhängigkeit der herrschenden Umweltbedingungen, sind diese Erteeeinbussen unterschiedlich gross. (...) Die Ertragsausfälle liegen je nach Kultur, Region und Jahr zwischen fünf und 15 Prozent. Auch die Forstwirtschaft ist betroffen. Ozon gilt in Kombination mit anderen Schadstoffen als Stressfaktor für Waldbäume und somit als Mitverursacher von Waldschäden. (...) Besondere Trockenheit führt zu einer Verengung der Spaltöffnungen und damit zu einer Verminderung der Aufnahmerate. Dadurch nimmt auch die Wirksamkeit des Ozons ab. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- In den letzten Jahren seien die Auswirkungen des Ozons auf die Pflanzen schwächer geworden, sagt Jürg Fuhrer, Leiter der Gruppe Lufthygiene/Klima an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon. Fuhrer führt dies darauf zurück, dass es weniger Ozon-Spitzenwerte gab. Die hohen Werte im Sommer 2003 konnten den Pflanzen wenig anhaben. (Berner Zeitung 14.07.10)
- Auch für Pflanzen gibt es Ozon-Grenzwerte. Diese europäischen Richtlinien zum Schutz der Vegetation gelten als Zielgrössen für politische Massnahmen zur Senkung von Schadstoffen. Sie unterscheiden sich dadurch vom Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Schweizer Luftreinhalte-Verordnung, dass sie die Gesamtbelastung während der Vegetationszeit berücksichtigten. (Berner Zeitung 14.07.10)

Weitere Auswirkungen von Ozon

- Ozon greift auf Grund seiner stark oxidierenden, aggressiven Eigenschaften auch Sachgüter an. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Nicht zuletzt ist Ozon ein Treibhausgas, das zum Klimawandel beiträgt. (...) Nach Kohlendioxid und Methan trägt Ozon als dritt wichtigstes Gas zur Klimaerwärmung bei. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Das stark oxidierende Ozon reagiert 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

Abbau des Ozons

- 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 (NO₂). NO₂ wiederum wird vom Wind verfrachtet und ist Vorläufersubstanz für die Ozonbildung ausserhalb der Stadt.

(BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06; „Der Bund“ 04.07.09)

- In Städten tragen Emissionen (Ruß, etc.) zum Ozon-Abbau bei, da oxidierbare Stoffe in der Luft Ozonmoleküle abbauen. (Wikipedia)
- „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 und CO₂) 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“. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Steigende Ozonwerte werden im Herbst und im Winter verzeichnet – Zeiten, in denen die meteorologischen Bedingungen die Ozonbildung nicht begünstigen. Beim Anstieg im Winter hat wohl auch die Reduktion von Stickoxid zu einem geringeren Ozonabbau durch diesen Schadstoff geführt. Diese lufthygienische Massnahme hatte in diesem Fall also in Bodennähe mehr Ozon gebracht. (NZZ 19.07.06)
- Primär wird zwar vom Verkehr Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das vorerst Ozon zerstört. Dieses Stickstoffmonoxid wird aber grösstenteils und relativ schnell in Stickstoffdioxid (NO₂) umgewandelt, welches dann angeblich die Ozonbildung begünstigt. (...) In Emittentennähe – also beispielsweise neben Strassen – sind Ozonmittelwerte wie Tages- oder Jahresmittel vor allem wegen des morgendlichen Ozonabbaus durch Stickstoffmonoxid praktisch immer tiefer als an emittentenerfernen Orten. Ozonmittelwerte sind daher selbst im Sommer nahezu wertlos und unterliegen auch keiner Grenzwertforderung. Die seit etwa 20 Jahren landesweit steigenden Ozonjahresmittelwerte sind demzufolge (und paradoxerweise) weitgehend auf die Anstrengungen zur Erreichung einer saubereren Luft zurückzuführen. (René Weiersmüller, in: NZZ 08.01.08)

Kuriositäten und Erkenntnisse

Sauerstoff-Ozon-Therapie

- Zur Förderung der Durchblutung, des Stoffwechsels, der Widerstandsfähigkeit, der Regeneration und Fitness, bei Erschöpfungs-, Alters- und Abnutzungserscheinungen wird in der alternativen Medizin die Sauerstoff-Ozon-Therapie mit aktiviertem Sauerstoff angewandt. (...) Wenn der Körper nicht mehr in der Lage ist, sich mit Sauerstoff zu versorgen, beispielsweise wenn ein Raucherbein oder ein Herzinfarkt vorliegt, kann die Methode der Sauerstoff-Ozon-Therapie von entscheidender Bedeutung für die Regeneration sein. (...)

