

Das rasante Aussterben empfindlicher Flechtenarten gibt Anlass zur Sorge, halten uns Flechten als Indikatoren doch vor Augen, wie es um Luft, Wasser und Ökosysteme bestellt ist. Außerdem reagieren sie rasch auf klimatische Veränderungen. Flechten sind somit hervorragende Indikatoren für die Naturnähe oder Naturferne von Wäldern und Extremstandorten. Waren es vor gut 20 Jahren noch die Schwefelverbindungen, die den Flechten zusetzten, so dürfte die Erklärung für ihren schlechten Zustand heute die starke Zunahme der Stickoxide in der Atmosphäre sein: Der Verkehr und überraschend auch die Katalysatoren haben die Stickstoffkonzentration der Luft massiv erhöht. Roman Türk & Heideleine Sofie Pfleger

Das stumme Siechtum der Flechten

Der Zustand der Flechten verheißt nichts Gutes

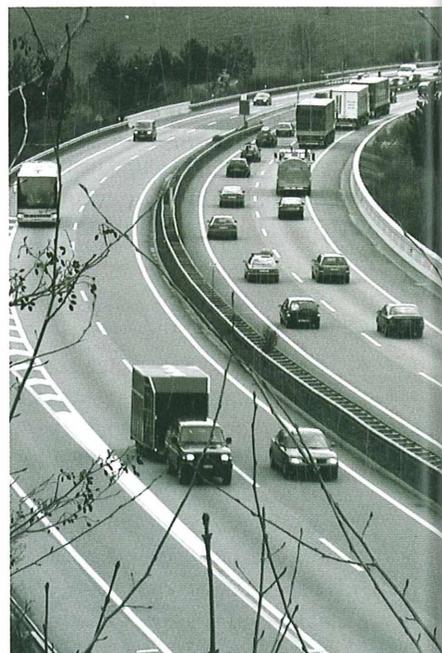
Die Auswirkungen zeigen sich an den Fichten: Früher von Flechten besiedelt, die sauren Untergrund bevorzugen, sind sie zunehmend von Stickstoff liebenden Arten bewachsen – eine völlig neue Erkenntnis und ein deutlicher Hinweis auf das zunehmende Düngepotential der Atmosphäre. Vermehrte Stickstoffaufnahme der Bäume führt unweigerlich zu einer schlechteren Holzqualität (siehe Kasten S.26). Hier müssen die derzeitigen gesetzlichen Schutzbestimmungen für Wald schädigende Luftverunreinigungen angepasst werden.

Welche Auswirkung die Entnahme von Wasser aus Quell- und Gebirgsbächen zur künstlichen Beschneidung hat, wird derzeit untersucht. Viele Fließgewässertypen

Mitteleuropas werden von Wasserflechten besiedelt. Sie sind empfindlich gegenüber Wassertrübungen, Schwebstoffablagerungen, starken Säureinträgen. All diese Eigenschaften machen sie zu wichtigen Informationsträgern für das Verständnis und die Bewertung des Zustandes aquatischer Ökosysteme.

Dramatische Situation der Flechten

Diese zeigt sich eindringlich beim Vergleich der Flechtenflora von einst und jetzt. Vergleicht man Belege aus verschiedenen naturkundlichen Museen von mittlerweile seltenen oder bereits ausgestorbenen Flechten aus dem 19. und Beginn des 20. Jahrhunderts mit Proben der letzten sechzig Jah-



© ÖNB Archiv

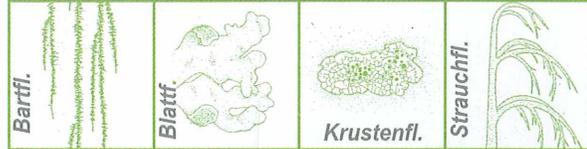


Bartflechten, die an nährstoffarme Bedingungen angepasst sind, werden durch den Eintrag von stark düngenden Verbindungen wie Stickoxide, Nitrit, Nitrat, Ammonium und Ammoniumnitrat in ihrem Wachstum unterdrückt bzw. können gar nicht mehr aufkommen. Diese Exemplare stammen vom Überling in Lungau.



