

Von Dr. Felix L. Seemann

So vielfältig die Luftverunreinigungen in chemischer Hinsicht sein können, so vielfältig sind auch die davon abgeleiteten Schäden in der belebten und unbelebten Natur. Die Bemühungen, diese Schäden zu verhindern, dürfen hinter den Fortschritten der Technik nicht allzu weit nachhinken. Darüber zu sprechen oder zu schreiben heißt, an das Morgen, an unsere Zukunft, an unsere Kinder zu denken. In einer biologisch kranken Umgebung kann auch der Mensch nicht gesund bleiben.

Woher kommen alle diese aggressiven, für die belebte Welt oft so toxisch wirkenden chemischen Verbindungen der Luftverunreinigungen? Es sind die Aufschließungs-, Verarbeitungs- und Endprodukte aller Mineralien, Erze, Kohlen, Öle und Erdgase, die der Mensch seit Beginn der industriellen Entwicklung in immer steigendem Ausmaße aus dem Erdinnern zutage fördert. Was in Jahrmillionen abgelagert wurde, wird jetzt in Jahrzehnten zu erneutem Stoffumsatz auf die Natur losgelassen. Diese widernatürlichen Vorgänge müssen sowohl die belebte wie die unbelebte Natur störend beeinflussen.

Der Kontinuität menschlicher Betriebssamkeit entsprechend, sind diese Luftverunreinigungen dynamischer, sich ständig erneuernder, wechselnder Natur. Wenn auch die Hauptschäden auf den näheren Bereich der Rauchquelle beschränkt bleiben, so wird durch das ständige Wachstum der Industrie, durch die räumliche Ausdehnung dicht besiedelter Gebiete, durch die Zunahme des Motorfahrzeugverkehrs und durch die allgemeine Technisierung die Luftverschmutzung zu einem weltweiten Problem.

Zum Thema „Schäden durch Luftverunreinigung“ kann in einem Aufsatz nur das Wesentlichste, und auch das nur in kurzer Form, gebracht werden. Im Folgenden wird daher versucht, einen informativen Überblick über die Schäden an den diversen Wirtschaftsgütern, über die

Wuchsschäden und die Wertverminderungen an den Nutzpflanzen und über die Erkrankungen der Haustiere zu geben.

Schäden an Wirtschaftsgütern

Dieses Kapitel umfaßt alle Schäden, wie sie uns in der unbelebten Natur als Folge von Luftverunreinigungen entgegentreten. Da ist einmal die Verschmutzung aller Gebrauchsgegenstände durch Staub und Ruß, angefangen vom parkenden Auto über die Häuserfassaden bis zu den Textilien der Kleidung. Dazu zählen die Korrosionsschäden an den diversen Metallgegenständen, vornehmlich ausgelöst durch die gasförmigen chemischen Agenzien. Weiters die Farbveränderungen von Anstrichen, Textil- und Lederwaren. Das Aufzählen aller möglichen direkten Schäden würde hier zu weit führen. Gemeinsam ist allen diesen Schäden, daß wenig darüber gesprochen wird, daß man sie als unabdingbar zur Kenntnis nimmt und sich damit abfindet. Hand in Hand mit diesen direkten Schäden gehen die Sekundärschäden. So kosten die zusätzlichen Reinigungen bei den Textilien nicht nur Geld, sondern verkürzen auch noch die Verwendungsdauer derselben. Der ständige Staub und Dunst über den Industriegebieten vermehrt die Stromkosten für die Beleuchtung in Haushalten und Arbeitsstätten. In Gebieten mit zunehmender Luftverschmutzung bedeutet der Rückgang des Fremdenverkehrs für das Gastgewerbe eine nicht zu vernachlässigende Gewinneinbuße. Schließlich wirken die verschmutzten Häuserfassaden, Fluren und Wälder auf die Psyche der dort lebenden Menschen deprimierend und mindern die Arbeitsfreude und die Arbeitskraft.

Eine Berechnung aller dieser Schäden ist sehr schwierig, ja zum Teil unmöglich. Zu diesen wirtschaftlichen Schäden müssen auch die Kosten für die Errichtung von technischen Schutzmaßnahmen vor

den Luftverunreinigungen gezählt werden und die bei der Produktion eintretenden Stoffverluste durch die Emissionen.