Die heilende und regenerierende Wirkung von Ozon-Sauerstoff-Gemischen wurde erstmals im ersten Weltkrieg erkannt und sporadisch bei der Behandlung von Wunden und Fisteln eingesetzt. (...) Nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Forschung mit Sauerstoff-Ozon-Gemischen fortgesetzt, und die qualitativ hochwertigen Geräte zur Herstellung von solchen Gemischen aus reinem Sauerstoff sind in den letzten Jahren immer mehr verbessert worden. (...)

In der Zeitschrift „Privatärztliche Praxis“ (1996) werden folgende Hauptindikationen aufgezählt: Wundbehandlung septischer bzw. schlecht heilender Wunden, Durchblutungsstörungen von Gehirn, Herz, Extremitäten, Krebserkrankungen, Stoffwechselstörungen, akute und chronische Infektionen, Geriatrie, Alters- und Abnutzungserscheinungen. (...)

Da und dort sind Krankenkassen bereit, einen Teil der Kosten zu übernehmen. Am besten wird es jedoch sein, sich nicht auf solche Zuschüsse einzustellen.

(www.ebertin.de/sauerstoffozon/sauerstoffozon.html)

Mit Ozon gegen Mikroverunreinigungen

- Seit Anfang Juli (2007) wird im zürcherischen Regensdorf das Abwasser mit Ozon behandelt. Mit der Pilotanlage soll untersucht werden, ob mit Ozon schädliche Mikroverunreinigungen – Hormone, Arzneimittelrückstände, Pestizide, Umweltchemikalien bilden ein junges Hauptproblem

des Gewässerschutzes – aus dem Abwasser entfernt werden können. Ozon ist sehr reaktionsfreudig, und Versuche im Labor haben gezeigt, dass dieses in der Lage ist, unliebsame Verbindungen im Abwasser abzubauen. (NZZ 10.07.07)

„Die Schweiz ist das grünste Land“

- Die Schweiz ist das „grünste“ Land der Welt. Die renommierten US-Universitäten Yale und Columbia präsentierten am WEF in Davos eine entsprechende Studie. Geprüft wurden unter anderem die Wasserqualität und die Luftverschmutzung. Die Schweiz schnitt klar am besten ab und zwar vor Schweden und Norwegen. (20 Minuten, 25.01.08)