Blattflechten Gelbe Wandschüsselflechte *Xanthoria parietina* und *Phaeophyscia orbicularis*

FLECHTENTYPEN



Ökologie der Flechten (Lichenes)

Flechten sind in der Biologie als die klassischen Symbioseorganismen bekannt. Sie gehören keiner eigenen Gruppe an, sondern werden den Pilzen zugeordnet. Ein Pilz (zumeist Schlauchpilz, selten Ständerpilz) geht eine Lebensgemeinschaft mit einem oder mehreren Grünalgen und/oder Cyanobakterien ein, die für die Photosynthese zuständig sind. Während Algen auch allein lebensfähig sind, trifft das für die lichenisierten Pilze nicht zu. Es bildet sich in dieser Lebensgemeinschaft ein Organismus heraus, der mit den ursprünglichen Eigenschaften der allein wachsenden Organismen nichts mehr gemein hat. Der Pilz baut dabei einen spezifischen Körper auf, in dem die Algen leben und für die Ernährung zuständig sind. Die Algen wiederum profitieren von dem Hyphengeflecht des Pilzes, das sie vor allzu sauren pH-Werten im Boden und vor Feuchtigkeitsschwankungen schützt. Außerdem produziert der Pilz sekundäre Stoffwechselprodukte, z.B. Flechtensäuren. Über 500 Substanzen wurden schon aus Flechten isoliert. Sie sind sehr wichtige Bestimmungsmerkmale, schützen die Algen vor Strahlungsschäden, dienen als Fraßschutz und vor allem führen sie zu einer Art Imprägnierung, so dass auch im feuchten Zustand ein freier Hohlraum erhalten bleibt, der Gasaustausch für Photosynthese und Atmung möglich macht.

Flechten sind poikolohydre Organismen: Ihr Wasserhaushalt wird vom Feuchtezustand der unmittelbaren Umgebung bestimmt. Dadurch können sie nur ab einem bestimmten Wassergehalt physiologisch aktiv sein. Ist dies nicht der Fall, überdauern sie in einem Ruhezustand (Dormanz). Das befähigt sie, Temperaturen von über 70° C und bis zu -196° C zu überleben. Weltweit gibt es 25.000 Flechtenarten, davon sind in Österreich in etwa 2.200 Arten registriert. Ihre Wissenschaft ist die Lichenologie.

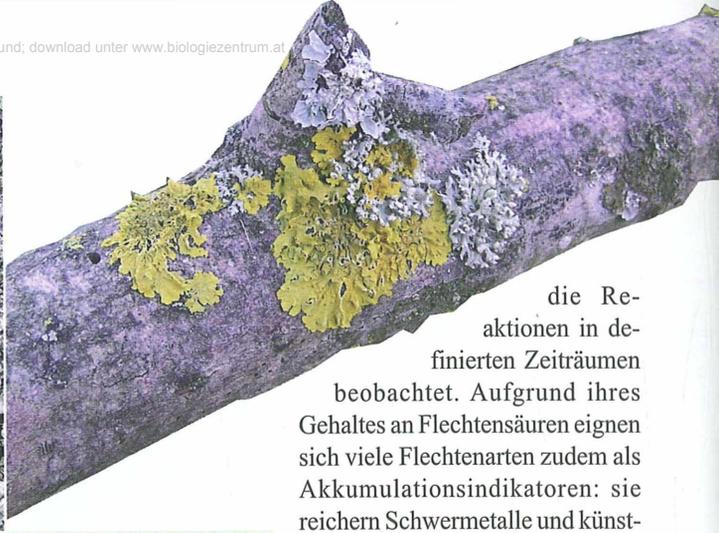
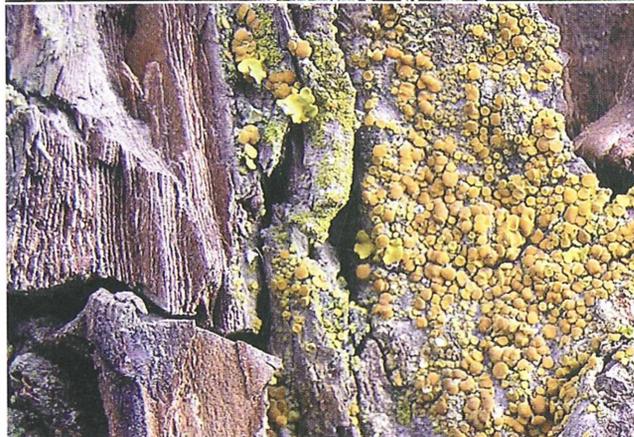
Quelle: *Die Flechten Kärntens*, Türk et al., 2004, verändert.

re, wird der Verlust der Vitalität bis hin zum völligen Aussterben offenkundig.

