

Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität¹⁾

– ein Beispiel aus dem Landkreis Peine –

von

Sylvia R e c k e l

1 Einleitung

Jedes Lebewesen hat spezifische ökologische Ansprüche an seinen Lebensraum. Organismen und Organismengemeinschaften spiegeln daher zum einen die natürlichen Standortfaktoren wider und reagieren zum anderen auf anthropogene Veränderungen in ihrer Umwelt. Diese Reaktionen reichen von Verschiebungen im Stoffwechsel über äußerlich sichtbare Schäden bis zum völligen Ausfall von Arten.

Die Schadstoffbelastung von Boden, Wasser oder Luft eines Gebietes läßt sich also nicht nur mit Hilfe technischer Meßverfahren, sondern auch über Lebewesen und Lebensgemeinschaften, sog. Bioindikatoren, ermitteln.

Bei diesem als Bioindikation bezeichneten Verfahren sind die verwendeten Organismen entweder im Untersuchungsgebiet vorhanden (passives Monitoring) oder werden aus anderen, weniger belasteten Gebieten dort hineingebracht (aktives Monitoring) (ARNDT, NOBEL & SCHWEITZER 1987). Da die Reaktionen von Lebewesen als Meßgrößen herangezogen werden, läßt sich nicht nur die Höhe einer Belastung, sondern auch deren biologische Wirkung erfassen. So können sowohl synergistische Effekte von Schadstoffkombinationen als auch bisher unbekannte Schadstoffe sowie Abbau- und Reaktionsprodukte in das Meßergebnis mit einfließen. In der Registrierung von Belastungen entstehen beim Einsatz von Bioindikatoren keine zeitlichen Lücken: sowohl Belastungsstöße als auch langeinwirkende niedrige Konzentrationen von Schadstoffen dokumentieren sich in der Reaktion der Organismen (HASELOFF 1982, STEUBING & KIRSCHBAUM 1982).

Im folgenden wird am Beispiel einer Kartierung der epiphytischen Flechten (Flechtenbewuchs auf Baumrinden) im Gemeindegebiet von Edemissen, Kr. Peine, über die Verwendung von Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität in Form des passiven Monitorings berichtet.

2 Flechten als Bioindikatoren

Flechten sind unscheinbare pflanzliche Lebewesen, die aus einer engen Lebensgemeinschaft, einer Symbiose, zwischen einem Pilz und einer Alge bestehen. Äußerlich ähneln sie weder Pilz noch Alge, sondern eher kleinen Moosen, zu denen man sie bis ins vorige Jahrhundert hinein noch zählte. Während der Pilzpartner Photosyntheseprodukte von der Alge erhält, bietet er ihr Schutz vor intensiver Sonneneinstrahlung und Austrocknung. Flechten können daher extreme Lebensräume (Wüsten, Brandungszonen, Hochgebirgsregionen) besiedeln, die den Einzelpartnern und auch anderen Pflanzen nicht zugänglich wären (WIRTH 1980).

Allerdings wird die Symbiose zwischen Pilz und Alge durch ein labiles Gleichgewicht aufrechterhalten, das durch Luftschadstoffe leicht zu zerstören ist, womit den Flechten dann auch die Existenzgrundlage entzogen wird. Im Gegensatz zu Höheren Pflanzen besitzen sie keine Kutikula (Wachsschicht) und nehmen Wasser aus dem Niederschlagswasser direkt durch Quellung über die gesamte Oberfläche auf. Im Wasser gelöste Schadstoffe können daher ungehindert in den Flechtenkörper eindringen und dort, da auch kein Ausscheidungssystem vorhanden ist, bis zu schädigenden Konzentrationen angereichert werden. Erschwerend für das Über-

1) gefördert aus Mitteln des Landkreises Peine (Naturschutz) und der Gemeinde Edemissen

leben unter Immissionseinwirkung ist daneben die geringe Regenerationsfähigkeit der Flechten, da sie sehr langsam wachsen (wenige Millimeter im Jahr) und geschädigte Pflanzenteile daher nur schwer ersetzt werden können (RABE 1982).

Epiphytische Flechten werden schon seit über 100 Jahren als Bioindikatoren von Luftverunreinigungen herangezogen (GRINDON 1859, NYLANDER 1866). Grundlage für die Erfassung der lufthygienischen Situation eines Gebietes mit Hilfe der epiphytischen Flechten ist deren artspezifisch unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber Luftverunreinigungen. Neben dem Auftreten äußerlich sichtbarer Schäden wie abgestorbenen Teilen an den Flechtenkörpern kann man daher aus dem Ausfall von im Gebiet normalerweise heimischen Flechtenarten bzw. aus dem vermehrten Vorkommen einiger spezieller Arten auf die Höhe der Belastung durch luftverunreinigende Stoffe schließen.

War es lange Zeit umstritten, ob die Entstehung von flechtenarmen Zonen den Luftschadstoffen oder dem trockenen Stadtklima zuzuschreiben ist, so geht man heute von einer Kombinationswirkung beider Faktoren aus, wobei mit zunehmender Luftschadstoffbelastung dieser Einfluß klimatische Faktoren weit überlagert (KIRSCHBAUM & STEUBING 1987). Eine bis auf immissionsresistente Arten stark verarmte Flechtenflora in ländlichen Gebieten weist ebenfalls in diese Richtung, da hier die klimatischen Bedingungen für Flechten auf jeden Fall günstiger sind als im Innern großer Städte.

Bis in die 1970er Jahre hinein galt SO_2 als hauptsächlicher Faktor für die Beeinträchtigung des Flechtenwachstums (z.B. HEIDT 1978), und es gab zahlreiche Versuche, dem Absterben bestimmter Flechtenarten entsprechende SO_2 -Konzentrationsschwellen zuzuordnen (z.B. HAWKSWORTH & ROSE 1970).

Heute betrachtet man Flechten als Bioindikatoren für allgemeine Immissionsbelastung (ARNDT, NOBEL & SCHWEITZER 1987), da sie, wie beispielsweise Untersuchungen von HERZIG, LIEBENDÖRFER & URECH (1987) und Literaturauswertungen von BURKHARDT (1987) zeigen, auf eine Vielzahl von Luftschadstoffen reagieren.

3 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt, wie aus Abb. 1 deutlich wird, nördlich der Stadt Peine und gehört verwaltungsmäßig zum Landkreis Peine, Regierungsbezirk Braunschweig. Es handelt sich um ein ländlich strukturiertes Gebiet, das auf einer Fläche von 10.353 ha neben dem Hauptort Edemissen dreizehn weitere Ortschaften mit insgesamt 10.800 Einwohnern umfaßt.