Massnahmen gegen Sommersmog

Wirkungslosigkeit von temporären Massnahmen

- Zur Bekämpfung der Sommersmog-Belastung stehen auf nationaler Ebene dauerhafte Massnahmen im Vordergrund. Tageweise Sofortmassnahmen sind dagegen ein untaugliches Mittel: Sie kommen zu spät und können die hohen Belastungen kaum mehr beeinflussen. (...) Die Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL) empfiehlt, von tageweisen Sofortmassnahmen zur Bekämpfung von hohen Ozonbelastungen abzusehen, hingegen wegen der chronisch zu hohen Schadstoffbelastungen weitere dauerhaft wirksame Massnahmen möglichst bald zu realisieren. (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Die Verringerung der Ozonbelastung ist nur durch die Eindämmung der beiden Vorläuferschadstoffe möglich. Daher hat der Bund bereits vor über 20 Jahren eine Politik eingeleitet, um Stickoxide und VOC dauerhaft zu verringern. (BAFU, Faktenblatt 1 „Ozon: Erste Erfolge bei der Bekämpfung der Vorläuferschadstoffe“, 01.05.07)
- Experten sind sich einig: Hohe Ozonwerte (z.B. Stundenwerte von über $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) lassen sich nur mit starken Emissionsreduktionen auf der ganzen nördlichen Hemisphäre, nicht aber mit kurzfristigen lokalen Massnahmen senken. Deswegen hat der Bundesrat für die Schweiz auf ein Alarmkonzept mit Sofortmassnahmen bei hohen Werten verzichtet. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Hohe Ozonwerte wie z.B. Stundenwerte von 200 bis $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lassen sich mit gut abgestimmten kurzfristigen Massnahmen im besten Fall um einige wenige Mikrogramme senken. Deswegen hat der Bundesrat für Schweiz auf ein Alarmkonzept mit Sofortmassnahmen bei hohen Werten verzichtet. (TCS, 29.07.04)
- Im Falle des Ozons gibt es nach heutigem Wissensstand keine Sofortmassnahmen, die zu einer spürbaren Ozonreduktion führen würden. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Es gibt keine Massnahmen, um die hohen Belastungen im Sommer zu bekämpfen. Selbst flächendeckend Tempo 80 auf Autobahnen würde die Belastung nur um ein Prozent reduzieren. (...) Die grossräumigen Verfrachtungen von Ozon aus Europa, den USA und Asien machen jede Anstrengung in der Schweiz zunichte. (Matthias Halbeis in: SonntagsZeitung 22.07.07)
- „Lokale und kurzzeitige Sofortmassnahmen sind im Grunde nur eine Augenwischerei oder ein Beruhigungsmittel“, sagt Atmosphärenphysiker Albrecht Neftel von Agroscope Reckenholz-Tänikon. (SonntagsZeitung 22.07.07)
- Saisonale Massnahmen lassen nur dann eine Verminderung der Ozon-Spitzenwerte erwarten, wenn der Ausstoss der Vorläufersubstanzen grossräumig erheblich vermindert wird. Entscheidend für die Wirksamkeit dieser zeitlich begrenzten Massnahmen sind ihr räumlicher Umfang (z.B. Alpensüdseite / Westschweiz / Ostschweiz / ganzes Mittelland) sowie ihre Dauer. Werden solche Massnahmen im Sommer präventiv auf gesamtschweizerischer oder mindestens regionaler Ebene durchgesetzt, können sie zu einer Senkung der NO_x - und VOC-Belastung sowie zu einer Linderung der Ozonbelastung führen. (Pressemitteilung BPUK 10.09.04)
- Neben den dauerhaft wirksamen Massnahmen können auch solche Massnahmen (tageweise Sofortmassnahmen) zur Linderung des Sommersmog-Problems beitragen, die über eine längere Zeit von ein bis zwei Monaten oder während der Sommersaison und nicht nur punktuell, sondern

in einer grösseren Region durchgeführt werden (z.B. die Einschränkung oder das Verbot von alten Last- und Personenwagen mit einer besonders hohen Schadstoffausstoss oder die Verbilligung und Förderung von öV-Angeboten). (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)

- Unabhängig, woher die Erhöhung der Hintergrundbelastung komme, klar sei für Fachleute heute, meint Johannes Stähelin vom Institut für Atmosphäre und Klima der ETH Zürich, dass eine weitere Senkung der Ozonspitzen im Sommer nicht durch kurzfristige Massnahmen, die sich auf eine Region oder selbst auf die Schweiz beschränkten, zu erreichen sei. Erfolgversprechend könnte nur ein europaweit koordiniertes Vorgehen sein, und auch da müssten Massnahmen bereits zu Beginn einer Schönwetterperiode ergriffen werden. Im Klartext heisst das für die Politik, dass sich eine Diskussion über sommerliche Fahrverbote und Ähnliches, sei es regional oder landesweit, erübrigt. (NZZ 19.07.06)
- Beim relativ kleinen Anteil des „hausgemachten“ Ozons von 20 Prozent an einer hohen Ozonbelastung müsste mit Massnahmen zur Reduktion der NO_x-Emissionen theoretisch ein Effekt möglich sein. Berücksichtigt man allerdings, dass der Anteil des PW-Verkehrs an den NO_x-Emissionen in der Schweiz gemäss BAFU rund 19 Prozent bzw. 17'000 Tonnen (Stand 2005) beträgt, wird schnell klar, dass auch Massnahmen beim PW-Verkehr, wie z.B. Tempo 80 auf Autobahnen oder gar Fahrverbote, im allerbesten Fall nur einen marginalen Beitrag zur Ozonreduktion leisten können. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- 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. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)
- Schliesslich müssen Massnahmen aber auch politisch und wirtschaftlich tragbar sein. Ebenso müssen sie überzeugen und damit die Akzeptanz in der Bevölkerung finden. (Pressemitteilung BPUK 10.09.04)
- Angesichts der komplizierten und grossräumigen Bildungsmechanismen von Ozon ist es schwierig, mit lokalen Massnahmen messbare Wirkungen (zur Entschärfung der Smog-Situation) zu erzielen. (Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 885)

