

Dokumentation der Luftqualität von Altenburg mit Hilfe der Verbreitung der Flechte *Lecanora conizaeoides*

Mit 6 Abbildungen und 16 Tabellen

MARGITTA PLUNTKE

Zusammenfassung: Im Zeitraum Juni 1991 – September 1993 wurde eine Einzelbaumkartierung in der Stadt Altenburg und über die Stadtgrenze hinaus vorgenommen. Das Ziel bestand darin, die aktuelle Verbreitung von *Lecanora conizaeoides* NYL. ex CROMBIE sowie die floristische Verbreitung weiterer epiphytischer Flechtenarten zu erfassen. Damit ist eine Beurteilung der Luftqualität möglich und ein Ausgangspunkt für vergleichende Untersuchungen geschaffen.

1. Ausgangspunkt

Als WIRTH (1976a) die Veränderungen der Flechtenflora in Deutschland zusammenfassend betrachtete, erwähnte er u. a. auch die Industriezentren um Leipzig und Zwickau. Er charakterisierte sie als „Beispiele für stark ausgeweitete Areale mit erheblich geschädigter und dezimierter Flechtenflora“. Etwa in der Mitte zwischen diesen beiden Industriezentren liegt die Stadt Altenburg. 1991 wurde durch die Initiative des Unabhängigen Instituts für Umweltfragen e. V. in Halle (kurz UfU) diese Dokumentation angeregt, weil

- die Immissionsbelastung speziell in Altenburg und Umgebung außerordentlich hoch war,
- die Methode der Flechtenkartierung vielfach erprobt und zur Feststellung der Luftqualität anerkannt war und
- mit der politischen Wende wirtschaftliche Veränderungen eingeleitet wurden, die auf eine sofortige Bestandsaufnahme drängten

Erste Ergebnisse der Flechtenkartierung von Altenburg konnten im März 1993 zur UfU-Tagung „Flechtenmonitoring – ein kommunales Kontrollinstrument“ in Halle zur Diskussion gestellt werden (PLUNTKE 1993).

2. Problemstellung

Die Flechten nehmen innerhalb des Pflanzenreiches eine Sonderstellung ein. Zwei Organismen, ein Pilz und eine Alge, bilden eine Lebensgemeinschaft zu beiderseitigem Vorteil (Symbiose).

Beim Zusammentreffen beider Partner umwächst der Pilz die Alge und entwickelt flechtnspezifische Strukturen. Damit bestimmt der Pilz die äußere Gestalt der Flechte. Man spricht von einem Thallus. Der Pilz schützt die Alge vor intensiver Sonneneinstrahlung und vor Austrocknung. Die Alge versorgt andererseits den Pilz durch Assimilation mit Nährstoffen.

Neben dieser ausgeprägten morphologischen und physiologischen Verquickung zweier Organismen findet man bei den meisten Flechten eine Sensitivität gegenüber ökologischen Faktoren. Die Flechten reagieren sehr empfindlich auf klimatische Veränderungen wie Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse, aber auch auf Veränderungen ihres Substrates und besonders

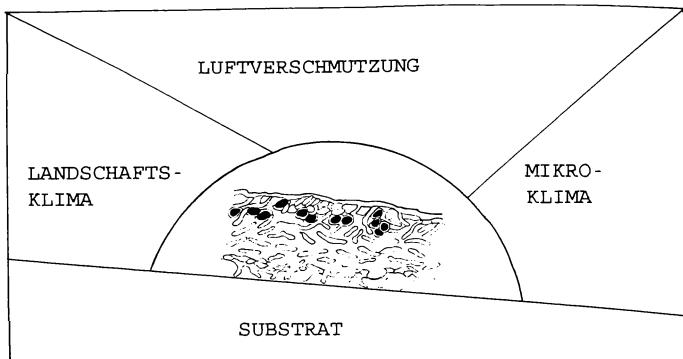


Abb. 1. Haupteinflußfaktoren auf die Flechtenvegetation (in Anlehnung an WIEGEL et al. (1991)

auf die Zunahme bestimmter Luftschaadstoffe (Abb. 1). Einen entscheidenden Einfluß nimmt das Schwefeldioxid (SO_2) besonders auch auf epiphytische Arten, d. h. Flechten, die an der Borke der Bäume wachsen. Deshalb steht besonders diese Gruppe im Mittelpunkt der weiteren Betrachtung.