Vegetationsschäden

Das biologische Geschehen der Schadstoffaufnahme und -wirkung soll bei den Nutzpflanzen in eingehender, wenn auch vereinfachter Form dargestellt werden. Die Kenntnis dieser Vorgänge ist unbedingte Voraussetzung aller erfolgreichen Schutzmaßnahmen. Die Nutzpflanzen, die entweder der Nahrung oder der technischen Verwertung dienen, gehören mit einigen wenigen Ausnahmen zu den höheren grünen Pflanzen. Die hervorstechendste Eigenschaft dieser Pflanzengruppe ist die Produktion von Kohlehydraten aus Kohlendioxyd, Wasser und Licht. Diese Nutzpflanzen nehmen in der Ernährungskette die Schlüsselpositionen ein, denn ohne pflanzliche Kohlehydrate wäre ein Leben für Mensch und Tier unmöglich. Wuchsschäden und Wertverminderungen werden daher immer auch wirtschaftliche Bedeutung haben.

Die Schadstoffe für Pflanzen sind — abgesehen von den Karzinogenen — die gleichen wie bei Mensch und Tier. Während bei Mensch und Tier einfache Beziehungen zwischen Schadwirkung und Wirkstoffkonzentration möglich sind, liegen bei den Pflanzen die Verhältnisse etwas komplizierter. Dies ist in der biologischen Organisation begründet. Bei den tierischen Organismen (z. B. Warmblütlern) kann durch die innere Oberflächenentfaltung der Atmungsorgane die Wirkung einer bestimmten Luftmenge genau erfaßt werden. Nicht so bei den Pflanzen. Diese weisen in ihren Blattoorganen neben einer großen äußeren Oberflächenentfaltung (Assimilationsorgane) eine ebenso wirksame innere Entfaltung (Interzellulärsystem) auf. Bei diesem oft als „offenes System“ bezeichneten pflanzlichen Organisationsschema kann die Gasaufnahme der Assimilationsorgane (Blätter) und damit auch die Aufnahme von Schadstoffen mengenmäßig nur schwer bestimmt werden, da es einen

gleichmäßigen Luftdurchsatz pro Zeiteinheit nicht gibt.

Welchen Weg müssen die gasförmigen Schadstoffe nehmen, um an der Pflanze selbst einen Schaden zu bewirken? Die Haupteingangspforten sind die zahlreichen Spaltöffnungen, die von der Pflanze geöffnet und geschlossen werden können. Der weitere Weg, den das Schadgas im Interzellulärsystem nimmt, dürfte wohl dem Gesetz der Gasdiffusion folgen. Erst dann treten in den Protoplasma-Grenzschichten der betroffenen Zellen Störungen auf. Diese Wirkung bleibt bei Gasen wie SO_2 , HCl u. a. meist örtlich lokalisiert, und Zellnekrosen in der Umgebung der Spaltöffnungen sind dann die ersten Alarmzeichen. Wenn man von der Blattepidermis, die in geringem Umfang auch für Schadgase durchgängig ist, absieht, liegt die Entscheidung, ob bei vorhandenem Schadgas eine Schädigung eintreten kann oder nicht, vor allem im Öffnungszustand der Spaltöffnungen. Mit anderen Worten, in der Nacht, wo die Spaltöffnungen immer geschlossen sind, können auch höhere Schadgaskonzentrationen keinen Schaden anrichten. Diese Öffnungsbewegungen der Spaltöffnung — sie dienen ja nicht nur der Aufnahme, sondern auch der Abgabe von Gasen sowie der Transpiration — sind natürlich von mehreren Faktoren, wie Licht, Luft-, Bodenfeuchtigkeit und Temperatur, abhängig, wobei aber das Licht eine dominante Bedeutung hat. Neben diesen äußeren klimatischen Faktoren bestimmen aber letztlich in der Pflanze selbst vorhandene, anatomische und physiologische Faktoren, ob ein bereits eingedrungenes Giftgas einen Schaden verursacht oder nicht. Einer dieser biologischen Faktoren ist das Entwicklungsstadium, in dem sich die Pflanze gerade befindet. Es ist für die Schadwirkung eines Giftgases nicht gleichgültig, ob sich etwa eine einjährige Pflanze, wie die Getreidearten, im Keimstadium, im vegetativen Wachstum oder bereits im generativen Wachstum befindet. Bei Laubbaumblättern wieder ist die Gasempfindlichkeit dem Alter entsprechend veränderlich, und zwar

so, daß junge, halbentfaltete Blätter wenig, eben voll entfaltete sehr stark und ältere Blätter wieder geringer empfindlich sind. Bei den mehrjährigen Nadelblättern der Koniferen steigt die Empfindlichkeit mit fortschreitender Ausbildung und sinkt mit zunehmendem Alter.