Massnahmen auf Bundesebene

- Die Schweiz wie auch Europa setzen auf langfristige Massnahmen, nämlich die Verminderung der Emissionen der Vorläufersubstanzen Stickoxide (NO_x) und Kohlenwasserstoffe (VOC). (TCS 29.07.04)
- Die so genannten Vorläuferschadstoffe müssen auf nationaler und europaweiter Ebene dauerhaft reduziert werden. Bei besonders starker Belastung können die Kantone kurzfristige Massnahmen zur temporären Verringerung der lokalen Luftverschmutzung ergreifen. Jeder Einzelne kann dazu beitragen, die Emissionen von Luftschadstoffen in Grenzen zu halten. (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)
- Eine sehr wirksame Massnahme bestünde in der Ausrüstung der Fahrzeuge mit Dieselmotor mit so genannten DeNO_x-Systemen. Diese Technologie steht aber noch nicht für alle Fahrzeuge zur Verfügung. Namentlich für Personenwagen ist sie noch in Entwicklung. (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07)

Interventionskonzept Sommersmog der Kantone

- An der Hauptversammlung der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) vom 9. September 2004 wurde ein Grundlagendokument zur Ozonbekämpfung (Sommersmog) beschlossen. Dieses sieht drei Stufen vor: Information, Mitwirkung durch die Bevölkerung und behördliche Massnahmen. Für die einzelnen Massnahmen wurden Belastungsschwellenwerte bestimmt, bei deren Erreichen die entsprechenden Anordnungen greifen. (BPUK-Medienmitteilung 10.09.04)

- Das Informationskonzept Ozon ist weiterhin gültig. (BPUK-Medienmitteilung 18.10.07)
- Im Fall starker Ozonbelastung treffen die Kantone seit 2005 in Abstimmung mit den benachbarten europäischen Regionen koordinierte Massnahmen. Ziel ist es, den in der Luftreinhalteverordnung festgelegten Immissionsgrenzwert (Einstundenwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) einzuhalten (BAFU, Faktenblatt 2 „Was muss noch getan werden, um die Ozonbelastung ausreichend zu verringern?“, 01.05.07; Pressemitteilung BPUK 10.09.04):
 - Sobald im Laufe des Tages die Informationsschwelle (Einstunden-Mittelwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$; in Anlehnung an die EU-Richtlinie) überschritten ist (und die Schönwetterlage stabil ist), sendet die BPUK (kantonale Umweltdirektorenkonferenz) den Medien eine Mitteilung, um die Bevölkerung zu orientieren. (...) Es erfolgen ein Aufruf zu freiwilligen Massnahmen (Verzicht aufs Auto etc.) und die Empfehlungen für Tempo 100 auf Autobahnen bzw. die Zwei-Takt-Motorfahrzeuge nicht zu benutzen.
 - Sobald die Alarmschwelle überschritten ist ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ während drei aufeinander folgenden Stunden), können die betroffenen Kantone temporäre Massnahmen ergreifen (z.B. 80 oder 100 km/h auf Autobahnen, Verbot von Zwei-Takt-Motoren, evtl. weitere Massnahmen wie Benutzung des öV, usw.).
- Die Plenarversammlung der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektoren-Konferenz (BPUK) vom 19. April 2007 in Bern sieht auf der Alpennordseite für den sommerlichen Belastungsfall (Leitindikator Ozon) die gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit bei Überschreitungen der Informationsschwelle als genügend. Auf der Alpensüdseite ist weiterhin auch mit Überschreitungen der Informationsschwelle zu rechnen, wofür sich eine regionale Zusammenarbeit etabliert hat. (BPUK-Medienmitteilung 19.04.07)
- Wesentlich wirksamer als temporäre Massnahmen zur Schadensbegrenzung ist (gemäss BPUK) die energische Bekämpfung der Ursachen an der Quelle, also eine deutliche Reduktion der Primärschadstoff-Emissionen. So fordern die kantonalen Umweltdirektoren die zuständigen Bundesbehörden auf, dafür zu sorgen, dass Dieselmotoren künftig nebst geschlossenen Partikelfiltern auch Entstickungssysteme aufweisen. Damit können nicht nur deren Russemissionen um über 90 Prozent, sondern auch die Stickstoffemissionen um 70 bis 80 Prozent reduziert werden. Da nebst Stickoxiden auch VOC zu den Ozon bildenden Vorläufersubstanzen zählen, sollten die bei Rollern und Kleingeräten noch immer verbreiteten Zwei-Takt-Verbrennungsmotoren generell durch deutlich emissionsärmere Modelle mit Vier-Takt- oder Elektromotoren ersetzt werden. (BPUK-Medienmitteilung 19.04.07)
- Die Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL) erachtet es als nicht notwendig, für die Schweiz eine Informationsschwelle festzulegen, wie sie die EU kennt ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$). (Eidg. Kommission für Lufthygiene EKL, 01.07.03)
- Im Rahmen seiner Ozonkampagne befragte der VCS die Kantone zu den Massnahmen, mit denen sie gegen die zu hohen sommerlichen Ozonwerte kämpfen. Aus der Umfrage geht hervor, dass die Kantone ihre Möglichkeiten sehr ungleich ausschöpfen. Während Solothurn, Genf und Bern am entschiedensten vorgehen, verhalten sich Appenzell und Jura passiv. (VCS-info 14.12.07)
- Mit einer Umfrage bei allen Kantonen wollte der TCS wissen, wie stark die Schadstoff-Emissionen dank den kantonalen Massnahmen im Verkehrsbereich vermindert wurden. Zudem sollte quantifiziert werden, wie stark sich die Luftqualität dadurch verbessert hatte. Das Ergebnis war ernüchternd, konnte doch nur der Kanton Thurgau die Fragen konkret beantworten. (TCS Infotech: Geht uns die saubere Luft aus? Emmen 2008)