Mit der zunehmenden Industrialisierung ging die Artenvielfalt in Deutschland drastisch zurück. Einen direkten Zusammenhang zwischen Flechtenflora und Luftverschmutzung konnten die Lichenologen immer detaillierter nachweisen. Besonders aus den Erkenntnissen der letzten 30 Jahre entwickelten sich eine Reihe von Methoden zur Beurteilung der Luftqualität (SCHOLZ 1993). Die Flechten gehören damit zu den **Bioindikatoren**. Unter diesem Begriff werden alle Organismen zusammengefaßt, die die anthropogenen Einflüsse anzuzeigen vermögen. Bei Schädigung zeigen die Flechten signifikante Veränderungen in ihrer Physiologie, Morphologie, Soziologie und/oder Ökologie. Ursachen dafür sind:

1. Die Luftschaadstoffe (besonders SO_2) werden mit dem Niederschlag in gelöster Form (als Schweflige Säure) ungehindert über die gesamte Thallusoberfläche aufgenommen.
2. Der saure Regen beeinflußt die SO_2 -Resistenz der Flechte direkt über pH-Wert-Erniedrigung im Thallus und indirekt über die in der Borke (WIRTH 1976 b). Unter den rindenbewohnenden Arten verschwinden zuerst die, die subneutrale Borke als Substrat bevorzugen. Acidophile Arten, zu denen auch *Lecanora conizaeoides* gehört, werden durch die Zunahme toxischer Folgeprodukte des SO_2 geschädigt.
3. Das Optimum der Photosynthese erreichen die Flechten in relativ langen Quellungsperioden im Winter gerade während der erhöhten SO_2 -Belastung.
4. Wegen der geringen Wachstumsrate und ihrer langen Lebensdauer zeigen Flechten Langzeitwirkungen an.
5. Außer SO_2 schädigen besonders auch Staubniederschläge, Stickoxide, Fluoride, Ozon und Schwermetalle die Flechtenflora. Untersuchungen bringen damit im Gegensatz zu analytischen Meßmethoden den Wirkungskomplex vieler Schadstoffe zum Ausdruck.

Neben der Wirkung von Luftschaadstoffen nimmt das Stadtclima mit seinen urbanen Effekten (MASUCH 1993) Einfluß auf die Flechtenverbreitung. So ist das Stadtclima milder und trockner im Gegensatz zum Klima der offenen Landschaft. Diese Tatsache muß beim unmittelbaren Vergleich von Kartierungsergebnissen der Stadt und ihres Umlandes berücksichtigt werden.

Historische Flechten-Angaben

Es gibt keine Hinweise dafür, daß im Altenburger Land bisher in größerem Umfang Flechten gesammelt worden sind. Die ältesten Angaben liegen unveröffentlicht als handschriftliche Aufzeichnung aus dem Jahr 1796 vor. Sie wurden von Carl Friedrich WAITZ (1774–1848) hinterlassen. In dessen „Verzeichniß der um Altenburg wildwachsenden Pflanzen“ werden 11 Flechtenarten genannt, darunter 7 epiphytische. Diese Aufzeichnungen

werden hier wörtlich wiedergegeben, wobei die heute gebräuchlichen Namen nach der Checkliste WIRTH (1994) in eckigen Klammern ergänzt wurden.

Flechtenarten von Altenburg nach WAITZ (1796)

- „Lichen parietinus an Baumstämmen der Kastanienbäume auf den Dam“ – [*Xanthoria parietina* (L.) FR.]
- „Lichen capratus [!] an Baumstämmen in der Allee nach Münsa“ – [*Parmelia caperata* (L.) ACH.]
- „Lichen caninus im Wäldchen hinter Paditz an der Schanze“ – [*Peltigera canina* (L.) WILLD.]
- „Lichen albidus an den Baumstämmen der Münsaer Allee“ – am ehesten [*Bryoria fuscescens* (GYELNIK) BRODO & D. HAWKSW.]¹⁾
- „Lichen saxatilis ebendaselbst“ – [*Parmelia s.* (L.) ACH.]
- „Lichen prunastri ebendaselbst“ – [*Evernia p.* (L.) ACH.]
- „Lichen fraxineus an den Lindenstämmen der Münsaer Allee“ – [*Ramalina fraxinea* (L.) ACH.]
- „Lichen ciliaris an den Lindenstämmen der Münsaer Allee“ – [*Anaptychia c.* (L.) KÖRBER ex MASSAL.]
- „Lichen pyxidatus im Wolfenholz auf der Erd“ – [*Cladonia pyxidata* (L.) HOFFM.]
- „Lichen rangiferinus ebendaselbst am Abhang auf die Wiesen“ – [*Cladonia rangiferina* (L.) WIGG.]
- „Lichen ericetorum d. 12. Febr. auf den alten Schanzen an der Leipziger Straße ebenauch Zschaschelwitz“ – [*Cetraria e.* OPIZ]

In RABENHORST (1870) sind für die Stadt Altenburg 5 Flechten²⁾ explizit aufgeführt. Darunter befinden sich 3 epiphytische Arten. Mit der Absicht, historische Angaben für das Untersuchungsgebiet zusammenzutragen, werden alle 5 Flechten genannt:

Flechtenarten von Altenburg nach RABENHORST (1870)