Die Gründe sind vielschichtig und in vielen Fällen einem sehr komplexen Ursachenbündel zuzuschreiben: Änderungen in den forstwirtschaftlichen Methoden, der Einsatz von Giften gegen Pilz- und Schädlingsbefall sowie Kunstdünger in der Landwirtschaft, die zunehmende Flut von Verkehrsabgasen als Hauptursachen haben sowohl die Artenvielfalt als auch die Häufigkeit gerade der Bäume und Boden bewohnenden Flechtenarten drastisch reduziert.

Sensibel auf Luftbelastung

Flechten sind schon seit weit über hundert Jahren als empfindliche Organismen gegenüber Luftschadstoffen bekannt. Sie werden deshalb in den industrialisierten und urbanen Großräumen als Zeigerpflanzen für die Wirkung und Ausbreitung von schädigenden Verbindungen aller Art verwendet. Dazu gehören etwa Schwefeldioxid, Stickoxide und Fluoride. Beim „Passiven Monitoring“ werden nach genormten Methoden anhand von Verbreitung und Häufigkeit der Flechten Rückschlüsse über die Luftgüte getroffen, beim „Aktiven Monitoring“ werden bestimmte Flechten an einem belasteten Standort ausgesetzt und



die Reaktionen in definierten Zeiträumen beobachtet. Aufgrund ihres Gehaltes an Flechtensäuren eignen sich viele Flechtenarten zudem als Akkumulationsindikatoren: sie reichern Schwermetalle und künstliche Radionuklide an, die bei Störfällen in Kernkraftwerken oder bei Atombombenversuchen frei werden können.

Stickoxide lösen Schwefeloxide ab

Bis in die Mitte der 1980iger Jahre musste man noch um das vollständige Verschwinden der Flechten, die auf Bäumen leben, bangen. Zu hoch war damals die Schwefeldioxidbelastung im nördlichen Wald- und Mühlviertel sowie am Nordrand der Ostalpen von Vorarlberg bis zum Wienerwald, so dass die meisten Arten äußerst stark geschädigt wurden. Erst die Reduzierung der Luftbelastung mit Hilfe von Schwefeldiffusern hat auch in den industriefernen Arealen des Alpenvorlandes zu einer teilweisen Erholung des epiphytischen Flechtenbewuchses geführt. Empfindliche Arten, wie z. B. die Blattflechte *Flavoparmelia caperata*, die Strauchflechten *Pseudevernia furfuracea* und *Evernia prunastri* sowie die Bartflechte *Usnea subfloridana* besiedelten zunächst zögerlich, im Verlaufe der Zeit aber zunehmend die von ihnen bevorzugten Baumarten mit sauer reagierender Borke (Eiche, Birken, Birnen, Zwetschke, Vogelkirsche, Linde). Bei resistenteren Flechtenarten wie z.B. *Parmelina tiliacea*, *Xanthoria spec.*, *Ramalina pollinaria* und *Melanohalea exasperatula* verschwanden

Stickstoff tolerante Flechtengesellschaften aus *Parmelia sulcata*, *Physcia adscendens* (Foto o.li.) oder aus der Wandschüsselflechte *Xanthoria parietina*, *Parmelia sulcata* und *Physcia tenella* (Foto Ast re. o.) besiedeln für kurze Zeit Gebiete, in denen zuvor Säure liebende Flechten wuchsen.

Das 2. Bild v.o. zeigt geschädigte Flechten.

Zu den Stickstoff toleranten Flechten gehören auch *Ramalina pollinaria* (3. Foto v.o.) und *Caloplaca lobulata* (4. Foto v.o.). Letztere ist eine seltene Krustenflechte, die Stickstoff anzeigt.

Alle Fotos stammen aus Eberstalzell/OÖ.



nach und nach die Schädigungsmerkmale, wie ausgebleichte Lappenenden und Rotfärbung im Thalluszentrum, und die Bestände erholten sich.

Drastischer Flechtenwandel

Mittlerweile findet im Alpenvorland und im Bereich des nördlichen Alpenrandes bis zum Anstieg der Kalkhochalpen ein drastischer Wechsel der Flechtenvegetation statt: Säure liebende Flechtengesellschaften, die sich auf Bäumen mit sauer reagierender Borke entwickeln und auch auf feuchte Klimabedingungen (ozeanisches Klima) angewiesenen sind, bleiben weitgehend verschwunden. An ihre Stelle sind großflächig Flechtengesellschaften getreten, die Stickstoff tolerant bzw. Stickstoff liebend sind: Auf Obstbäumen dominieren die Flechtengattungen *Parmelia* und *Physcia* (Foto li. Seite o.), sogar auf der nährstoffarmen Borke der Nadelbäume wachsen die auffällige Gelbe Wandschüsselflechte (*Xanthoria parietina*) und ihre Begleiterinnen (z. B. *Phaeophyscia orbicularis*) sehr gut (Foto S. 23 re.o.). Aber auch diese Flechten entwickeln sich nur für eine ge-