Naturräumlich gesehen gehört das Gemeindegebiet den Burgdorf-Peiner Geestplatten an (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1965). Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebietes liegt im Bereich der Edemisser Geest, einer flachwelligen Grundmoränenplatte, in der sich lehmige und sandige Grundmoräne, Flottsandinseln (Sandlöß), Talsand und Niedermoor miteinander abwechseln (MEISEL 1960).

Das Klima nimmt eine Mittelstellung zwischen den rein maritimen und den mehr kontinentalen Klimatypen, d.h. zwischen den küstennahen Gebieten Nordwestdeutschlands einerseits und dem mitteldeutschen Raum andererseits ein (MÜLLER 1958).

Da das Gebiet hinsichtlich seiner naturräumlichen Gegebenheiten weitge-

hend einheitlich ist, dürften Unterschiede in Klima- oder Bodenverhältnissen, die das Flechtenwachstum neben den Immissionsverhältnissen kleinräumig beeinflussen können, kaum eine Rolle spielen.

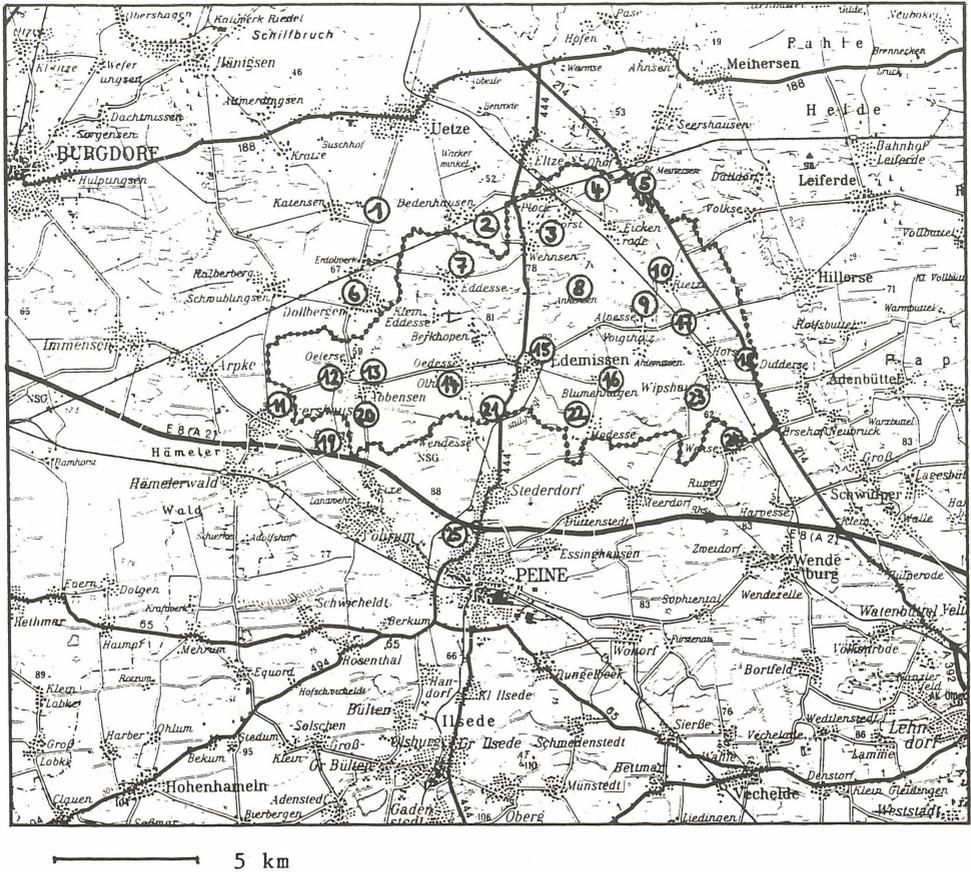


Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Lage der Untersuchungsstationen

Nennenswerte Emittenten gewerblicher oder industrieller Art sind im Edemissener Gebiet selbst nicht vorhanden. Im Emissionsursachenkataster EMUKAT des Umweltbundesamtes (UBA 1989), erstellt für die Luftschadstoffgruppen Schwefeldioxid (SO_2) und Stickoxide (NO_x , als NO_2) mit dem Bezugsjahr 1986, wird es dementsprechend im bundesweiten Vergleich in die untersten Klassen der Emissionsdichte eingestuft.

Anders stellen sich die Verhältnisse in den direkt angrenzenden Bereichen, insbesondere südlich und südwestlich des Untersuchungsgebietes dar. Hier werden hohe Emissionsdichten ausgewiesen. Bedeutende Emittenten in der Umgebung sind außer dem südwestlich gelegenen Großkraftwerk Mehrum größere Industrieansiedlungen in südlicher Richtung (z.B. Hüttenwerke, stahl- und kunststoffverarbeitende Industrie Peine-Ilsede) sowie eine Mineralöl-Raffinerie mit Verbrennungsanlage für nicht aufzuarbei-

tende Altöle nordwestlich des Untersuchungsgebietes (Dollbergen). Hinsichtlich der Emittentengruppe "Verkehr" wäre die südlich bzw. südwestlich gelegene Autobahn A2 Hannover-Berlin zu nennen.

Wie für viele andere Regionen in Niedersachsen existieren auch für das Untersuchungsgebiet selbst keine Immissionsmeßwerte. An der etwa 5-10 km südlich gelegenen Meßstation Peine (PESO) des Lufthygienischen Überwachungsnetzes Niedersachsen (LÜN) lag im Zeitraum Januar bis Dezember 1989 der Jahresmittelwert für SO₂ bei 0,023 und der 98-%-Wert für denselben Zeitraum bei 0,164 mg/m³ (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR IMMISIONSSCHUTZ). Die derzeit gültigen Immissionswerte der TA Luft, der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz vom 28.2.1986, liegen für SO₂ bei 0,14 mg/m³ (Langzeitwert) bzw. bei 0,4 mg/m³ (Kurzzeitwert). Zu Belastungsspitzen kommt es in den Wintermonaten, wo z.B. im Januar 1990 der maximale 1/2-Stunden-Wert für SO₂ bei 0,56 mg/m³ lag (LÜN-Monatsbericht Januar 1990).