Von extremen Bedingungen abgesehen, haben die biologischen Faktoren der Pflanze — neben den Entwicklungsstadien sind auch Art- und Rassenzugehörigkeit entscheidend — auf die Schadauslösung und den Schadumfang einen größeren Einfluß als die Klima- und Ernährungsfaktoren. Jede Pflanzenart bzw. -rasse hat bestimmte Entwicklungsperioden, innerhalb derer es bei Anwesenheit von Giftgasen auf jeden Fall zu Wuchsschäden kommt. In der Fachliteratur werden sie „kritische Entwicklungsphasen“ genannt. Für die erfolgreiche Arbeit des Lufthygienikers ist die Kenntnis der kritischen Entwicklungsphasen aller in seinem Gebiete vorkommenden Nutzpflanzen unabdingbare Voraussetzung. Während solcher Zeiträume, die relativ kurz sind, könnten einvernehmlich mit der Industrie Vereinbarungen getroffen werden — Verbrauch schwefel- armer Kohle, Anpassung der Produktionspläne —, die dem Schutze der Vegetation dienen und der Land- und Forstwirtschaft viel Schaden ersparen.

Schadgase wie SO_2 , nitrose Gase und HCl werden absorptiv bei der Assimilation und Atmung der Pflanzen mit der Luft aufgenommen und bewirken an den Blättern lokalisiert bleibende mehr oder weniger große Beschädigungen. Andere Luftschadstoffe, wie HF , Äthylen, Tabak- und Ofenrauch, wirken erst über den pflanzlichen Hormonstoffwechsel schädigend, wobei einzelne Blätter oder selbst ganze Pflanzen zugrunde gehen. Am bekanntesten sind diese Effekte aus der Gasküche, in der die meisten Topfzimmerpflanzen bestenfalls dahinvegetieren.

Unter den Luftverschmutzungen trägt die Gruppe der Giftgase bei den Vegetationsschäden wohl die Hauptverantwortung. An der Spitze dieser Giftgase steht — was die Häufigkeit des Vorkommens und

die Giftigkeit betrifft — ohne Zweifel das SO_2 . Andere Giftgase, wie HF , nitrose Gase, HCl , NH_3 , C_2H_4 , H_2S , Ozon u. a., sind in ihrer Schadwirkung auf die Pflanzenwelt ähnlich, im Ausmaß aber schwächer, vor allem aber von mehr örtlicher Bedeutung in bezug auf die Emissionsquelle.

Nach einer Aufstellung des XIII. IUFRO-Kongresses aus dem Jahre 1961 (Internationaler Verband forstlicher Forschungsanstalten) liegt Österreich mit 11.000 ha Rauchschadensfläche in Europa hinter Westdeutschland (50.000 ha), Ostdeutschland (15.000 ha), Polen (50.000 ha) und der ČSSR (30.000 ha) an fünfter Stelle. Getrennt nach Bundesländern verteilen sich die Schadensgebiete wie folgt: Oberösterreich 1700 ha, Kärnten 700 ha, Salzburg 1000 ha, Tirol 400 ha, Steiermark 7000 ha. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß die Gesamtwaldfläche, die durch Immissionen wirtschaftlich beeinträchtigt wird, jetzt bereits mehr als das Doppelte der seinerzeitigen Schätzung erreicht hat.

Wie man an diesem Beispiel sieht, kann der Vegetationsschaden durch Luftverunreinigungen ganz gewaltige Formen annehmen.

Die Schadwirkung der Stäube auf die Nutzpflanzen ist, abgesehen von der direkten Giftwirkung von Teerb Bestandteilen und Metallsalzen auf die Blattepidermis (Ätزشädigung), meist von mehr indirekter Art. Der Staubbiederschlag auf den Blättern — unabhängig von seinen sonstigen Eigenschaften — behindert den Lichtdurchtritt und vermindert daher die Assimilation. Bei den Stäuben tritt auch die Wertverminderung von Nutzpflanzen ein, ein ideeller Schaden, der sich besonders bei Blattgemüsen und Obst lästig auswirkt und den Verkaufspreis dieser Waren herabsetzt.

