

Project *brief*

Thünen-Institut für Biodiversität

2021/13

Stickstoff und Klimawandel verändern die Auswirkungen von Ozon auf die Vegetation

Elke Bergmann¹, Jürgen Bender¹

- **Bodennahes Ozon wurde als der schädlichste Luftschadstoff für die Vegetation identifiziert.**
- **Wie sich Ozon unter zukünftigen Klimabedingungen einschließlich erhöhtem Stickstoffeintrag auf Pflanzen auswirkt, hängt ab von der Ozonempfindlichkeit der Pflanzenart sowie von der Intensität, mit der einzelne Komponenten des Klimawandels mit Ozon interagieren.**
- **Während sowohl erhöhte CO₂-Konzentrationen als auch ein erhöhter Stickstoffeintrag einen gewissen Schutz vor Ozonschäden bieten, kann Trockenstress die negativen Auswirkungen von Ozon verstärken.**

Hintergrund und Zielsetzung

Bodennahes Ozon (O₃) gilt als der bedeutendste phytotoxische Luftschadstoff, der Wachstum, Entwicklung und Produktivität der Pflanzen negativ beeinflusst. Im Rahmen des Übereinkommens über weiträumige, grenzüberschreitende Luftverunreinigungen wurden kritische Schwellenwerte (Critical Levels) für O₃ zum Schutz der Vegetation für verschiedene Vegetationstypen abgeleitet. Auf Grundlage der vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse werden sie fortlaufend weiterentwickelt.

Critical Levels werden genutzt, um das O₃-Risiko für die Vegetation in der gegenwärtigen und zukünftigen Belastungssituation in Europa abzuschätzen. Sie dienen als Grundlage für Minderungsmaßnahmen in der europäischen Luftreinhaltepolitik.

Die Ableitung von Critical Levels basiert auf langjährigen Untersuchungen zum Einfluss von O₃ auf die Vegetation v.a. durch Experimente, bei denen Pflanzen unterschiedlichen O₃-Konzentrationen ausgesetzt waren, meist unter ansonsten optimalen Wachstumsbedingungen. Es ist jedoch bekannt, dass die Auswirkungen von O₃ unter Freilandbedingungen durch eine Reihe von Umweltfaktoren erheblich verändert werden können.

Ziel des Projekts war es daher, im Rahmen einer Literaturstudie das aktuelle Wissen darüber zusammenzufassen und zu bewerten, wie Faktoren des Klimawandels wie Temperatur- und Trockenstress, N-Eintrag und erhöhte CO₂-Konzentrationen O₃-Effekte auf die Vegetation beeinflussen oder verändern (Abbildung 1).

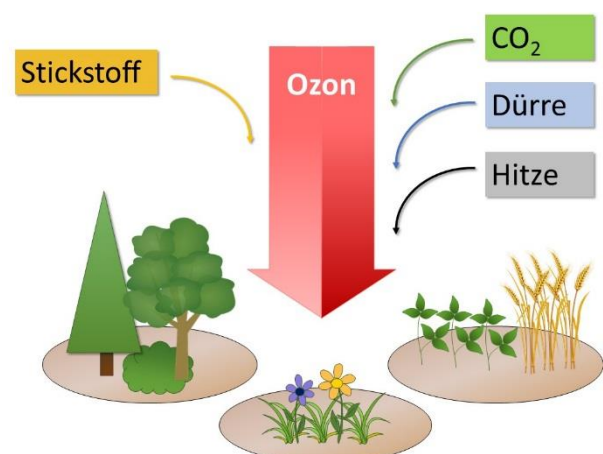
Vorgehensweise

Die Literaturrecherche wurde unter Verwendung von Web of Science™ (Core Collection, Biological Abstracts, CAB Abstracts) durchgeführt. Sie berücksichtigte begutachtete Artikel,

Buchkapitel oder Forschungsberichte ab dem Jahr 1990, in denen Ergebnisse von Kombinationsexperimenten mit Kulturpflanzen, Waldbäumen und Grünlandarten beschrieben wurden und in denen Pflanzen neben O₃ gleichzeitig unterschiedlichen Behandlungen entweder mit N, CO₂, Temperatur oder Trockenheit ausgesetzt wurden.

Die verfügbare Literatur wurde mit dem Ziel analysiert, den aktuellen Wissensstand darüber bewerten zu können, wie die Faktoren Temperatur- und Trockenstress, N-Eintrag und erhöhte CO₂-Konzentration die Auswirkungen von O₃ auf das Wachstum, den Ertrag und den Gaswechsel verändern können.

Abbildung 1: Ozonwirkungen auf die Vegetation in Kombination mit Stickstoff und Faktoren des Klimawandels.