4 Methode

Die Erhebung des epiphytischen Flechtenbewuchses nach immissionsökologischen Gesichtspunkten beschränkt sich i.d.R. auf bestimmte Standorte innerhalb des Untersuchungsgebietes, im Gegensatz zu einer floristischen Aufnahme, einer Kartierung sämtlicher Arten an jeglichem Standort.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Flechten in enger Anlehnung an die von RABE entwickelte LuGI-Methode (Luftgüte-Index) des Rheinisch-Westfälischen TÜV Essen erfaßt (RABE 1987), die aus der IAP-Methode (Index of Atmospheric Purity) von LEBLANC & DESLOVER (1970) hervorging. Die Flechten werden hierbei an ausgewählten Trägerbäumen, sog. Normbäumen, aufgenommen, die bestimmten Normkriterien wie Baumart, Alter, Wuchsform etc. genügen müssen, um den Einfluß anderer ökologischer Faktoren außer der Luftbelastung (z.B. pH-Wert der Borke, Lichteinfall, Versorgung mit Feuchtigkeit) möglichst konstant zu halten. Die sorgfältige Auswahl der Bäume ist daher von großer Bedeutung. Jeweils fünf bis zehn Bäume bilden eine Untersuchungsstation, an der der Flechtenbewuchs nach Flechtenart, Bedeckung, Vitalität und Altersstruktur erfaßt wird. Jeder Flechtenart ist ein fester Empfindlichkeitswert zugeordnet.

Aus den genannten Parametern errechnet sich ein Luftgüte-Index, der nach ROECKNER & RABE (1987) den mittleren gewichteten Empfindlichkeitswert aller an der jeweiligen Untersuchungsstation vorgefundenen Flechtenarten darstellt, so daß sich die Luftgüte-Indices innerhalb des Untersuchungsgebietes quantitativ entsprechen. Bei einem Index von 1,0 ist die biologisch wirksame Gesamtimmissionsbelastung daher gerade doppelt so hoch wie bei einem Luftgüte-Index von 2,0.

Die theoretisch möglichen LuGI-Werte bewegen sich zwischen 0,7 und > 3,1. Die Immissionsbelastung ist dabei um so geringer, je höher der Luftgüte-Index ausfällt. Ein Luftgüte-Index von 0, der das Fehlen jeglichen Flechtenbewuchses anzeigt, wird heute selbst in stark belasteten Regionen wie dem Ruhrgebiet nicht mehr gefunden. Der höchste bisher in der Bundesrepublik (alt) ermittelte Luftgüte-Index liegt bei 3,5. Ab LuGI 3,1 handelt es sich um ausgesprochene "Reinluftgebiete" (ROECKNER & RABE 1989).

5 Ergebnisse

Das Flechtenvorkommen wurde an insgesamt 25 Stationen erfaßt, deren Lage Abb. 1 zu entnehmen ist. Die Untersuchung erfolgte an den Stationen 1-4 und 7-9 im September/Oktober 1989. Alle übrigen Stationen wurden im Juni/Juli 1990 kartiert.

Tab. 1: Flechtenarten an Normbäumen, die zur Errechnung des Luftgüteindex herangezogen wurden (nach steigender Empfindlichkeit geordnet, Nomenklatur WIRTH 1980)

Flechtenart	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Häufigkeit	
Lecanora conizaeoides	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25	
Lecanora expallens																										2	
Lepraria incana	x	x	x																							13	
Lecanora hageni - Gr.																										2	
Lecanora umbrina																										3	
Buellia punctata																										19	
Candelariella xanth.-Gr.																										2	
Hypocenomyce scalaris																										1	
Hypogymnia physodes																										9	
Physcia tenella																										14	
Physcia dubia																										1	
Physcia orbicularis																										3	
Physcia caesia																										1	
Parmelia sulcata																										3	
Xanthoria candelaria																										8	
Xanthoria parietina																										1	
Xanthoria polycarpa																										3	
Parmelia glabratula																										1	
Parmelia acetabulum																										1	
Evernia prunastri																										4	
ARTENZAHL	2	1	5	4	3	1	1	4	4	5	6	9	11	3	6	4	4	4	6	7	2	3	9	3	8	5	

5.1 Flechtenvorkommen an Normbäumen

An den ausgewählten Trägerbäumen wurden insgesamt 20 Flechtenarten aufgenommen, die in die Berechnung des Luftgütewertes eingingen. Sie sind in Tab. 1 aufgeführt, die auch Auskunft über ihre Verteilung an den einzelnen Untersuchungsstationen gibt.

Flechten treten in verschiedenen Wuchsformen auf (Abt. 2). Im allgemeinen reagieren Bart- und Strauchflechten am empfindlichsten auf luftverunreinigende Stoffe, während Blattflechten weniger empfindlich und Krustenflechten am unempfindlichsten sind.

Sieben von den in Tab. 1 aufgeführten 20 Flechtenarten sind Krustenflechten, die im Gebiet an sämtlichen Untersuchungsstationen zu finden waren. An Blattflechten wurden insgesamt 12 Arten an 20 der 25 Stationen registriert. Wie aus Abb. 3 hervorgeht, liegen 4 der 5 Stationen ohne die i.a. immissionsempfindlicheren Blattflechten im Nordwesten des Untersuchungsgebietes, eine weitere (Station 21) zwischen Edemissen und Stederdorf. Von den noch empfindlicheren Strauchflechten wurde nur eine einzige Art vorgefunden, die lediglich an 4 Stationen anzutreffen war (Abb. 4). Diese Stationen befinden sich im Bereich Oelerse/Abbënsen bzw. bei Edemissen und Mödesse.

Eine Kartierung der Wuchsformen allein ermöglicht allerdings nur einen sehr groben Überblick über die lufthygienische Situation eines Gebietes, da Abweichungen von der Regel vorkommen. Für genaue Aussagen und eine feinere Differenzierung ist daher die Erfassung der einzelnen Flechtenarten unerlässlich.

Die Anzahl der an den Untersuchungsstationen auftretenden Flechtenarten liegt zwischen 1 und 11 Arten. Abb. 5 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung der Flechtenartenzahlen. Generell ist die Luftqualität um so schlechter, je geringer die Anzahl der vorgefundenen Flechtenarten ist, da die empfindlicheren Arten bei steigender Immissionsbelastung ausfallen. Stationen mit einer oder höchstens zwei Flechtenar-