Mit der Pflanzennahrung aufgenommen, können Stäube von Metallsalzen (Blei) oder von radioaktiven Isotopen auch für den Menschen gesundheitsgefährdend werden. Doch darüber mehr am Schluß.

Da die gesamte Staubkomponente der

Luftverunreinigungen früher oder später zu Boden sinkt, können die Lebensbedingungen der Mikrobodenflora und -fauna durch den Flugstaub starken Beeinflussungen ausgesetzt werden. So kann es unter Umständen durch alkalischen Flugstaub zu einer Reaktionsänderung des Bodens in alkalischer Richtung kommen. Schwer abzuschätzende Schäden in der Forst- und Landwirtschaft folgen auf solche Eingriffe in den Naturhaushalt. Lösliche Metallsalze werden über den Boden, soweit dort nicht gebunden, von den Pflanzen aufgenommen, und treten so wieder in einen biologischen Kreislauf ein.

Eine genaue Schadensbeschreibung der verschiedenen Giftstoffe an den einzelnen Nutzpflanzen unterblieb hier absichtlich. Aus dünnen Blättern allein kann selbst der Fachmann nicht allzuviel aussagen, und erst nach eingehenden Untersuchungen auf anatomischer, chemischer und biologischer Grundlage kann eine Auskunft über die Art eines Schadstoffes gegeben werden. Noch schwieriger sind physiologische Schädigungen nachzuweisen, die äußerlich nicht zu erkennen sind, wie z. B. ein verminderter Holzzuwachs in den Forstkulturen. Fast alle Disziplinen der Naturwissenschaft müssen schließlich aufgeboten werden, wenn es gilt, die Schadensanteile verschiedener Emittenten auf ein und demselben Grundstück zu ermitteln. Solche Untersuchungen nehmen oft mehrere Jahre in Anspruch, unter einem Jahr wäre eine solche Ermittlung überhaupt nicht möglich.

Tierschäden

Die Schäden bei den niederen Tieren sind noch wenig erforscht. Bei den höheren Tieren, besonders bei Säugetieren, sind die Erkrankungen mit denen von den Menschen her bekannten durchaus vergleichbar und zeigen sich meist als subchronische und chronische Schädwirkungen.

In der freien Natur können bewegliche Tiere aus der Schadenszone fliehen, kleineren und dadurch beschränkt beweglichen Tieren ist dies, ebenso wie den ortsgewunden Pflanzen, nicht möglich. Tre-

ten Vergiftungen von Tieren durch Schadstoffe der Luft auf, so kaum als Folge einer Inhalation dieser Stoffe, sondern eher durch den Fraß verstaubter Futterpflanzen. Dies trifft auch bei der Fluorose, einer Krankheit der Weidetiere nach dem Genuß von Gräsern mit fluorhaltigem Staub, zu. Fluor, ein Protoplasmagift, ist stark calciumaffin und stört dadurch die normale Kalkeinlagerung im Organismus, es kommt zu Abmagerungen, Milchschwund und Zahnschäden bei den betroffenen Tieren. Harmloser ist der Staub von Kalk- und Zementfabriken, er soll bei landwirtschaftlichem Nutzvieh keine Gesundheitsschäden hervorrufen.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen schließlich die Zivilisationsschadstoffe Blei und radioaktive Isotope, die vor allem über die Nahrungskette Pflanze—Tier—Mensch in weltweiter Form wirksam sind und deren Verbreitung noch immer im Steigen begriffen ist.

Blei wird dem Autobenzin als Antiklopffmittel in den Verbindungen Bleitetraäthyl oder -methyl bis zur Höchstmenge von 0,06 Vol.-% zugesetzt. Als Bleiaerosol (vornehmlich Bleichloride und -bromide) verläßt es mit den Auspuffgasen in lungengängiger Form die Kraftfahrzeuge und verpestet so die Luft in Stadt und Land. In der Nähe von stark frequentierten Autostraßen kann der Bleigehalt von gewachsenen Gräsern bis 300 mg pro 1 kg Trockenmasse erreichen (normal 5 bis 15 mg). Dabei ist die Aufnahme von Blei über die Wurzeln in die Blätter gering. Vermutlich besteht eine starke Adsorption des Bleies an der Blattoberfläche, da ein Abtransport ins Blattinnere kaum erfolgt. Stark bleihaltige Gräser verursachen beim Weidevieh Bleivergiftungen, und in der Milch erscheinen auch beträchtliche Bleimengen. An Autobahnen sollen daher in 50—150 m Entfernung keine Nutzpflanzen gebaut werden. Bekanntlich hat das Blei bei Warmblütlern kumulative und irreversible Wirkungen, die sich auch auf die Erbanlagen und damit auf die Nachkommenschaft erstrecken. Die pulmonale Bleiaufnahme, der besonders der Stadtmensch