Quelle: Thünen-Institut/Elke Bergmann

Ergebnisse

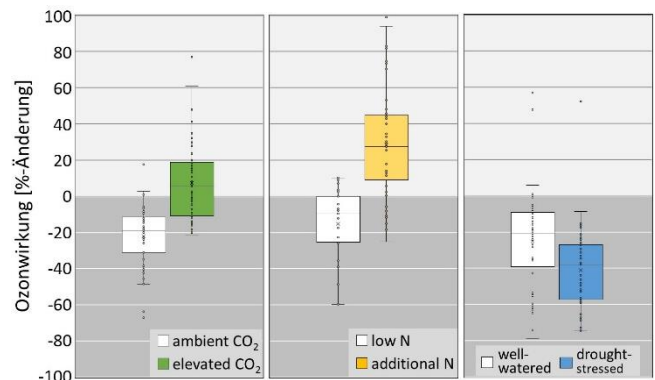
Insgesamt haben wir 315 Publikationen ausgewertet, in denen interaktive Effekte von O₃ mit erhöhtem CO₂, Trockenstress, Temperatur oder N-Eintrag für 65 Pflanzenarten beschrieben wurden. Bei der Auswertung zeigte sich, dass die einzelnen Klimafaktoren in unterschiedlichem Maße die negativen Wirkungen von O₃ entweder verstärken oder abmildern können. Grundsätzlich wirken CO₂ und N positiv auf das Pflanzenwachstum („Düngewirkung“). Trotz einer großen Variabilität in den pflanzlichen Reaktionen auf kombinierte Expositionen mit O₃ ergab unsere Analyse, dass beide Faktoren (N und CO₂) in den meisten Experimenten die durch O₃ allein verursachten Biomasseverluste aufheben oder sogar einen positiven Nettoeffekt bewirken (Abbildung 2). Das Ausmaß dieses Nettoeffektes scheint jedoch von der O₃-Konzentration, der O₃-Empfindlichkeit der Pflanzenart, der CO₂-Konzentration bzw. der Menge an zusätzlichem N sowie von dem jeweils betrachteten Wirkungsparameter abzuhängen. Dies bedeutet beispielsweise, dass Belastungen mit hohen O₃-Konzentrationen die positiven Wachstumseffekte durch CO₂ und N auch erheblich einschränken können.

Die schützende Wirkung erhöhter CO₂-Konzentrationen vor O₃-Schäden wird häufig durch eine geringere stomatare Leitfähigkeit unter erhöhtem CO₂ und damit durch einen geringeren O₃-Fluss in die Pflanze erklärt. Auch Trockenstress führt zu einem Schließen der Spaltöffnungen (Stomata), um Transpirationsverluste zu vermeiden, was gleichzeitig auch den Fluss von O₃ ins Blattinnere verringert.

Unsere Auswertung ergab, dass in einigen Studien (überwiegend mit Grünlandarten) O₃-bedingte Blattschäden unter Trockenheit in geringerem Ausmaß auftraten. Bei der Mehrzahl der Experimente mit Kulturpflanzen und jungen Bäumen verstärkte jedoch Trockenstress die negativen O₃-Wirkungen (Abbildung 2), was darauf hindeutet, dass in diesen Studien Trockenstress der dominierende Faktor im Vergleich zum O₃-Stress war.

Es gibt nur sehr wenige Experimente zur Kombinationswirkung von O₃ mit erhöhter Temperatur. Eine Abschätzung zur zukünftigen Bedeutung dieser Kombination für die Vegetation ist daher schwierig, obwohl kritische Wachstumsstadien wie z.B. die Anthese auf beide Stressarten empfindlich reagieren.

Abbildung 2: Box-Plots der Wirkung von Ozon allein und in Kombination mit erhöhtem CO₂, zusätzlichem Stickstoff und Trockenstress auf die pflanzliche Biomasse (% Änderung gegenüber einer O₃-unbelasteten Kontrolle). Die zugrundeliegenden Daten stammen aus Experimenten mit Kulturpflanzen, Bäumen und Grünlandarten.



Quelle: Thünen-Institut/Elke Bergmann

Weitere Informationen

Kontakt

¹ Thünen-Institut für Biodiversität
juergen.bender@thuenen.de
www.thuenen.de/bd

Laufzeit

2.2020-10.2020

Projekt-ID

2363

Veröffentlichungen

Bergmann, E, Bender, J (2021). Effects of ground-level ozone on vegetation modified by nitrogen and components of climate change: a literature study. Umweltbundesamt Texte 29/2021, 155 p.

Gefördert durch