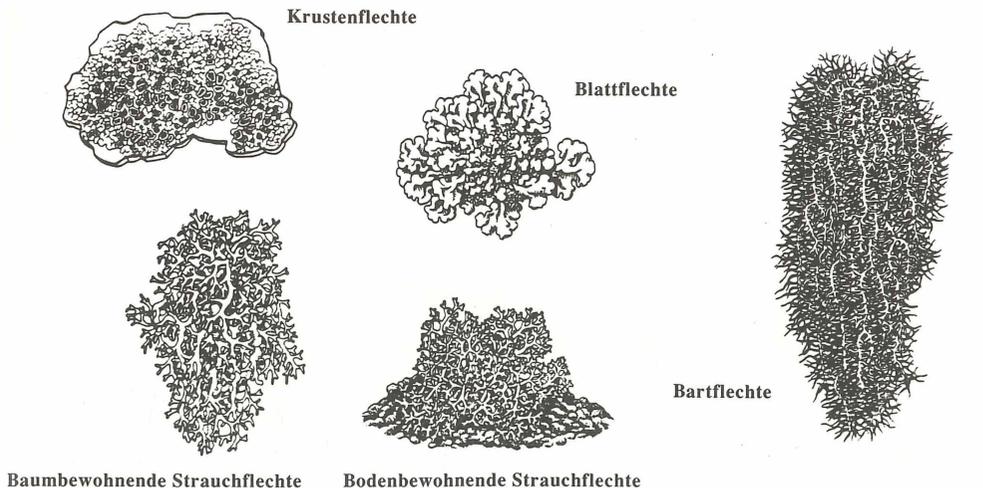


Abb. 2: Wuchsformen von Flechten (aus: WWF-Lehrerservice - Flechten und Luftverschmutzung, Zürich 1988)

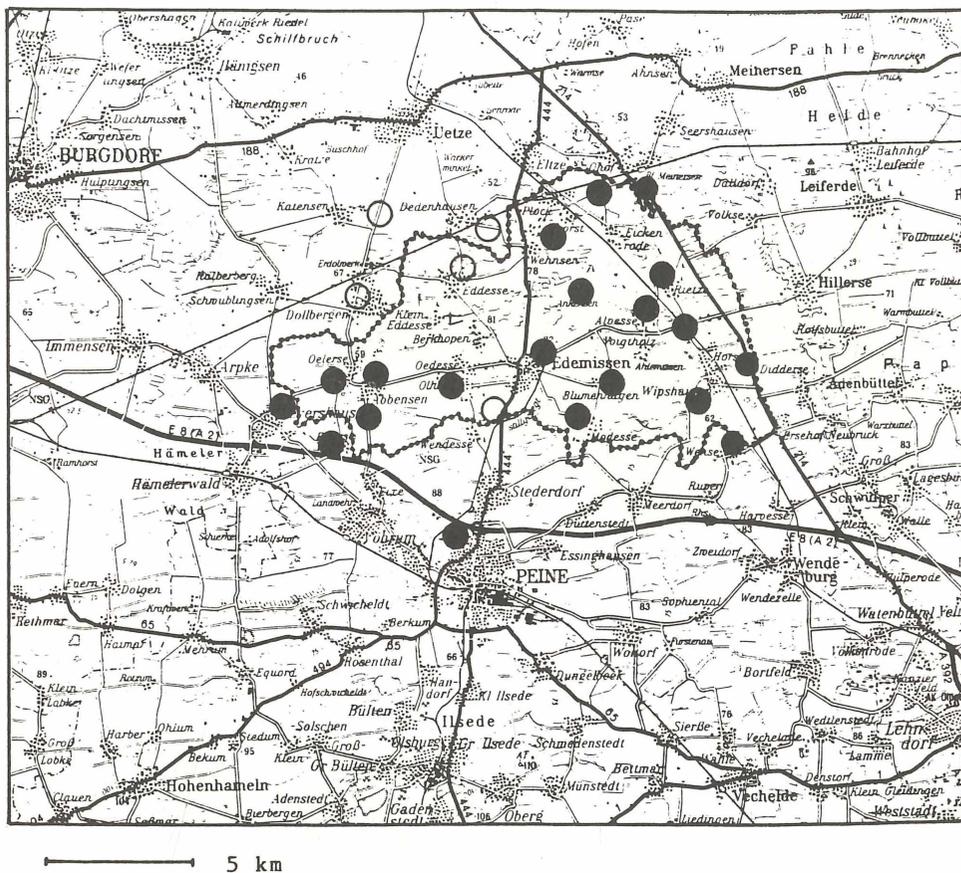
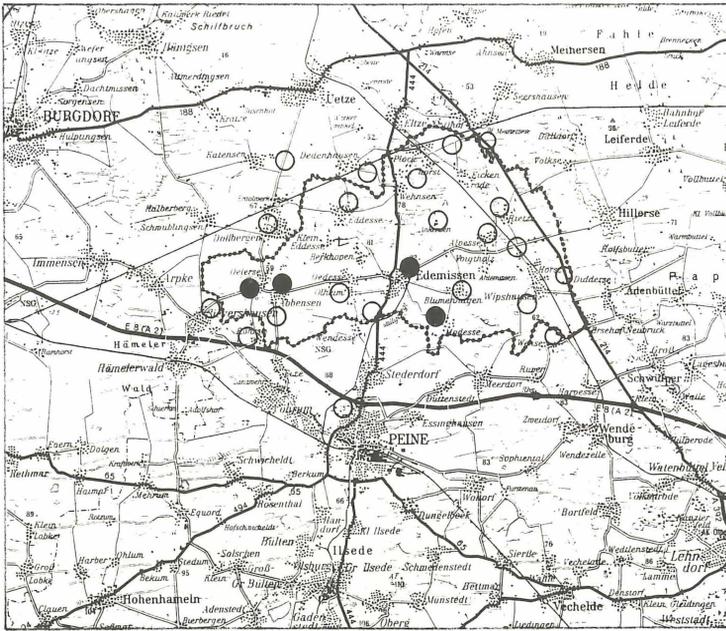
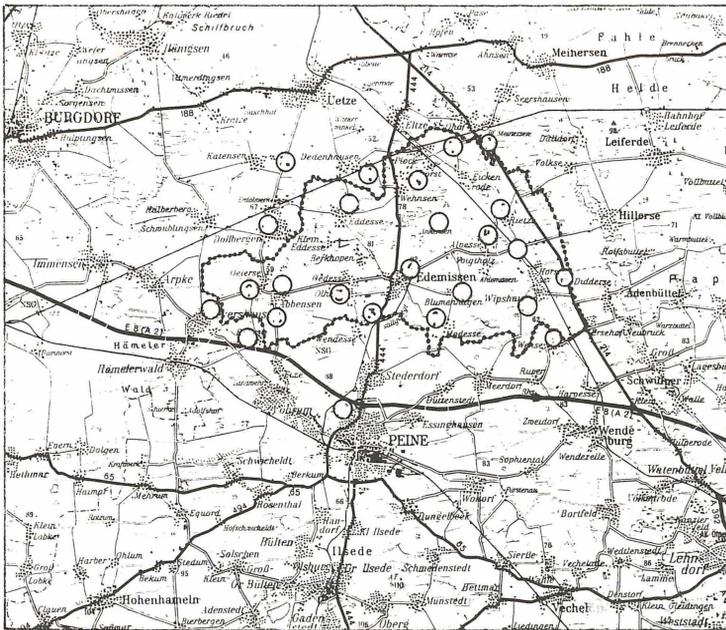