- „Acrocordia glauca KOERB.; epiphytisch“ – [*A. gemmata* (ACH.) MASSAL.]
- „Biatora? [!] pyracea (ACH.) MASSAL.; epiphytisch und epilithisch“ – [*Caloplaca holocarpa* (HOFFM. ex ACH.) WADE]
- „Bacidia anomala (Fr.) KÖRB. Im Schloßgarten; epiphytisch“ – [*Bacidia globulosa* (FLÖRKE) HAF. & V. WIRTH]
- „Peltigera venosa (L.) HOFFM. Beim Schlosse; epigäisch“
- „Peltigera malacea (ACH.) Fr. b) ulophylla FW. Um die Stadt Altenburg; epigäisch“ – [*Peltigera m.* (ACH.) FUNCK]

Von SCHMIDT & MÜLLER (1858) liegt eine Artenliste von 101 Flechtenarten (158 Taxa) für die nähere Umgebung der Stadt Gera vor. Sie bringt Anhaltspunkte, wie die Flechtenflora im 30 km entfernten Altenburg vor etwa 150 Jahren ausgesehen haben mag. Es ist wahrscheinlich, daß gerade unter den 57 epiphytischen Arten, die folgenden 10 Arten, die als verbreitet bis häufig angegeben werden, auch zu diesem Zeitpunkt in Altenburg vorkamen:

Häufige epiphytische Flechtenarten von Gera nach SCHMIDT & MÜLLER (1858)

* Bereits von WAITZ für Altenburg genannt

„Usnea barbata FRIES var. a) hirta. HOFFM. Durch das ganze Gebiet verbreitet“ – [*Usnea hirta* (L.) WEBER ex WIGG.]

„Evernia prunastri FRIES An Bäumen, Bretterzäunen, überall verbreitet“ – *[*Evernia p.* (L.) ACH.]

„Evernia furfuracea FRIES auf Nadelholz, gemein“ – [*Pseudevernia f.* (L.) ZOPF.]

„Hagenia ciliaris ESCHW. An Bäumen, durch das ganze Gebiet verbreitet“ – *[*Anaptychia c.* (L.) KÖRBER ex MASSAL.]

¹⁾ Lichen albidus Lamarck oder L. albidus SCHRANK?, letztere erscheint am wahrscheinlichsten, nach heutiger Auffassung: *Bryoria fuscescens*

²⁾ Bei der außerdem unter „Altenburg“ angegebenen *Lecidea albo-coeruleans* (WULFF.) ACH. liegt ein Druckfehler im Ortsnamen vor. Es muß heißen: bei der schwarzen Tellkuppe nach Altenberg zu.

- „*Parmelia stellaris* FR. An Weiden, Pappeln, Erlen, überall verbreitet“ – [*Physcia s.* (L.) NYL.]
„*Physcia stellaris* FR. a) *tenella* SCHÄER. An Linden bei Pforten, an Kiefern auf der Bastei, bei Ernsee, im Roschitzer Holzé“ – [*Physcia tenella* (SCOP.) DC.]
„*Parmelia saxatilis* FR. Auf Steinen und Bäumen überall häufig“ – *[*Parmelia s.* (L.) ACH.]
„*Parmelia ceratophylla* WALLR. An Stämmen und Aesten der Nadelhölzer durch das Gebiet verbreitet“/
„*Parmelia ceratophylla* WALLR. a) *physodes* SCHÄER. Mit der vorigen gemein“ – [*Hypogymnia physodes* (L.) NYL.]
„*Parmelia parietina* Duss. An Bäumen, Steinen, Dächern überall verbreitet“ – *[*Xanthoria p.* (L.) TH. FR.]
„*Graphis scripta*. ACH. An Buchen, durch das Gebiet verbreitet“ – [*Graphis s.* (L.) ACH.]

Mit dieser Auswahl an Flechten ist eine Aussage zu den damals herrschenden Luftverhältnissen für Gera möglich. Wenn man außer den häufigen auch die 3 seltenen Arten *Lobaria pulmonaria* (L.) HOFFM., *Parmelia tiliacea* (HOFFM.) ACH. und *Parmelia perlata* (HUDSON) ACH. berücksichtigt, so war zumindest örtlich die mittlere winterliche SO₂-Belastung in Gera nach der 11-stufigen Zonierungsskala der SO₂-Empfindlichkeit ausgewählter Flechten nach HAWKSWORTH & ROSE (1970) kleiner als 0,030 mg/m³.

Die allgemeine Verbreitung und das Vorkommen SO₂-empfindlicher Arten überhaupt belegt die weitaus besseren Luftverhältnisse des vorigen Jahrhunderts im Gegensatz zu heute.

