



## Wirkungen von Ozon

### Wie wirkt es sich auf die Gesundheit aus?

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, starke Reizwirkungen und Entzündungen in diesem Bereich. Ozon ist hauptverantwortlich für die Wirkungen des Sommersmogs auf den Menschen. Die Ozon-Wirkungen sind zum grossen Teil unabhängig von den Wirkungen anderer Schadstoffe. Stickoxide und Feinstaub, aber auch eine grosse Hitze oder eine gleichzeitige Pollenbelastung können die Wirkungen von Ozon verstärken.

Zu den akuten **Wirkungen** gehören unter anderem:

- Augenbrennen und Reizungen der Schleimhäute, Kratzen im Hals, Druck auf der Brust und Schmerzen beim tief Einatmen
- Entzündungen der Atemwege, mehr Atemwegssymptome und Atemwegserkrankungen
- eine messbare vorübergehende Einschränkung der Lungenfunktion
- eine Beeinträchtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- ein Anstieg der Spitaleinweisungen und der Sterblichkeit

### 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?

Die Empfindlichkeit ist 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 bei rund 10-15 % der Schweizer Bevölkerung auftreten können. Wahrscheinlich

beruht die erhöhte Ozonempfindlichkeit mindestens zum Teil auf einer genetischen Veranlagung. 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?**

Neuere epidemiologische Studien zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen einem Anstieg der täglichen Ozonbelastung und einer Zunahme der Spitaleinweisungen wegen Atemwegsproblemen und einer Zunahme der täglichen Sterblichkeit. Sie brachten neue Erkenntnisse zu den Konzentrations-Wirkungsbeziehungen sowie den Effekt modifizierenden Einflüssen. Die WHO schätzt, dass in Europa rund 21'000 vorzeitige Todesfälle und rund 14'000 Spitaleinweisungen wegen respiratorischen Problemen pro Jahr auf die Ozonbelastungen zurückzuführen sind<sup>1</sup>. In der Schweiz sind es je nach Belastung rund 150-300 vorzeitige Todesfälle pro Jahr<sup>2</sup>

### **Gibt es Wirkungen bei dauerhaft zu hohen Ozonbelastungen?**

Neue Hinweise auf langfristige Folgen gibt es aus Gebieten (z.B. Kalifornien, Taiwan) mit hohen Ozonbelastung. Mögliche Folgen sind wiederholt Veränderungen im Lungengewebe und ein verzögertes Wachstum der Lunge, besonders bei andauernd erhöhter Belastung in der Jugend. In diesen Gebiet wurde auch eine Grössere Sterblichkeit wegen Atemwegerkrankungen beobachtet. Es gibt aber noch zu wenige Studien, um Konzentrations-Wirkungsbeziehungen für langfristige Wirkungen abzuleiten. In der Schweiz wurden mögliche langfristige Folgen von Ozon bisher nicht untersucht.

### **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

---

<sup>1</sup> WHO 2008, Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2008

<sup>2</sup> EKL 2004, Sommersmog, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Bern

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  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  während 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 Problem während einzelnen Tagen, sondern eher ein chronisches Problem während des ganzen Sommers. Gerade Kinder leiden besonders unter dieser Belastung.

## 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 morgens 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 hoch 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.

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 gesünder.

## Kommunikation und Bewertung der akuten aber in der Regel reversiblen Auswirkungen<sup>3</sup>

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

---

<sup>3</sup> EKL 2004, Sommersmog, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene, Bern, 2004  
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=de>

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 eher morgens aktiv sind. Zu diesen Tageszeiten sind die Ozonwerte normalerweise niedriger als am Nachmittag.

### **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 über den kritischen Belastungsgrenzen der UNECE 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 anderen Krankheitserregern führt.