Abb. 3: Vorkommen von Blattflechten an Normbäumen innerhalb der Aufnahmefläche am Stamm (schwarz gekennzeichnete Untersuchungsstationen)



5 km

Abb. 4: Vorkommen der Strauchflechte *Evernia prunastri* an Normbäumen innerhalb der Aufnahmefläche am Stamm (schwarz gekennzeichnete Untersuchungsstationen)



5 km

Abb. 5: Anzahl der Flechtenarten an den einzelnen Untersuchungsstationen

ten befinden sich im Nordwesten des Gebietes sowie südlich von Abbensen (Station 20). Die höchsten Flechtenartenzahlen von 9 bzw. 11 wurden in Oelerse (Station 12) und Abbensen (Station 13) gefunden, ein Hinweis auf geringere Immissionsbelastung in diesem Teilgebiet. Insgesamt muß man allerdings aufgrund der durchweg relativ geringen Artenzahlen und des fast völligen Fehlens von Strauchflechten von einer starken Verarmung des Flechtenvorkommens sprechen.

Die einzige Strauchflechte im Gebiet, *Evernia prunastri*, trat lediglich an vier Untersuchungsstationen auf. An den Stationen 13 (Abbensen) und 15 (Edemissen) handelte es sich um Einzelexemplare an jeweils einem der Normbäume. Nur an den Stationen 12 (westlich Oelerse) und 22 (Mödesse) kam sie mit höheren Deckungsgraden am Stamm vor, allerdings auch hier jeweils nur an einem Baum. Ihre verminderte Vitalität an allen Fundorten deutet darauf hin, daß sie hinsichtlich der Immissionsbelastung an der Grenze ihrer Existenzmöglichkeit lebt.

Auch die meisten Blattflechten waren in ihrer Vitalität häufig eingeschränkt. Diese Vitalitätseinbußen können sich zum einen in kümmerlichen und untypischer Ausformung des Flechtenkörpers (Thallus) zeigen. Sie können aber auch als Nekrosen, weiße bis hellgraue, abgestorbene Thallusbereiche, in Erscheinung treten und so Zeiten erhöhter Immissionsbelastung dokumentieren wie z.B. Smog-Perioden. In Zeiten geringerer Belastung wachsen noch lebende Thallusbereiche weiter, so daß die Flechtenart nicht völlig ausfällt. Beide Ausprägungen der Vitalitätsverminderung wurden im Gebiet vorgefunden.

Die Altersstruktur des Flechtenvorkommens, speziell der Blatt- und Strauchflechten, aus denen Trends in der Entwicklung der Immissionsbelastung abzuleiten sind, ist bei der überwiegenden Zahl der Stationen ausgeglichen. Das heißt, daß hier alle Altersstadien vertreten sind und weder junge noch sehr alte Individuen in der Flechtengemeinschaft dominieren.

Eine Überalterung des Flechtenvorkommens läßt sich auf eine steigende Tendenz in der Immissionsbelastung zurückführen, d.h. die Belastung ist so hoch, daß die in zurückliegenden Zeiten angesiedelten Stadien zwar noch zu existieren vermögen, die empfindlicheren Jugendstadien sich aber nicht mehr entwickeln können. Dieser Fall wurde an keiner Station des Untersuchungsgebietes beobachtet.

Das überwiegende Vorkommen an Jungwuchs von Blatt- und Strauchflechten wäre ein Hinweis auf eine Neubesiedlung mit den entsprechenden Arten und als Trend zu einer geringeren Belastung mit Luftschadstoffen zu deuten. Auffallend viel Jungwuchs trat lediglich an Station 13 (Abbensen) auf. An vier weiteren Stationen (Station 3, 9, 15 und 20) wurde jeweils ein einziges junges Exemplar einer mittelempfindlichen Blattflechtenart an je einem Baum gefunden. Diese Einzelfunde lassen eine Deutung hinsichtlich einer Verringerung der Immissionsbelastung jedoch nicht zu.

Da Aussagen über eine Tendenz in Richtung eines geringer werdenden Luftschadstoffeintrages anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht getroffen werden können, läßt sich die Entwicklung der Immissionsbelastung des Gebietes nur anhand der weiteren Entwicklung des Flechtenvorkommens sicher beurteilen.

5.2 Luftgütewerte im Untersuchungsgebiet

Die anhand der Aufnahmen des Flechtenbewuchses an den einzelnen Untersuchungsstationen ermittelten Luftgüte-Indices sind Tab. 2 zu entnehmen. Die LuGI-Werte bewegen sich zwischen 1,0 und 1,8.

Tab. 2: Luftgütewerte an den Untersuchungsstationen

Nummer und Lage der Untersuchungsstation	Luftgüte-Index
1 nördlich Dollbergen	1,0
2 östlich Dedenhausen	1,0
3 Wehnerhorst	1,1
4 nördlich Flockhorst	1,3
5 nordöstlich Eickenrode	1,1
6 Dollbergen	1,0
7 Eddesse	1,0
8 Ankensen	1,1
9 Alvesse	1,3
10 Rietze	1,4
11 nordöstlich Stevershausen	1,5
12 westlich Oelerse	1,8
13 Abbensen	1,4
14 Klein Eddesse/Oelheim	1,1
15 Edemissen	1,3
16 Blumenhagen	1,3
17 Bahnhof Wipshausen	1,4
18 Selgenhof von Nyssen	1,5
19 südwestlich Rührse	1,3
20 nordöstlich Rührse	1,1
21 südlich Edemissen	1,2
22 Höldeese	1,5
23 südwestlich Wipshausen	1,4
24 östlich Wense	1,3
25 Sundern	1,4

Für die kartographische Umsetzung werden die Indices in unterschiedlichen Abstufungen zu Luftgütelassen zusammengefaßt, so daß eine Zonierung der Luftqualität innerhalb des Untersuchungsgebietes in Form einer Isolinien-darstellung resultiert. Die Grenzen zwischen den Luftgütelassen ermitteln sich durch rechnerische Interpolation der Luftgütewerte der Untersuchungsstationen. Dabei ist zu beachten, daß es sich bei diesen Grenzen nicht um scharfe Grenzlinien handelt, sondern daß sie vielmehr als mehr oder weniger breite Übergangsbereiche zwischen den Luftgütelassen aufzufassen sind.