Gegenwärtige Situation

Die Zahl der epiphytischen Arten ist im Umkreis des Untersuchungsgebietes extrem zurückgegangen. Die Flechtenkartierung in benachbarten Städten Altenburgs [Leipzig: GUTTE et al. (1976), GUTTE et al. (1983), ACKERMANN (1993)³; Espenhain⁴]; SPENKE (1976); Bad Lausick: COBURGER (1979); Greiz: WONITZKI & COBURGER (1994); Weißenfels: WETTIG (1983)] beweist, daß heute in den stark luftverschmutzten Städten an den Mittelstämmen der Bäume nur noch eine Flechtenart, nämlich die unscheinbare Krustenflechte *Lecanora conizaeoides* vorkommt. Oberhalb eines SO₂-Gehaltes von 0,150 mg/m³ fehlt selbst diese Art. Man kann nun mit Hilfe des Deckungsgrades dieser Flechte Zonen mit unterschiedlicher Luftqualität nachweisen. Davon leitet sich die in Altenburg angewandte Kartierungsmethode ab.

3. Charakteristik des Untersuchungsgebietes

Lage und Grenzen

Das Untersuchungsgebiet im engeren Sinn ist die Kreisstadt Altenburg. Sie liegt ca. 50 km südlich von Leipzig im Bereich der Meßtischblätter 4940 und 5040 (Abb. 2). Sie umfaßt innerhalb ihrer Stadtgrenze etwa 20 km². Darüberhinaus wurden vergleichende Untersuchungen auf die umliegenden Ortschaften ausgedehnt:

Windischleuba, Remsa, Schelchwitz, Kraschwitz, Wilchwitz, Münsa, Nobitz, Kotteritz, Paditz, Zschechwitz, Mockern, Kosma, Schlöpitz, Lossen, Lödla, Schelditz, Rositz (nur südöstlicher Teil), Gorma, Fichtenhainichen, Molbitz, Rautenberg, Gerstenberg und Zschaschelwitz.

Natürliche Faktoren

Die Pleiße bildet im Südosten und Osten etwa die Grenze des Untersuchungsgebietes. Westlich davon entwässern die Bäche Blaue Flut, Deutscher Bach und Gerstenbach das Gebiet. Die vorherrschende Fließrichtung ist Nordosten bzw. Norden. Im Gebiet stehen fruchtbare Lößlehmböden an, die für das Altenburg-Zeitzer Lößhügelland charakteristisch sind. Als potentiell natürliche Vegetation gelten Eichen-Hainbuchen- und Auen-Wälder. Im Gebiet kam es zu einer frühzeitigen Besiedlung und damit zur Entwaldung. Die fruchtbaren Böden ermöglichten eine intensive landwirtschaftliche Nutzung. In der Stadt Altenburg spielte besonders der Gartenbau eine bedeutende Rolle.

Die Klimaverhältnisse weisen darauf hin, daß sich Altenburg in einem südöstlichen Ausläufer des Mitteldeutschen Trockengebietes befindet. Die Jahresmitteltemperatur beträgt

