Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal =

Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 131 (1980)

Heft: 3

Artikel: Der Wald als Bioindikator für Luftverunreinigungen

Autor: Keller, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766534

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 01.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

$D_{\Theta r}$ Wald als Bioindikator für Luftverunreinigungen¹

Von Dr. *Th. Keller* Oxf.: 181.45 : 425.1 Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf

Zu den wichtigen Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes gehört auch seine Funktion als Warner vor biologisch bedenklichen Zuständen unserer Umwelt. Der Wald ist eine vielfältige Lebensgemeinschaft verschiedenster Organismen der Tier- und Pflanzenwelt, von der mikroskopischen Alge bis zum 40 m hohen Baum, vom Einzeller bis zum hochorganisierten Säuger. Der Wald ist nicht einfach eine Ansammlung von Bäumen! Diese komplexe Zusammensetzung macht ihn daher zu einem geeigneten Bioindikator.

Als Bioindikator bezeichnen wir einen lebenden Anzeiger für äussere Einwirkungen. Die Nachweismethodik für einen äusseren Stress bedient sich hierbei also eines lebenden Objektes und verlässt sich nicht auf eine rein physikalisch-chemische Messmethode, deren Aussagekraft für lebende (biologische) Objekte oft sehr schwer fassbar bleibt. Dabei muss aber das ganze Systems ist auch dann und dort festzustellen, wo keine sichtbaren Symptome auftreten.

Neben der bereits erwähnten komplexen Zusammensetzung machen auch die in Tabelle 1 aufgeführten Faktoren den Wald zum geeigneten Bioindikator.

Tabelle 1. Einige wichtige Eignungskriterien für den Wald als Bioindikator von Luftverunreinigungen.

Grosses Kronenvolumen

Erreichung höherer Luftschichten

Langlebigkeit

Variation des Blattalters

Intraspezifische Unterschiede der Resistenz

Intraspezifische Unterschiede der Resistenz

Ernährungszustand, Wasser

¹Referat, gehalten anlässlich der Tagung der Arbeitsgemeinschaft für den Wald ²⁶./27. Juni 1979 in Rheinfelden.

Die Bäume sind sehr empfindlich für Luftverunreinigungen, weil sie mit ihrem grossen Kronenvolumen sehr viel Luft filtrieren. Ausserdem ragen sie damit in höhere Luftschichten hinauf, in welchen zufolge verminderter Bremsung höhere Windgeschwindigkeiten herrschen als in der windgeschützten Bodennähe. Höhere Luftschichten sind zudem manchmal stärker verschmutzt. Die Bäume zeichnen sich ausserdem durch ihre Langlebigkeit aus, das heisst, sie sind standortgebunden und während Jahren oder Jahrzehnten den Immissionen ausgesetzt. Diese Gründe sprechen sehr oft gegen die Verwendung von Flechten oder kurzlebigen Kräutern.

Die Lebensgemeinschaft Wald als Bioindikator wird aber auch durch die Unterschiede in der Widerstandskraft (Resistenz) beeinflusst, welche sowohl intraspezifisch (Individuen innerhalb einer Art) als auch interspezifisch (Unterschiede zwischen den Arten) wirken. Bei der Baumartenwahl ist zu berücksichtigen, dass sie im Gegensatz zu der in der Landwirtschaft üblichen Fruchtfolge Jahrzehnte beansprucht. Ausserdem muss man wissen, ob sich die Resistenz auf das Überleben oder auf die Ausbildung sichtbarer Symptome einer Schädigung bezieht. Auf jeden Fall muss man aber im Auge behalten, dass dieser Resistenzkraft ziemlich enge Grenzen gesetzt sind.

Indikatorwirkung und Resistenz werden aber auch noch durch den Ernährungszustand und durch die Wasserversorgung beeinflusst, wobei auch hier der Forstwirtschaft viel engere Grenzen gesetzt sind als der Landwirtschaft. Im allgemeinen ist ein Baum in seinem ökologischen Optimum auch gegen Luftverunreinigungen am widerstandsfähigsten.