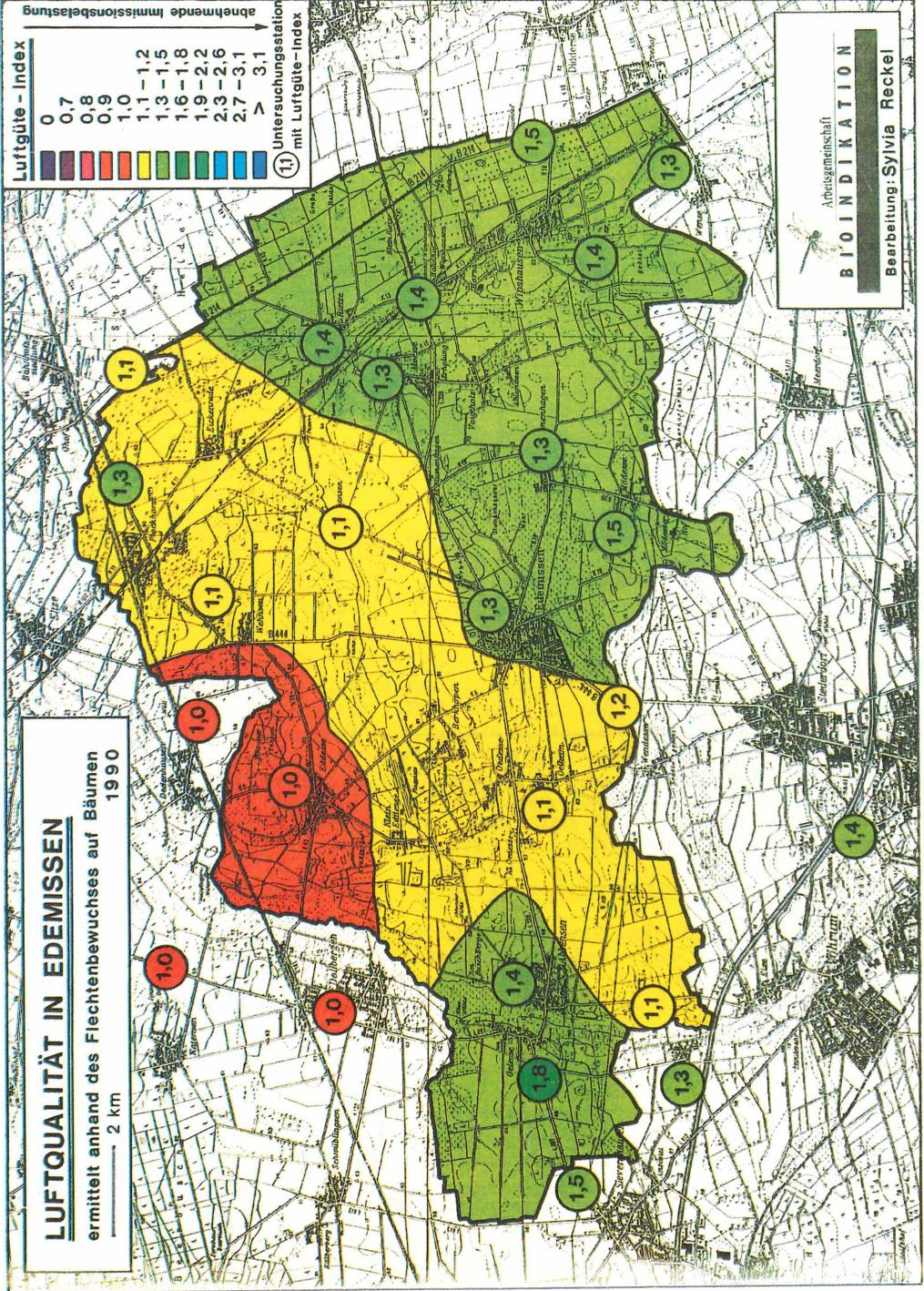
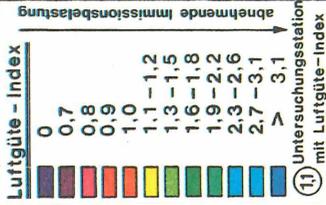
Die Karte zeigt neben der Lage der Untersuchungsstationen mit den jeweiligen Luftgütewerten die Zonierung der Luftqualität im Untersuchungsgebiet. Es handelt sich dabei um die Luftgütelassen der LuGI-Klassen 1,0; 1,1 - 1,2 und 1,3 - 1,5.

Die Luftgütelasse mit dem niedrigsten Wert von 1,0, charakterisiert durch das alleinige Vorkommen der unempfindlichsten Flechtenart *Lecanora conizaeoides* (allenfalls in Begleitung von Einzelfunden einer weiteren relativ unempfindlichen Krustenflechtenart), liegt in der nordwestlichen Ecke des Gemeindegebietes. Sie erstreckt sich in östlicher Richtung in etwa bis Wehnsen. In Richtung Süden liegt die Grenze zur nächsthöheren Luftgütelasse (1,1 - 1,2) zwischen Eddesse und Klein-Eddesse.

LUFTQUALITÄT IN EDEMISSEN

ermittelt anhand des Flechtenbewuchses auf Bäumen
1990

— 2 km



Arbeitsgemeinschaft
BIOINDIKATION
Bearbeitung: Sylvia Reckel

Nach Osten wird dieser Bereich extrem verarmten Flechtenbewuchses abgelöst durch die Luftgütezone mit den Luftgüte-Indices von 1,1 - 1,2, die wiederum zwischen Eickenrode und Rietze ihre Begrenzung findet. Innerhalb dieser Zone liegt nordöstlich von Plockhorst eine Einzelstation mit einem Luftgüte-Index von 1,3.

Die gesamte südöstliche Ecke des Gemeindegebietes ist charakterisiert durch die Luftgütezone 1,3 - 1,5. Ein zweiter Bereich mit dieser Luftqualität befindet sich im Westen des Gebietes. Hier liegt westlich von Oelerse eine Einzelstation mit einem Index von 1,8, dem höchsten im Gemeindegebiet anzutreffenden Luftgütewert. Die beiden Gebiete der Luftgütekategorie 1,3 - 1,5 werden getrennt durch eine Art "Korridor" der Klasse 1,1 - 1,2. Er geht nördlich in den sich halbkreisförmig um die Nordwestecke (LuGI 1,0) anschließenden Bereich gleicher Luftgüte über.

5.3 Bewertung der Luftgüte-Indices im Untersuchungsgebiet

Die im Gemeindegebiet von Edemissen ermittelten Luftgütewerte, die sich mit Ausnahme eines einzelnen Wertes zwischen Luftgüte-Indices von 1,0 und 1,5 bewegen, sind dem unteren bis mittleren Luftgütebereich zuzuordnen.