wisse Zeit normal, wie dies an *Parmelia tiliacea* schön zu sehen ist (Foto li.o.). Schon nach etwa vier bis fünf Jahren beginnt ihr langsames Siechtum: sie verfärben sich rot und braun, ihre Lappen bleichen aus, bis sie schließlich vollkommen absterben (Foto mi. u. re. o.). In vielen Wäldern der Flyschzone und der nördlichen Kalkvoralpen sind Blatt- und Bartflechten bis zu einer Höhe von 1.330 bis 1.400 m weitgehend verschwunden. An ihre Stelle sind Luftalgen in dichtem Aufwuchs getreten (Foto re.), die sich bei höherem Düngegrad der Atmosphäre besser entwickeln. Offensichtlich werden Flechten (z. B. Bartflechten, Foto S. 22), die an nährstoffarme Bedingungen angepasst sind, durch den Eintrag von stark düngenden Verbindungen wie Stickoxide, Nitrit, Nitrat, Ammonium und Ammoniumnitrat in ihrem Wachstum unterdrückt bzw. können gar nicht mehr aufkommen.

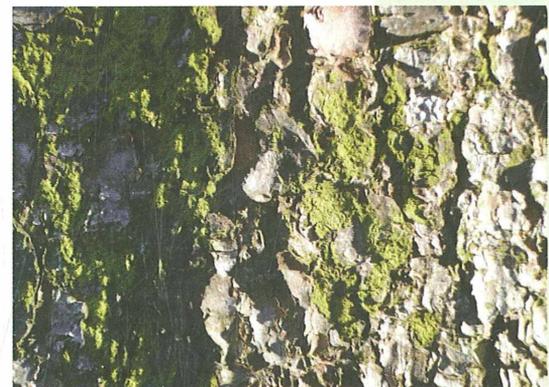
Kat und Massentierhaltung als Verursacher

Die Verursacher dieser Verbindungen sind sicherlich im erhöhten Energieverbrauch zu suchen, durch den vermehrt diese pflan-

zenwirksamen Stoffe abgegeben werden. Für einen bestimmten Zeitraum können Flechten, die Stoffe und deren Derivate akkumulieren (speichern), die erhöhten Düngegaben aus der Atmosphäre tolerieren. Ist die Schwellenwertkonzentration für die Schädigung erreicht, sterben sie relativ rasch ab. Untersuchungen im Ruhrgebiet haben gezeigt, dass der Dreiweg-Katalysator für PKWs neben verschiedenen landwirtschaftlichen Produktionsformen (Massentierhaltung etc.) die bedeutendste Quelle von Ammoniak ist. Dieser verbindet sich mit den vorhandenen Stickoxiden zum stark düngenden Ammoniumnitrat, das hauptsächlich entlang von stark befahrenen Verkehrsrouten auf die Flechten wirkt.

Auch bei Stickstoff toleranten Flechten wird das Siechtum schon nach 4-5 Jahren offenkundig: Links *Parmelia tiliacea* gesund, daneben *Parmelia sulcata* bereits geschädigt und rechts abgestorben (alle Ebersztalzell/OÖ).

Luftalgen auf der von Natur aus Nährstoff armen Borke der Fichte, aufgenommen in Neumarkt/Wallersee.



Wächst gerne auf Obstbäumen, wie hier in Sauerfeld/Lungau: die **Gelbe Wandschüsselflechte *Xanthoria parietina***.



Dieses Foto zeigt, wie die graue Krustenflechte ***Lecidella eleaochroma*** von der Gelben Wandschüsselflechte überwuchert wird.



FLECHTE DES JAHRES 08:

Wolfsflechte
Letharia vulpina
(© Norbert Stapper/BLAM)
Info:
www.blam.privat.t-online.de



Stickoxide und Holzqualität

STICKSTOFFMONOXID NO entsteht bei Verbrennungsvorgängen in Motoren und wird bei Anwesenheit von Sauerstoff leicht zu Stickstoffdioxid NO_2 oxidiert. Dieses oxidiert an der Luft weiter zu Nitrat und Salpetersäure, wodurch auch der saure Regen entsteht und somit eine Folge von Stickoxid-Emissionen sein kann.