Die Eignung des Waldes als Bioindikator für Luftverunreinigungen ist aber auch für den Wald selbst sehr wichtig. Die Langfristigkeit der Forstwirtschaft erfordert eine Vorwarnung, wenn die Pflanzen durch Luftverunreinigungen unter einem Stress stehen. Ausserdem anerkennt das Forstgesetz von 1902 das Gebot der Walderhaltung. Die Walderhaltung setzt aber eine Vorwarnung voraus, das heisst, irreversible, bestandesgefährdende Einwirkungen müssen frühzeitig erkannt werden.

Allgemein anerkannt sind Schäden durch Luftverunreinigungen an der Vegetation, wenn sich an dieser sichtbare Symptome zeigen. Auch wenn der Forstwirtschaft angesichts der Forderung der Walderhaltung mit einer finanziellen Abgeltung eines Schadens nicht gedient ist, wenn nicht gleichzeitig die Schadursache beseitigt wird, so wird doch zwischen Schaden und Schädigung unterschieden. Von einem Schaden wird in der Regel dann gesprochen, wenn dem Besitzer einer Sache ein finanzieller Verlust erwächst. Bei der Schädigung dagegen steht die Sache selbst im Mittelpunkt, das heisst, es wird beachtet, ob die Pflanze zum Beispiel gezwungen wird, auf die äusseren Einflüsse zu reagieren oder ob gar Schadsymptome auftreten. So werden die Schädigungen als akut, chronisch oder latent bezeichnet (vergleiche Tabelle 2).

Akute Schädigungen treten auf, wenn relativ kurzfristig wirkende Spitzen hoher Konzentrationen zu äusserlich sichtbaren Symptomen führen. In der

Tabelle 2. Charakterisierung der Schädigungskategorien.

Schädigung	Konzentration	Einwirkungsdauer	Eigenschaften
akut chra	hoch	kurz	sichtbar; Nekrosen
chronisch latent	tief	lang	zum Teil sichtbar; Chlorosen, Triebverkürzungen usw., Zuwachseinbussen
reut.	tief	lang	von blossem Auge unsichtbar; physiologische Reaktionen

Regel äussern sich diese Symptome als Vergilbungen (Zerstörung des Chlopophylls), Rot- oder Braunfärbung (Gerbstoffausfällungen) der betroffenen
pflanzenteile mit nachfolgenden Nekrosen, das heisst, das Gewebe stirbt
punktförmig auf der ganzen Blattspreite ab, oder der Blattrand oder die Nadel sterben von der Spitze her ab. Eventuell tritt der Tod ganzer Äste oder
gar Bäume ein.

Chronische Schädigungen sind meist die Folge langzeitig einwirkender niedriger Konzentrationen. Meist führen auch sie zu sichtbaren Symptomen, Wie Chlorosen (Ausbleichungen), verminderte Nadel- oder Trieblänge usw. Vielfach werden auch Rückgänge des Ertrages (Zuwachsverluste), welche Von blossem Auge nicht erkennbar sind, dazugezählt.

Für biologisch Denkende ist es klar, dass auch dort die Vegetation einem Stress unterliegt und eventuell schon geschädigt sein kann, wo die Pflanzen noch keine äusserlich sichtbaren Zeichen einer Schädigung aufweisen. Wir nennen dies latente Schädigung und bezeichnen damit jede durch Luftveruneinigungen oder andere Immissionen induzierte Form einer pflanzlichen Bedazu gehören alle physiologischen Reaktionen, gleichgültig, ob sie Wachsoder Pilzkrankheiten, erhöhte Beeinträchtigung durch klimatische Extremeinflüsse, Schwächung der sexuellen Fortpflanzung oder anderer Lebensäusseinem Schaden gekoppelt sein, kann ihn aber potentiell einschliessen. Sie kann oft Vorläufer einer chronischen Schädigung sein.