Zum Vergleich: Weite Bereiche in der Innenstadt von Hannover sind durch einen LuGI von 1,0 gekennzeichnet. Einzelne Bereiche weisen dort den noch niedrigeren Luftgütewert von 0,9 auf, locker bebaute und stärker durchgrünte Gebiete in Richtung Stadtrand erreichen 1,1 - 1,2. Die Randbereiche des Stadtgebietes sind den Luftgüteklassen 1,3 - 1,5 bzw. 1,6 - 1,8 zuzuordnen (Europ. Konferenz über ökol. Planung und Forschung in Städten, 2.-4. März 1988 in Hannover).

Dieses in Hannover vorgefundene Spektrum der Luftgüte findet sich, bis auf den niedrigsten Wert von 0,9, auch im Gemeindegebiet von Edemissen wieder. Dabei ist die durch einen LuGI von 1,0 in der nordwestlichen Ecke des Gebietes angezeigte Luftqualität der Höhe der Immissionsbelastung von Hannovers Innenstadt vergleichbar. Die besten in Edemissen ermittelten Werte von 1,3 - 1,5 bzw. 1,6 - 1,8 entsprechen der Luftgüte, wie sie sich am Rand des Stadtgebietes von Hannover darstellt. Diese Luftgütewerte sind nach den Erfahrungen der Verfasserin die im Großraum von Hannover i.d.R. erreichten Maximalwerte.

5.4 Luftgütewerte und immissionsrelevante Erkrankungen beim Menschen

Wie aus verschiedenen Studien hervorgeht, lassen sich Zusammenhänge zwischen der Höhe von Immissionsbelastungen und der Morbidität (Krankheitshäufigkeit) und Mortalität (Sterblichkeit) beim Menschen nachweisen (SCHMIDT, MAMPEL & NEUMANN 1987). Insbesondere empfindliche Bevölkerungsgruppen wie z.B. Kinder, Schwangere, Kranke oder ältere Menschen reagieren bereits bei Konzentrationen von Luftschadstoffen, die noch unterhalb der Immissionswerte der TA-Luft bzw. der MIK-Werte (Maximale Immissionskonzentration) des VDI liegen. Dabei kann das Spektrum in der Reaktion von typischen Atemwegserkrankungen wie chronischer Bronchitis bis zu schwer faßbaren Symptomen wie allgemeiner Herabsetzung der Immunabwehr oder subjektiver Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens reichen.

Derartige Grenzwerte existieren zudem nur für eine kleine Auswahl von Luftschadstoffen wie z.B. SO₂, Staub, NO₂, CO und einige Schwermetalle. In der Luft größerer Städte beispielsweise muß man jedoch von bis zu 1000 Fremdstoffen ausgehen (SCHLIPKÖTER & BEYEN 1985), die zum großen Teil gar nicht bekannt und noch viel weniger in ihrer toxikologischen Wirksamkeit erforscht sind. Viele dieser Stoffe entstehen nämlich erst

als Umwandlungs- oder Reaktionsprodukte während der Verweilzeit von Luftschadstoffen in der Atmosphäre zwischen Emissionsquelle und Deposition bzw. Abbau. Noch viel weniger ist bekannt über mögliche Synergismen (Wirkungsverstärkungen) beim gleichzeitigen Auftreten mehrerer Schadstoffe.

Aus diesen Gründen geht man zunehmend in Ergänzung der chemisch-physikalischen Messungen einzelner Luftschadstoffe zu einer wirkungsorientierten Erfassung der Gesamtschadstoffbelastung mit Hilfe von Bioindikatoren über. So reagieren die Flechten als lebende Organismen ebenso wie der Mensch auf die Gesamtheit der auf sie einwirkenden Immissionen. Natürlich lassen sich nicht ohne weiteres Beziehungen zwischen so verschiedenen Lebewesen wie Flechte und Mensch herstellen. Flechten geben zunächst erstmal Auskunft über die für sie spezifische biologische Wirksamkeit der Luftschadstoffe. Der Bezug zur Gesundheitsbeeinträchtigung des Menschen muß über epidemiologische Untersuchungen hergestellt werden.

Diesbezügliche Untersuchungen von RABE & BECKELMANN (1987) konnten räumliche Bezüge zwischen Ergebnissen von Flechtenkartierungen nach der LuGI-Methode und der Häufigkeit von Erkrankungen aufzeigen. So bestanden in Duisburg im untersuchten Luftgütebereich von 0,7 bis 1,0 eindeutige Zusammenhänge zwischen Atemwegserkrankungen (Pseudokrupp, obstruktive Bronchitis) bei Kindern und Luftgüte-Index. Beim "Wirkungskataster Mensch" in Dortmund ergab sich eine weitgehend übereinstimmende Tendenz der Abnahme des LuGI und der Zunahme der Wirkung am Menschen, die über die Parameter "häufiges Husten, chronische Bronchitis, Bleigehalt im Zahn und Blut" erfaßt wurde. Bei beiden Studien ergab sich eine z.T. hochsignifikante Korrelation zwischen dem Luftgüte-Index und Luftschadstoffen (SO_2 -Konzentration, Blei- und Cadmiumniederschlag).

Die einfache Übertragung derartiger Ergebnisse von einem Untersuchungsraum auf den anderen ist problematisch, da Unterschiede in den Immissionsverhältnissen und den sozio-ökonomischen Strukturen anzunehmen sind. Doch kann man auch für die vorliegende Untersuchung davon ausgehen, daß bei abnehmendem Luftgüte-Index das gesundheitliche Risiko, insbesondere für Atemwegserkrankungen und Beeinträchtigungen der Immunabwehr, ansteigt, speziell bei empfindlichen Personengruppen. Nach ROECKNER & RABE (1987) ist bei Luftgüte-Indices von 1,0 bis 0,9 das Erkrankungsrisiko für immissionsrelevante Atemwegserkrankungen bei sehr empfindlichen Personen, bei Luftgüte-Indices von 0,8 bis 0,7 bei empfindlichen Personen erhöht.

Die niedrigen Luftgütewerte im Nordwesten des Untersuchungsgebietes sind daher im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen der Immissionsituation und der Gesundheitsbelastung beim Menschen als bedenklich zu werten und legen Anstrengungen zur Verbesserung der Luftqualität nahe. Auf jeden Fall sollte eine weitere Belastung mit Luftschadstoffen in diesem Raum vermieden werden.