³⁾ 2. Wiederholungskartierung

⁴⁾ Umgebung Braunkohlenkombinat

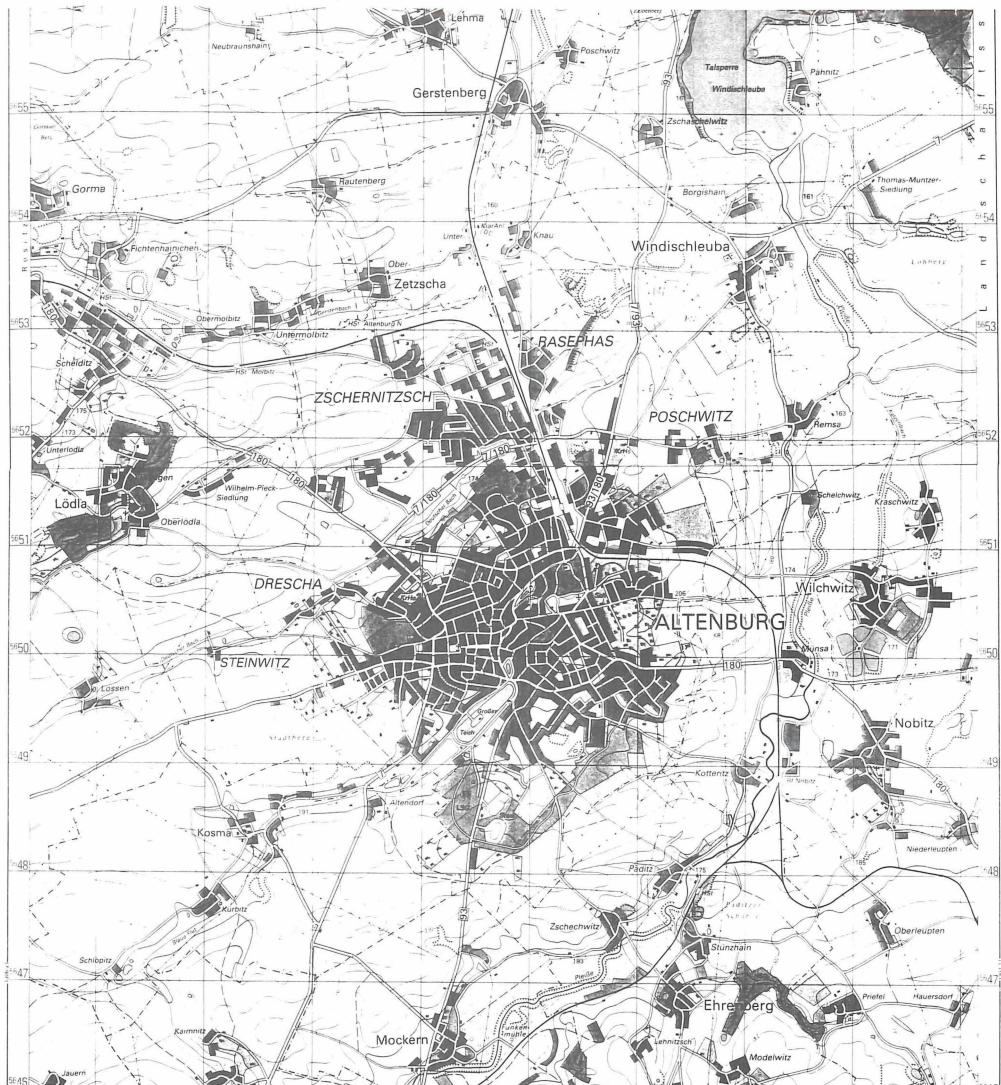


Abb. 2. Untersuchungsgebiet

Topographische Karte 1:25000 (1979) zwischen den Längslinien
4⁵27 und 4⁵35 Nahtstelle (→) der Karten 1206–44 und 1306–22

nach THIERFELDER (1958) 8,7 °C und das Jahresmittel der Niederschläge 570 mm, wobei 55 Meßjahre ausgewertet worden sind. Aktuelle Niederschlagsmessungen liegen von Altenburg nach MISSELWITZ (1994) und von Windischleuba nach HÖSER (1992, 1993, 1994) vor (Tab. 1).

Altenburg liegt am zerklüfteten Nordrand des Hügellandes und somit im Übergangsreich zur Leipziger Tiefebene. Die mittlere Höhenlage wird für die Stadt mit 227 m angegeben [Amtl. Adreßbuch (1992)]. Zwischen dem höchsten Punkt am südlichen Stadtrand (234 m über NN) und dem tiefsten Punkt nördlich von Zschernitzsch (162 m über NN) besteht ein Unterschied von 72 m. Nach KIRSTE (1956) herrschen West-, Südwest- und Nordwestwinde vor bei Windstärken zwischen 2,1 – 3,2 m/sec., die Windstille liegt bei 11% (Untersuchungszeitraum 1900 – 1939, 1947 – 1953). Der Autor stellte fest: „Altenburg hat den Charakter einer windgeschützten Flachlandstadt, leider aber auch einer nicht genügend gelüfteten

Tabelle 1
Niederschlagssummen

Jahr	Summe der Niederschläge in mm/Jahr	
	Altenburg	Windischleuba
1989	568,9	—
1990	586,5	—
1991	494,5	495,1
1992	635,1	617,6
1993	733,7	695,6

Stadt“. Die Belüftungsverhältnisse innerhalb der Stadtgrenzen werden im wesentlichen vom städtischen Grün und den Bachtalauen Blaue Flut und Deutscher Bach beeinflußt. Das Pleißetal außerhalb der Stadt hat nur indirekten Einfluß.

Wirtschaftsstruktur

Strukturbestimmend für die Region ist der seit ca. 150 Jahren betriebene Braunkohlen-Bergbau. Damit einhergehend entstanden Brikettfabriken, Kraftwerke und chemische Industriebetriebe. Besonders erwähnenswert ist der nordwestlich der Stadt gelegene karbo- und petrolchemische Standort Rositz (Teerverarbeitungswerk).

Die Aussagen zur Wirtschaftsstruktur und zur Bevölkerungsentwicklung basieren auf Erhebungen des Amtes für Wirtschaftsförderung. So wurden 1989 im Kreis 44 736 Personen als berufstätig registriert, die anteilmäßig in folgenden Wirtschaftszweigen tätig waren:

35,8% in der Industrie

5,5% im Bauwesen

7,0% im Verkehrs- und Nachrichtenwesen

13,9% in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft

11,1% im Handel

26,7% in sonstigen Bereichen

Zu diesem Zeitpunkt pendelten ca. 12 000 Berufstätige in die Nachbarkreise, die vor allem im Wismut-Bergbau, im Braunkohlen-Bergbau, in der chemischen Industrie und der Energiewirtschaft beschäftigt waren. Inzwischen zeigt sich generell in allen Wirtschaftsbereichen ein zum Teil drastischer Rückgang der Beschäftigten. Die Arbeitslosenquote betrug Ende 1992 23,3%. eine rückläufige Tendenz der Bevölkerungsentwicklung wurde im Kreisgebiet bereits seit 1975 festgestellt (Tab. 2).

