

Ozon

## Das unscheinbare aber gefährliche Pflanzengift

*Ozon, ein Schadgas, das in den Sommermonaten regelmässig die Grenzwerte überschreitet, beeinflusst Stoffwechselprozesse und hemmt das Pflanzenwachstum. Geschädigte Pflanzen weisen Flecken und Verfärbungen auf der Blattoberseite auf.*



Ozonschaden am Roten Hartriegel.

Text: Philipp Mayer Winterthur  
Bilder: Dr. Marcus Schaub.  
Eldg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

Beim Thema Ozon denken manche an die schützende Ozonschicht in der Atmosphäre und andere an die gesundheitsschädlichen Auswirkungen von bodennahem Ozon. Aber dass Ozon einer der gefährlichsten Luftschadstoffe für Pflanzen ist? Das ist weniger bekannt, was daran liegen kann, dass Ozonschäden schwierig von anderen Schäden zu unterscheiden sind. Es kann auch daran liegen, dass die Prozesse der Entstehung und Schadwirkung von Ozon kompliziert sind.

### Entstehung von Ozon

Bodennahes Ozon entsteht, wenn sich Stickoxide, Kohlenmonoxid, Sauerstoff und organische Kohlenstoffverbindungen unter dem Einfluss von Sonnenlicht umwandeln. Weil es für die Ozonentstehung Sonnenlicht braucht, treten hohe Ozonkonzentrationen nur in den Sommermonaten auf. Und weil es Stickoxide braucht, entsteht Ozon vor allem in den Ballungsräumen mit grossen Mengen an

Verkehrs- und Industrieabgasen. Das heisst aber nicht, dass hohe Ozonkonzentrationen nur in den Städten gemessen werden. Denn Stickoxide sorgen nicht nur für die Entstehung, sondern auch für den Abbau von Ozon. In den Städten wird das Ozon deshalb relativ rasch wieder abgebaut. In ländlichen Gebieten dagegen, in die das Ozon mit dem Wind eingebracht wird, kann sich Ozon anreichern, weil weniger Stickoxide für den Ozonabbau zur Verfügung stehen.

Die Ozonkonzentration weist an heissen Sommertagen einen typischen Tagesgang auf. Die Konzentration steigt bis zu den frühen Nachmittagsstunden an und bleibt dann konstant auf hohem Niveau bis in die Abendstunden. Bei Sonnenuntergang kommt die Ozonbildung zum Stillstand, Ozon wird abgebaut und die Ozonkonzentration nimmt wieder ab. An sonnigen Sommertagen sind übrigens die Ozonkonzentrationen in Innenräumen wesentlich geringer als draussen.

Nicht nur Verkehrs- und Industrieabgase tragen zur Bildung von Ozon bei, sondern auch Pflanzen. Das erscheint er-

staunlich, weil man bei Pflanzen eher die Luftreinigungsfunktion im Blick hat. Es gibt aber Pflanzen, die durch die Abgabe flüchtiger organischer Verbindungen zur Bildung von Ozon beitragen. Das sind beispielsweise Pappeln, Sumpfeichen, Stieleichen und Silberweiden. Dass Pflanzen gleichzeitig zur Ozonbildung und zum Ozonabbau beitragen, zeigt, wie komplex die Vorgänge rund um die Ozonentstehung sind.

Die räumliche Verteilung von Ozon hängt ab von der Konzentration an Stickoxiden, Kohlenmonoxid und flüchtigen organischen Verbindungen, von der Sonneneinstrahlung und den Windverhältnissen. In der Schweiz sind die Ozonkonzentrationen im Tessin am höchsten, weil Schadstoffe aus der Poebene antransportiert werden, sich vor den Alpen stauen und im sonnenreichen Klima der Alpensüdseite in Ozon umgewandelt werden. Aber auch im Jura werden in den Sommermonaten hohe Ozonkonzentrationen erreicht. Die mittlere Ozonbelastung zeigt die Karte des Bundesamtes für Umwelt ([www.bafu.admin.ch/luft/luft-](http://www.bafu.admin.ch/luft/luft-)



Typisches Schadbild mit Verfärbungen zwischen den Blattadern am Wolligen Schneeball.

belastung/-schadstoffkarten/ozon). Die aktuellen Ozonkonzentrationen können Sie der Karte von Meteotest entnehmen (www.meteotest.ch/de/lr\_ozonig 1).