6 Schlußbetrachtung

Bioindikatoren wie die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Flechten können im Gegensatz zu chemisch-physikalischen Messungen zwar im allgemeinen keine Einzelschadstoffe und deren genaue Konzentrationen erfassen. Sie bieten jedoch verhältnismäßig schnell und kostengünstig einen wirkungsorientierten Überblick über die Belastungssituation eines Gebietes. Insbesondere dort, wo technische Meßstationen weit voneinander entfernt liegen, liefern sie räumlich lückenlose Hinweise über mehr oder weniger stark belastete Teilräume. Anhand dieser Aussagen können dann weitere Messungen und Untersuchungen gezielt vorgenommen werden.

Da Bioindikatoren stets auch die biologische Wirksamkeit von Schadstoffen widerspiegeln, bieten sie einen erheblichen Informationsgewinn in bezug auf die tatsächliche Beeinträchtigung der Umwelt. Bei einer Umweltbelastung reagieren zuerst die empfindlicheren Lebewesen im Ökosystem mit deutlich sichtbaren Schäden, während andere, unter Umständen auch der Mensch, zunächst nur latent beeinträchtigt sind. Die Reaktion von zur Bioindikation verwendeten Organismen ist daher als eine Art Warnsignal der Natur zu sehen.

7 Zusammenfassung

Am Beispiel einer Untersuchung des epiphytischen Flechtenbewuchses im Gemeindegebiet von Edemissen (Landkreis Peine, Niedersachsen) wird über Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität berichtet. Die ermittelten Luftgütwerte sind dem unteren bis mittleren Luftgütebereich zuzuordnen. Innerhalb des Untersuchungsgebietes lassen sich räumlich drei Luftgüteklassen differenzieren. Es wird die Bedeutung von Flechten als Indikatoren für die Wirkung von Luftschadstoffen auf Lebewesen angesprochen. Ferner wird auf ihre Eignung hingewiesen, verhältnismäßig schnell und kostengünstig einen Überblick über die Luftbelastung eines Gebietes zu liefern, insbesondere dort, wo technische Meßstationen fehlen.

Summary

Epiphytic lichens were surveyed to monitor air pollution in Edemissen (County of Peine, Lower Saxony). The data represent a low to medium air quality. Three classes of air quality could be distinguished within the area. The great importance of lichens is indicated as indicators for the effects of air pollutants on living beings. Further, it is pointed out that they may give a comparatively quick and inexpensive review on air pollution of a region, especially if there is a lack of technical measuring stations.

8 Literatur

ARNDT, U., W. NOBEL & B. SCHWEITZER (1987): Bioindikatoren. Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. Stuttgart. - BURKHARDT, I. (1987): Lufthygienische Schwellenwerte und Bioindikation durch Flechten. VDI-Ber. 609: 715-728. - GRINDON, L.H. (1859): The Manchester Flora. London. - HASELOFF, H.-P. (1982): Bioindikatoren und Bioindikation. Biol. in unserer Zeit 12: 20-29. - HAWKSWORTH, D.L., & F. ROSE (1970): Qualitative Scale for estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales using epiphytic Lichens. Nature 227: 145-148. - HEIDT, V. (1978): Flechtenkartierung und die Beziehung zur Immissionsbelastung des südlichen Münsterlandes. Biogeographica XII, 93 S. - HERZIG, R., L. LIEBENDÖRFER & M. URECH (1987): Flechten als Bioindikatoren der Luftverschmutzung in der Schweiz. Methoden - Evaluation und Eichung mit wichtigen Luftschadstoffen. VDI-Ber. 609: 619-639. - KIRSCHBAUM, U., & L. STEUBING (1987): Veränderungen der epiphytischen Flechtenvegetation in der Region Untermain (1971 bis 1985) und ihre Beziehung zur Immissions-situation. Staub-Reinhalt. Luft 47: 257-260. - LEBLANC, F. & J. DESLOVER (1970): Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. Can. J. Bot. 48: 1485-1496. - MEISEL, S. (1960): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 86 Hannover. In: Institut für Landeskunde: Geographische Landesaufnahme 1:200.000. Naturräumliche Gliederung Deutschlands. - MEYENEN, E., & J. SCHMITHÜSEN (Hrsg.) (1965): Handbuch der naturräumli-

chen Gliederung Deutschlands. Veröff. d. Deutschen Inst. f. Länderkunde. - MÜLLER, H.W.L. (1986): Klima und Wetter. In: BRÜNING, K. (Gesamtleitung): Die Landkreise in Niedersachsen, Band 16 - Der Landkreis Peine. - NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (1990): LÜN-Monatsbericht Januar 1990. - NYLANDER, W. (1866): Les lichens des Jardins du Luxembourg. Bull. Soc. Bot. France 13. - RABE, R. (1982): Der Nachweis von Luftverunreinigungen und ihrer Wirkungen durch Bioindikatoren. Forum Städte Hygiene 33: 15-21. - RABE, R. (1987): Flächendeckende Luftgüte-Beurteilung mit Flechten als Bioindikatoren - Anwendungsmöglichkeiten für die kommunale Planung. VDI-Ber. 609: 671-677. - RABE, R., & U. BECKELMANN (1987): Zusammenhänge zwischen der durch Flechten angezeigten Gesamtverunreinigung der Luft und Gesundheitsbeeinträchtigung beim Menschen. VDI-Ber. 609: 729-753. - ROECKNER, G., & R. RABE (1987): Ermittlung der Luftqualität in Wuppertal mit Flechten als Bioindikatoren. Gutachten im Auftrag der Stadt Wuppertal. - SCHLIPKÖTER, H.-W., & K. BEYEN (1985): Luftbelastung in Städten und gesundheitliche Folgen. Darstellung neuerer Untersuchungsergebnisse. In: STRUBELT, W. (Hrsg.): Stadt und Umwelt. Umweltstrategien im Städtebau. Seminare, Symposien, Arbeitspapiere der BFA f. Landeskunde und Raumordnung 19. - SCHMIDT, M., U. MAMPEL & U. NEUMANN (1987): Gesundheitsschäden durch Luftverschmutzung. IFEU-Bericht 47. - STEUBING, L., & U. KIRSCHBAUM (1982): Bioindikation von Luftschadstoffen im Ballungsraum Frankfurt/Main mittels Flechten und höherer Pflanzen. Staub-Reinh. Luft 42: 273-280. - UMWELTBUNDESAMT (1989): Daten zur Umwelt 1988/89. Berlin. - WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. Stuttgart.

Anschrift der Verfasserin: Sylvia Reckel, Am Schatzkampe 26,
3000 Hannover 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität - ein Beispiel aus dem Landkreis Peine - 150-163](#)