Tabelle 2
Bevölkerungsentwicklung im Kreis Altenburg

Jahr	1975	1980	1985	1989	1992
Einwohner					
Kreis ABG	113 331	111 673	107 274	101 779	94 307

Immissionssituation

Der meßbare Eintrag von Luftschadstoffen in ein Gebiet wird als Immissionswert bezeichnet. Jeder Immission geht eine Emission voraus (Abgabe von Luftschadstoffen in die Atmosphäre).

Zu den ortsansässigen Schadstoffverursachern (**Emittenten**) in der Stadt Altenburg gehörten in der Vergangenheit neben dem standortbestimmenden industriellen Maschinenbau vor allem Großfeuerungsanlagen beispielsweise für die Gartenbaubetriebe, der Haushalt und der Verkehr. Einfluß nahmen aber auch überregionale Emittenten, auf die im Einzelnen nicht näher eingegangen werden kann. Einen Überblick über die Größenordnung der Emissionen gibt die Tabelle 3. Neben den hohen Werten für den Kreis Altenburg sind die Emissionswerte aller Nachbarkreise aufgeführt. Die Emissionswerte stehen nicht im direkten

Tabelle 3
 Emissionen ausgewählter Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen — insgesamt 1989.
 Umweltbericht für den Freistaat Sachsen 1991

Kreis	Lage	Emissionen insgesamt 1989 in Tonnen										
		Staub	Schwefel-dioxid SO ₂	Stick-oxide NOx	Kohlen-monoxid CO	Fluor-verbin-dungen	S-Verbin-dungen (ohne SO ₂)	Chlor + HCl	NH ₃ + Amine	Kohlenwas-serstoffe + Lösungs-mittel	Sonst. orga-nische Schad-stoffe	Schwer-metalle
Altenburg	—	19 291	65 776	3 063	8 349	—	1	—	—	227	1	—
Borna	n	133 645	690 659	29 948	86 211	13	7 775	8	760	11 421	822	64
Geithain	ö	866	3 200	118	4 752	37	—	—	—	18	2	—
Glauchau	sö	1 552	4 993	193	5 342	—	3 337	—	—	14	—	—
Schmölln	sw	1 305	3 451	137	4 113	—	—	—	—	321	—	—
Zeitz ¹	w	34 217	47 008	2 616	9 067	—	71	18	—	831	—	—

¹ Werte aus: Umweltbericht des Bezirkes Halle 1989.

Zusammenhang mit den Immissionswerten. Der Schadstofftransport und die Sedimentation werden besonders von klimatischen und meteorologischen Bedingungen sowie vom Relief des Gebietes und der Bebauung beeinflußt. So kommt es, daß Immissionswerte naturgemäß größeren Schwankungen unterliegen. Genauere Aussagen bringen Mittelwerte und Langzeitbeobachtungen.

Die Situation von SO₂-Immissionen ist gegenüber anderen Luftschadstoffen im allgemeinen am besten mit Meßdaten belegt. In Altenburg werden schon seit 1985 Messungen durchgeführt (Tab. 4). Die Meßstelle befindet sich im Zentrum am Keplerplatz (Gauß-Krüger-Koordinaten H 5650, R 4531).

Eine ergänzende Aussage bringt die Tabelle 5. Die SO₂-Belastung im Kreis Altenburg war 1989 nicht nur relativ hoch sondern flächenhaft ausgedehnt. Unter Zugrundelegung der für 1989 gültigen Grenzwerte von 0,15 mg/m³ (MIK_D) bzw. 0,50 mg/m³ (MIK_K) ist die Belastung ab Belastungsstufe 3 höher als der hygienische Grenzwert (MIK: Maximale Immissionskonzentration; D/K: Dauerbelastung/Kurzzeitbelastung).

Trotz der unvollständigen Meßreihe der Jahresmittelwerte von SO₂ aus den vergangenen Jahren in Tabelle 4 wird eine abnehmende Belastung für Altenburg deutlich. Das ist auf die Stilllegung vieler Betriebe in unmittelbarer Umgebung z. B. des Teerverarbeitungswerkes Rositz aber auch auf das Ausschalten weiter entfernter Emittenten zurückzuführen. Innerhalb der Stadt reduzieren sich die SO₂-Immissionen durch die zunehmende Umstellung von Kohle- auf Gas- und Ölheizungen.