## Wirkung von Ozon

Ozon ist ein starkes Oxidationsmittel. Im Blattgewebe reagiert es mit anderen Stoffen, schädigt Proteine von Zellmembranen und bildet Radikale. Zwar haben Pflanzen ein «antioxidatives Schutzsystem» aber dessen Leistungsfähigkeit ist begrenzt. Bei Überlastung des Systems sterben Zellen ab, das heisst, sichtbare Blattschäden treten auf. Die oxidierende Wirkung des Ozons macht übrigens auch dessen gesundheitsschädliche Wirkung auf Menschen aus. Eingeatmetes Ozon dringt bis tief in die Lunge vor, verursacht Schädigungen an Zellmembranen und kleinste Entzündungen.

Die Wirkung von Ozon auf Pflanzen wird durch andere Stressoren verstärkt. Bei Trockenheit, Nährstoffmangel, Schädlingsbefall und Krankheiten sind Schäden häufiger als bei optimalen Wachstumsbedingungen und gesunden Pflanzen. Wichtig ist auch der Faktor Zeit. Andauernde Stresssituationen kombiniert mit hohen Ozonkonzentrationen sind für Pflanzen problematisch, während kurzzeitige Extremereignisse relativ gut verkraftet werden. Wer mehr über die Wirkung von Ozon auf Pflanzen wissen möchte, sollte die CD «Ozone affects» bei der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) bestellen (www.wsl.ch/publikationen/books/5348

DE). Diese CD eignet sich auch für den Unterricht.

## Pflanzen

Pflanzenarten reagieren unterschiedlich auf Ozon. Besonders empfindliche Laubgehölze sind die Esche, die Hagebuche, die spät blühende Traubenkirsche, der Wollige Schneeball und der Rote Hartriegel. Empfindlich sind auch Pappeln, Erlen und Ahornarten. Nadelgehölze wie Kiefern scheinen weniger empfindlich auf hohe Ozonkonzentrationen zu reagieren. Bei Pflanzungen in Gebieten mit hohen Ozonkonzentrationen sollten robuste Arten bevorzugt werden.

Trotz der artspezifischen Unterschiede kann es sein, dass eine Pflanze deutliche Ozonschäden zeigt, die andere aber, die zur gleichen Art gehört und direkt daneben steht, keine Schäden aufweist. Die Gründe dafür sind, dass die Reaktion auf Ozon nicht nur von der Artzugehörigkeit abhängt, sondern auch von der spezifischen genetischen Ausstattung, dem Gesundheitszustand und dem Alter. Die

Entstehungs- und Wirkungsmechanismen von Ozon sind, wie gesagt, kompliziert.

## «Bekämpfung»

Was können wir tun, um Pflanzenschäden durch Ozon zu vermeiden? Wir können die Pflanzen stärken, indem wir für eine ausgewogene Nährstoffnachlieferung sorgen und indem wir Krankheiten und Schädlinge eindämmen. Was wir nicht tun sollten, ist, die Pflanzen in Hitzezeiten zu wässern. Ausreichend mit Wasser versorgte Pflanzen lassen nämlich auch bei Hitze ihre Spaltöffnungen offen und nehmen dadurch besonders viel Ozon auf, weil bei Hitze die Ozonwerte meist erhöht sind. Günstiger ist es, die Pflanzen in Zeiten mit hoher Ozonkonzentration einem gewissen Trockenstress auszusetzen, um damit die Spaltöffnungen geschlossen zu halten.

## Schadbild

Bei andauernden und hohen Ozonkonzentrationen zeigen die Pflanzen Chlo-

rosen (Verfärbungen) und Nekrosen (Zerstörungen des Blattgewebes). Aber diese Symptome sind unspezifisch: Chlorosen und Nekrosen können auch durch andere Stressoren verursacht werden. Es gibt aber spezifische Symptome für Ozonschäden, die sich zwischen den Blattadern auf der Blattoberseite ausbilden:

- Flecken, die entweder hell und klein (Durchmesser < 1 mm) oder dunkel und etwas grösser sind (Durchmesser 2 bis 4 mm)
- Rot-, Violett- oder Bronzefärbung.

Häufig zeigen sich diese Symptome in einem frühen Stadium der Schädigung und werden in einem späteren Stadium durch Chlorosen und Nekrosen überdeckt. Andere Hinweise auf Ozonschäden sind eine frühzeitige Blattalterung, verbunden mit frühem Blattfall, sowie ein reduzierter Zuwachs. Achten Sie auf Pflanzenschäden mit diesem Schadbild. Im Juli und August werden die Ozonkonzentrationen wieder steigen und Sie werden ausreichend Gelegenheit dazu haben.

0



Ahornarten reagieren besonders empfindlich auf Ozon.



Besonders spezifische Symptome für Ozonschäden sind Rot-, Violett- oder Bronzefärbung wie hier am Blatt einer Traubenkirsche.