Tempo-80-Beschränkungen

- Lässt man sich nicht von Aktionismus und Wunschenken, sondern von Zahlen und Fakten leiten, ist klar, dass Tempo 80 auf Autobahnen zur Ozonreduktion nichts taugt. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Es gibt keine einzige Untersuchung, die zeigt, dass sich mit Tempo 80 auf Autobahnen die Ozonbelastung reduzieren liesse. Hingegen gibt es mehrere Untersuchungen, die belegen, dass Tempoabsenkungen zu keiner Reduktion der Ozonbelastung führen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06):

- Studie des Paul Scherrer Instituts (PSI) im Jahre 2004 (im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU, www.bafu.admin.ch): „*Ein Tempolimit auf 80 km/h auf allen Schweizer Autobahnen würde eine Ozonreduktion von weniger als 1 Prozent ergeben.*“ (vgl. auch Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 885)
- Bericht der Tessiner Regierung zu Tempo 80 auf der A2 im Tessin im August 2003: „*Kein Rückgang der Ozonbelastung.*“
- Deutsches Umweltbundesamt in der Hintergrundinformation zum Sommersmog (www.bafu.admin.ch): „*Tempo 80 auf allen Autobahnen für Personenkraftwagen und Tempo 60 für Lastwagen sowie Tempo 60 ausserorts würde eine Minderung der Ozonspitzenwerte um bis zu 5 Prozent ergeben.*“
- Grossangelegter Praxisversuch im Jahre 1994 um Neckarsulm/Heilbronn (Süddeutschland) über drei Tage mit drastischen Massnahmen bei Verkehr und Industrie mit 50 Prozent NO_x-Reduktion (Tempolimits, Fahrverbote, usw.): „*Kein Rückgang der Ozonbelastung.*“
- Tempoversuch im Sommer 1990/91 mit Tempo 100 auf gewissen Autobahnabschnitten in der Schweiz: „*Kein Rückgang der Ozonbelastung.*“
- Eine vereinfachte Hochrechnung bei einem Messwert von 200 µg/m³ ergibt, dass unter Berücksichtigung der Emissionsanteile der Vorläufersubstanzen nur rund acht µg/m³ vom PW-Verkehr verursacht werden. Die mögliche Reduktion der Ozonbelastung mit tieferen Tempolimits für PW ist deshalb verschwindend klein, so dass mit dieser Massnahme keine Verbesserung der Ozonsituation erreicht werden kann. Sogar eine Halbierung des PW-Verkehrs könnte nach obiger Hochrechnung im besten Fall zu einer Reduktion von vier µg/m³ führen, was weniger als die Messgenauigkeit ist. (TCS 29.07.04)
- Trotz dieser eindeutigen Ergebnisse wird von gewissen Kreisen immer wieder Tempo 80 auf Autobahnen als Massnahme gegen hohe Ozonbelastungen gefordert. Angesichts der nachgewiesenen Wirkungslosigkeit von Tempo 80 zur Ozonsenkung geht es bei der Forderung nach Tempo 80 offensichtlich nicht um die Umwelt bzw. um die Reduktion der Ozonbelastung, sondern um andere Ziele. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Das von der Schweizerischen Bau-, Planungs- und Umweltdirektorenkonferenz (BPUK) verabschiedete Grundlagenpapier ist nach Auffassung des TCS gut gemeint, aber nutzlos. Die vorgeschlagenen Massnahmen, insbesondere die vorgeschlagenen Geschwindigkeitsbegrenzungen, machen keinen Sinn, da sich damit die Ozonbelastung nicht reduzieren lässt. (TCS 09.09.04)