Wie im Abschnitt 2 (Problemstellung) erwähnt, nimmt auch die **Staubbelastung** wesentlichen Einfluß auf das Flechtenwachstum. Sie war in der Vergangenheit in Altenburg und in

Tabelle 4
SO₂-Immissionen

Ergebnisse bis 1990 vom Sächsischen Landesamt für Umwelt (briefl. April 1993),
ab 1991 vom Thüringischen Landesamt für Umwelt (mündl. März 1994)

Jahr	I1 Jahresmittelwert SO ₂ mg/m ³	I2 98% Wert SO ₂ mg/m ³
1985 (ab Oktober)	(0,33) ¹	(2,14) ²
1986	außer Betrieb	—
1987	0,24	—
1988	0,17	—
1989	0,22	—
1990	0,10	—
1991	außer Betrieb ³	—
1992	Mai – Aug. außer Betrieb ⁴	—
1993	0,09	0,47

¹ Helltagsterminmessung

² maximaler Halbstundenmittelwert

³ Änderung der Länderzuständigkeit

⁴ Verlauf der Monatsmittel Jan. – April; Sept. – Dez. dargestellt im Jahresbericht 1992 Lufthygienische Situation in Thüringen, S. 25

Tabelle 5
Flächenbezogene SO₂-Belastung 1989 im Kreis Altenburg,
Umweltbericht für den Freistaat Sachsen 1991

Kreis Altenburg	SO ₂ -Immission, Belastungsstufen 1989				
gesamte Fläche: 345 m ²	1	2	3	4	5
prozentualer Anteil	1,5%	4%	92,1%	2,4%	0%

den benachbarten Kreisen (vgl. Tab. 3) ebenfalls sehr hoch. Der für 1989 gültige hygienische Grenzwert, bezogen auf den Jahresmittelwert = IW1, lag bei $10,5 \text{ g/m}^2 \cdot 30 \text{ d}$ und wurde ab Belastungsstufe 3 (Tab. 6) überschritten. Somit betraf die unzulässige Belastung mehr als 50% der Fläche des Kreises Altenburg. Im Rahmen des Staubniederschlagsmeßprogramms sind für Altenburg 1991 Immissionswerte erhoben und veröffentlicht worden (Tab. 7). Seit September 1992 wird die Schwebstaub-Immission mit kontinuierlich arbeitenden Meßgeräten am Keplerplatz in Altenburg gemessen (Tab. 8). Die Staubbelastung insgesamt verringerte sich besonders durch das Abschalten von Brikettfabriken in der weiteren Umgebung von Altenburg. Nunmehr führt das erhöhte Verkehrsaufkommen in der Stadt zu örtlich höheren Belastungen entlang stark frequentierter Straßen. In Folge des ansteigenden Verkehrs erhöhen sich besonders die Belastungen mit **Stickoxiden**. Kontinuierliche Meßwerte

Tabelle 6
Flächenbezogene Staub-Belastung 1989 im Kreis Altenburg,
Umweltbericht für den Freistaat Sachsen 1991

Kreis Altenburg	Staubniederschlag, Belastungsstufen 1989				
	1	2	3	4	5
gesamte Fläche: 345 m^2	1	2	3	4	5
prozentualer Anteil	3,2%	43,5%	18%	31,5%	5%

Tabelle 7
Staub-Immissionswerte 1991
Lufthygienische Situation in Thüringen, Jahresbericht 1991

Stadt Altenburg	IW1 Jahresmittelwert $\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$	IW2 98%-Wert $\text{g/m}^2 \cdot \text{d}$
K.-Liebknecht-Str. 32 a	1,40	1,77
Fabrikstraße 37	1,83	2,08
K.-Liebknecht-Str. 11	1,69	2,69
Grenzwert nach „Technischer Anleitung zur Reinhaltung der Luft“	0,35	0,65

Tabelle 8
Schwebstaub-Immissionswerte
Umweltbericht Freistaat Thüringen 1993

Jahr	I1 Jahresmittelwert Staub mg/m^3	I2 98%-Wert Staub mg/m^3
1993	0,7	0,23
Grenzwert nach „Techn. Anleitung zur Reinhaltung der Luft“	0,15	0,30

Tabelle 9
Zugelassene Kraftfahrzeuge im Kreis Altenburg.
Erhebung Amt für Straßenbau (mündl.)

Stichtag der Erhebung	PKW	LKW
1. 10. 1990	28 800	1 300
1. 10. 1993	39 900	2 200

für NO und NO₂ werden erst seit August 1993 am Keplerplatz erhoben. So kann die Zunahme von Stickoxiden nur über die steigende Zahl registrierter PKW und LKW eingeschätzt werden (Tab. 9). Aus der Tabelle geht nicht hervor, daß sich besonders seit der politischen Wende die gefahrenen Kilometer pro PKW und LKW enorm erhöhten. Immissionswerte für **Ozon**, **Schwermetalle** und **Fluoride** wurden bisher nicht gemessen.