ausgesetzt ist, wirkt sich ^{schon}toxikologisch ^{download}Die vom ^{www.gieze}Europarat in Straßburg etwa zehnmal stärker als die perorale aus, da die Entgiftungsfunktion der Leber wegfällt.

Im Zeitalter der Atomtechnik sind radioaktive Niederschläge keine Seltenheit mehr. Der Schaden, den die Pflanzenwelt durch solche radioaktiven Teilchen erleidet, ist nicht nennenswert. Schlimmer wirken sich dagegen die im Pflanzenkörper — über die Wurzeln aus dem Boden oder als Staub auf den Blättern — festgelegten radioaktiven Stoffe aus. Über die Nahrungskette Pflanze—Tier—Mensch weitergegeben und summiert, können sie durch Strahlenwirkung schwere, bleibende Körperschäden hervorrufen. Dies ist auch der Grund, warum z. B. in allen Kulturstaaten der Welt die Milch einer ständigen Kontrolle über den Gehalt an Strontium 90 unterworfen wird.

Die vom Europarat in Straßburg (24. Juni bis 1. Juli 1964) einberufene Europäische Konferenz „Reinhaltung der Luft“ behandelte als zweiten Tagesordnungspunkt „Die Wirkung der Luftverunreinigung auf Tiere und Pflanzen“. Was zu diesem Punkt, in ein paar Sätze zusammengefaßt, gesagt wurde, möge hier als Abschluß dienen: Die Emission bestimmter Luftverunreinigungen, die jetzt noch in unbedeutenden Mengen erfolgt, wird wahrscheinlich zunehmen. Die Maßnahmen, die zum Schutze von Fauna und Flora in gewissen Gebieten Europas bereits getroffen werden müssen, werden auch für die Gesundheit der Menschen dieser Gebiete von ausschlaggebender Bedeutung sein. Alle technischen und wissenschaftlichen Mittel müssen zur Erreichung dieses Zieles mobilisiert werden, um erfolgreich bestehen zu können.

Jeder Komfort muß bezahlt werden

Der Mensch neigt dazu, auf die Apparatur auch dort zu bauen oder ihr noch dort zu weichen, wo er aus eigenen Quellen schöpfen muß. Das ist ein Mangel an Phantasie. Er muß die Punkte kennen, an denen er sich seine souveräne Entscheidung nicht abkaufen lassen darf. Solange die Dinge in Ordnung sind, wird Wasser in der Leitung und Strom im Anschluß sein. Wenn Leben und Eigentum bedroht sind, wird ein Alarmruf Feuerwehr und Polizei herbeizaubern. Die große Gefahr liegt darin, daß der Mensch auf diese Hilfen sich zu fest verläßt und hilflos wird, wo sie ausbleiben. Jeder Komfort muß bezahlt werden. Die Lage des Haustiers zieht die des Schlachttiers nach.

Die Katastrophen prüfen, in welchem Maße Menschen und Völker noch original gegründet sind. Ob wenigstens noch ein Wurzelstrang unmittelbar das Erdreich aufschließt — daran hängen Gesundheit und Lebensaussicht jenseits der Zivilisation und ihrer Versicherung.

Das zeigt sich in den Phasen stärkster Bedrohung, in denen die Apparate den Menschen nicht nur im Stiche lassen, sondern ihn in einer Weise umstellen, die ohne Aussicht scheint. Dann hat er zu entscheiden, ob er die Partie verloren geben oder sie aus innerster und eigener Kraft fortsetzen will. In diesem Falle entschließt er sich zum Waldgang.

(Ernst J ü n g e r, „Der Waldgang“)

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: 1970

Band/Volume: [1970_4](#)

Autor(en)/Author(s): Seemann Felix L.

Artikel/Article: [Schäden durch Luftverunreinigung 98-102](#)