STICKOXIDE wirken in genau den Konzentrationen, in denen sie als Emissionen abgegeben werden. Sie sind für die Pflanzen nicht giftig, sondern dienen als zusätzliche Stickstoffquelle. Die Aufnahme erfolgt erstmals, seit Landpflanzen existieren, über die Blätter, genauer gesagt über die Spaltöffnungen und nur in geringem Maß über die Schutzschicht (Cutikula). Einen Stickstoffüberschuss speichern Pflanzen, während ihn Tiere ausscheiden.

BEI IMMERGRÜNEN Pflanzenarten, vor allem bei Nadelbäumen ist die Stickstoff-Übersversorgung stark ausgeprägt, da sie der Zufuhr über ihre Blätter/Nadeln ganzjährig ausgesetzt sind. Das bedeutet Stress für die Pflanzen, die sog. Stressmetabolite bilden. Dies konnte in Untersuchungen nachgewiesen werden. Weitere Folgen sind stärkeres Wachstum mit gleichzeitiger verminderter Ausbildung des Festigungsgewebes. Dadurch erhöht sich die Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern, was sie oft auch für Pflanzenfresser genießbarer macht. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Hitze, Kälte und Wassermangel sinkt, zusätzlich verringert sich das Wurzelwachstum.

VERSTÄRKTES WACHSTUM führt zu vermehrter Bildung von Frühholz mit geringerer mechanischer Stabilität als Spätholz

(Windschäden). Schäden werden erst bei älteren Individuen deutlich. Bei Immergrünen sterben die Blätter bzw. Nadeln vorzeitig ab. Dadurch erreichen sie nicht ihr normales Alter (artabhängig). Somit kann man die Schädigung der Nadelbäume am Verlust der Nadeljahrgänge erkennen.

DIE DRASTISCHE REDUKTION der Emissionen ist das einzige Mittel, um die Schädigung der Vegetation durch Stickoxide zu verringern. Bestrebungen zur Erhaltung naturnaher Lebensräume und Lebensgemeinschaften bleiben letztlich erfolglos, wenn es nicht gelingt, die Stickoxid-Emissionen rasch auf weit weniger als die Hälfte der heutigen Werte zu senken. *Quelle: Ulrich Kull: Wirkung von Stickoxiden auf die Vegetation: 64-75; www.ivd.uni-stuttgart.de/als/index-Dateien/ALS-Bericht_00-01.pdf#page=68*

Um die weitere Entwicklung zu verfolgen, wird die epiphytische Flechtenflora vor allem in den Bundesländern Salzburg und Oberösterreich weiterhin aufmerksam beobachtet und entsprechend dokumentiert.

Sollte die Entwicklung in diesem Ausmaß weitergehen, wird die Flechtenvielfalt in den nächsten Jahren noch stärker abnehmen. Wie sich die Zunahme von Stickoxiden auf den Wald als eine bedeutende Schadstoffsenke oder gar auf uns Menschen auswirken wird, lässt sich derzeit nicht abschätzen. Wenn wir das nicht wollen, dann müssen wir die Energie freisetzenden Prozesse rasch vermindern. Alle Maßnahmen, die dazu führen, sind zu begrüßen.

Text und Fotos:

Univ.-Prof. Dr. Roman Türk vertritt den Bereich Ökologie und Ökophysiologie der Pflanzen im Fachbereich Organismische Biologie der Univ. Salzburg und ist Leiter der Arbeitsgruppe Ökologie und Diversität der Pflanzen. Sein Forschungsgebiet sind die Flechten. Seit 1996 ist er Mitglied des Klimabeirates (ACCC) des Lebensministeriums. Seit 1993 vertritt er als Vorstand den NATURSCHUTZBUND Salzburg und ist seit 2007 Vizepräsident des NATURSCHUTZBUNDES Österreich roman.tuerk@sbg.ac.at.

Heidelinde Sofie Pflieger ist Diplomandin bei Prof. Türk und arbeitet derzeit an einem Projekt über die Erstbesiedelung hochalpiner Flächen durch Flechten mit. Sie ist weiters Mitautorin einer publizierten Arbeit sowie zweier Arbeiten, die derzeit in Druck sind (GEO/Tag der Artenvielfalt im Ötztal und „Die Flechtenflora und Flechtenvegetation in ausgesuchten Naturwaldreservaten im Bundesland Salzburg“). HeidelindeSofie.Pflieger@sbg.ac.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [2007_6](#)

Autor(en)/Author(s): Türk Roman, Pfleger Heidelinde Sofie

Artikel/Article: [Das stumme Siechtum der Flechten 22-26](#)