Für die Forstwirtschaft ist die Anerkennung der latenten Schädigung, die lem Nadelbäume zeigen oft keine Symptome oder lassen diese zu spät ereinträchtigung der physiologischen Norm bedeutet eine Bedes Eintrittes einer schwerwiegenderen Schädigung oder gar eines Schadens.

Die Nichtbeachtung der latenten Schädigung fördert den Glauben, dass dert der Bau hoher Schornsteine die Ableitung der Abgase in höhere Luft-

schichten, wodurch in der Regel eine bessere Verdünnung erreicht wird. Die werknahen Standorte werden dadurch zwar vor dem Auftreten von Symptomen bewahrt, dafür werden aber Hanglagen und weiter entfernte Gebiete belastet. Aus dem lokalen Problem wird somit ein Problem der Landesplanung, ohne dass eine ökologische Lösung des lufthygienischen Problems er reicht wurde.

Résumé

La forêt, bio-indicateur de la pollution atmosphérique

La forêt est une communauté d'organismes les plus divers et non pas un simple assemblage d'arbres. On désigne par bio-indicateur un objet vivant sensible influences extérieures. Dans ce cas il ne s'agit donc pas d'une méthode de mesure de la pollution purement physico-chimique difficilement interprétable pour êtres vivants. Les effets de la pollution sur un système biologique peuvent exister même lorsqu'il n'apparaît aucun symptôme visible.

A côté de la combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe, les facteurs suivants font de la forêt un indicateur au le combinaison complexe au le combinaison combinai bio-indicateur approprié:

- fort volume des houppiers
- atteinte de couches d'air élevées (plus de vent)
- longévité des arbres
- variation de l'âge des feuilles
- différences intra-spécifiques de la résistance
- différences inter-spécifiques de la résistance
- conditions de nutrition, eau.

On distingue non seulement entre dommage (perte pour le propriétaire) et dégât (réaction de l'organisme), mais on fait en plus une classification des dégâts. Des dégâts aigus sont le plus souvent la conséquence de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de l'action de courte du fet de l'action de courte du fet de fortes concentrations de l'action de courte du fet de l'action de courte du fet de l'action de courte du fet de l'action de courte de l'action de courte du fet de l'action de courte de l'action de l'act de fortes concentrations de polluants qui se manifeste par des symptômes visibles. Des dégâts chroniques résultent par contre de l'action à longue durée de concentrations faibles. Elles conduites de l'action à longue durée de concentrations faibles. trations faibles. Elles conduisent dans la plupart des cas à des symptômes visibles tels que chlorose ou crosse à des symptômes visibles. tels que chlorose ou encore à un faible développement des pousses et des aiguilles. Les pertes d'accroissement du bois sont souvent attribuées aux dégâts chroniques. La plupart des biologistes sont unanimes sur le fait que la végétation peut souffit d'une situation de stress c'est à d'une situation d'une situation de stress c'est à d'une situation d'une situ d'une situation de stress, c'est à dire qu'elle ne réagit plus normalement à d'autres facteurs complémentaires du militie d'autres facteurs complémentaires du militie de la complémentaire de la comp facteurs complémentaires du milieu tels que sécheresse, gel ou dégâts d'insectes, bien qu'on ne puisse constate bien qu'on ne puisse constater encore aucun symptôme visible. Pourtant, ces gâts que l'auteur appella de l gâts que l'auteur appelle «latents» sont souvent taxés de chroniques ou simplement ignorés. Cette attitude a ment ignorés. ment ignorés. Cette attitude a pour conséquence de considérer les hautes cheminées comme solution ou problème de la description de problème de la description de problème de la de l nées comme solution au problème de l'hygiène de l'air. Ainsi il est possible de faire disparaître les symptômes ricital faire disparaître les symptômes visibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines, mais le problème de l'environnement subvisibles près des usines de l'environnement subvisibles près de l'environnement de l'environnement de l'environnement de l'envir Traduction: L. Froidevall protection de l'environnement subsiste.