- Der TCS hält den von der BPUK eingeschlagenen Weg, den „Sommersmog“ mit Temporeduktionen zu bekämpfen, für falsch. So haben kantonale Versuche gezeigt, dass Temporeduktionen beim heutigen Stand der fortschrittlichen Motorentechnologie mit extrem geringen Abgasemissionen nichts bewirken. Dies hat dazu geführt, dass in der Vergangenheit an verschiedenen Orten verfügte Temporeduktionen wieder aufgehoben werden mussten. (TCS 09.09.04)
- „*Wegen grossräumiger Ozonverfrachtungen fehlt bei Tempo 80 ein messbarer Effekt*“, sagt Hansjörg Sommer, im Kanton Zürich zuständig für Lufthygiene (SonntagsZeitung 22.07.07)
- Dem Ozon ist wegen der interkontinentalen Verfrachtung mit temporären Temporeduktionen nicht beizukommen. Einzig im Kanton Tessin machen lokale Tempoeinschränkungen Sinn: Auf Grund der speziellen Topografie im Windschatten der Alpen beträgt der Anteil des „hausgemachten“ Ozons dort zum Teil bis 50 Prozent. (SonntagsZeitung 22.07.07)

Sensibilisierung der Öffentlichkeit

- „Ozon“ ist ein emotional sehr stark beladenes Thema. Umso wichtiger ist es, die Fakten zu kennen. (TCS Technik und Umwelt, 18.07.06)
- Kurzfristige lokale Massnahmen (z.B. örtlich begrenzte Fahrverbote), die bei hohen Belastungen ergriffen werden, können zumindest das Bewusstsein der Bevölkerung für die Schadstoffproblematik erhöhen. (BAFU, Sommersmog und Ozon, 15.05.06)

- Eine temporäre Massnahme kann einen Teil der Bevölkerung zu Verhaltensänderungen veranlassen, die den Schadstoffausstoss erheblich verringern können. Ein Beispiel dafür war die temporäre Anordnung von Tempo 80 im Januar 2006, während der ein deutlich reduziertes Verkehrsaufkommen festgestellt wurde. (Hansjörg Sommer, Leiter Abteilung Lufthygiene, AWEL des Kantons Zürich; in: URP/DEP 9/2007 S. 885)
- **Beispiel einer Desinformation:** Miriam Behrens, stv. Generalsekretärin der Grünen Partei der Schweiz: *„Ozon ist ungesund. Bei anhaltendem Sonnenschein wird der Bevölkerung empfohlen, im Haus zu bleiben. Ozon kann tödlich sein. Im Hitzesommer 2003 führte die Ozonbelastung laut Eidgenössischer Kommission für Lufthygiene zu 150 bis 300 Todesfällen. Die Schweiz hat daher einen Grenzwert für Ozon festgelegt. (...) An und für sich wäre längst ein Ozonalarm angemessen. Es herrscht Ausnahmezustand. Die Gesundheit aller ist in Gefahr. Doch was geschieht tatsächlich? Gar nichts. (...) Die Gesundheitskosten steigen durch Ozon an. Besonders betroffen sind Kinder. (...) Mit ihrer Forderung nach einer Temporeduktion steht die Grüne Partei nicht alleine da. Die Lungenliga forderte Tempo 80 bereits im März.“* (Basler Zeitung, 15.07.06)

Bern, 15.07.10