Aus den zusammengetragenen Daten und Situationsbeschreibungen folgt, daß sich die Immissionsbelastungen ausgewählter Schadstoffe einerseits verringern andererseits erhöhen. Die Beobachtung der Flechtenflora anderer Städte läßt vermuten, daß die Abnahme besonders der SO₂-Immission auch in Altenburg entscheidend für eine Wiederansiedlung der Flechten sein wird.

4. Methode

Die vorgenommene Einzelbaumkartierung für das Stadtgebiet von Altenburg beruht auf dem methodischen Vorgehen nach GUTTE et al. (1976). Um über das Untersuchungsgebiet ein dichtes Netz von Beobachtungspunkten zu legen, fanden die weitverbreiteten Laubbaumarten als potentielle Trägerbäume für Flechten Berücksichtigung. Die Untersuchung umfaßte alle Stämme freistehender Bäume mit einem Stammdurchmesser > 15 cm. Dabei wurde die am stärksten bewachsene Seite des Baumes auf das Vorhandensein von *Lecanora conizaeoides* überprüft und die Deckung in einem Rahmen von 20 × 50 cm eingeschätzt, wobei die Rahmenunterkante bei 100 cm Stammhöhe zu liegen kam. Entsprechend der Bewertungsskala nach DOMRÖS (1966) bedeuten die Deckungswerte:

- 0 = kein Flechtenwachstum
- 1 = bis 10% der untersuchten Stammfläche deckend
- 2 = 10–25% der untersuchten Stammfläche deckend
- 3 = 25–50% der untersuchten Stammfläche deckend
- 4 = über 50% der untersuchten Stammfläche deckend

Für die Auswertung der Kartierung von *L. conizaeoides* wurden nur senkrecht gewachsene Bäume herangezogen und solche, die keine anthropogene Beeinflussung erkennen ließen. Um die Bäume mit unterschiedlichen Stammstärken zu unterscheiden, erwies es sich als günstig, Gruppen zu bilden:

1. Stammdurchmesser größer 15, kleiner 50 cm,
2. Stammdurchmesser größer 50, kleiner 100 cm,
3. Stammdurchmesser größer 100 cm

So umfaßt jede Erhebung folgende Informationen:

Datum/Straße; Ort/ nähere Ortsbezeichnung/Trägerbaumart/Deckungswert von *L. conizaeoides*/ reine Algenvorkommen/Gruppe entsprechend Stammdurchmesser/abweichendes Wuchsverhalten/Einfluß/Bemerkung.

Im Verlauf der Kartierung erschien der Entwurf zur VDI-Richtlinie 3799. Darin wird auch die methodische Anleitung zur Kartierung von *L. conizaeoides* entwickelt. Bestimmte Kriterien aus der Anleitung konnten berücksichtigt werden. Bezüglich des Stammdurchmessers wurden nur Bäume im Bereich 15–100 cm zur Darstellung der Ergebnisse herangezogen. Die kartierten Baumarten ließen sich entsprechend der Borkenreaktion in 4 Gruppen einteilen (Tab. 10).

Um der Forderung, nur Bäume einer Baumartengruppe zur Kartierung zu verwenden, gerecht zu werden, wurden die Ergebnisse in 3 Karten getrennt voneinander dargestellt und miteinander verglichen. Die Baumarten, deren Borkenreaktion nicht zugeordnet werden kann, blieben unberücksichtigt. Da der Anteil der Baumarten mit + / – mäßig saurer Borke am größten ist, bilden diese Ergebnisse die Grundlage für die Zonierung. So wurden im Zuge der Auswertung jeweils die Deckungswerte 0–4 als Symbole punktgenau in die Karte zum Untersuchungsgebiet eingetragen. Um Zonen zu charakterisieren, erwies es sich als günstig, jeweils die Deckungswerte 1 und 2 sowie 3 und 4 zusammen zu betrachten (Tab. 11).

Im Zusammenhang mit der standardisierten Einzelbaukartierung von *Lecanora conizaeoides* konnten

Tabelle 10
Baumartengruppen nach Unterschieden der pH-Wert-Reaktion ihrer Borken
VDI-Richtlinie 3799

Baumarten mit +/– subneutraler Borke	Baumarten mit +/– mäßig saurer Borke	Baumarten mit +/– saurer Borke	Baumarten ohne Zuordnung der Borkenreaktion
--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	---

Tabelle 11
Darstellung der Zonen in Abb. 3–6

Zone	Kennzeichnung Ab. 4	Deckungs- wert	Symbol Abb. 3, 5, 6.
1	pink: engschräffiert	0	○
2	pink: weitschräffiert	1	○○
		2	○○○
3	pink	3	△
		4	▲

floristische Beobachtungen gemacht werden. Zu diesem Zweck wurden jeweils der Stammfuß der kartierten Bäume aber auch besonders schräggestellte und liegende Stämme auf weitere epiphytische Flechtenarten kontrolliert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 zusammengefaßt.

5. Ergebnisse

Zonierung nach Deckungswerten

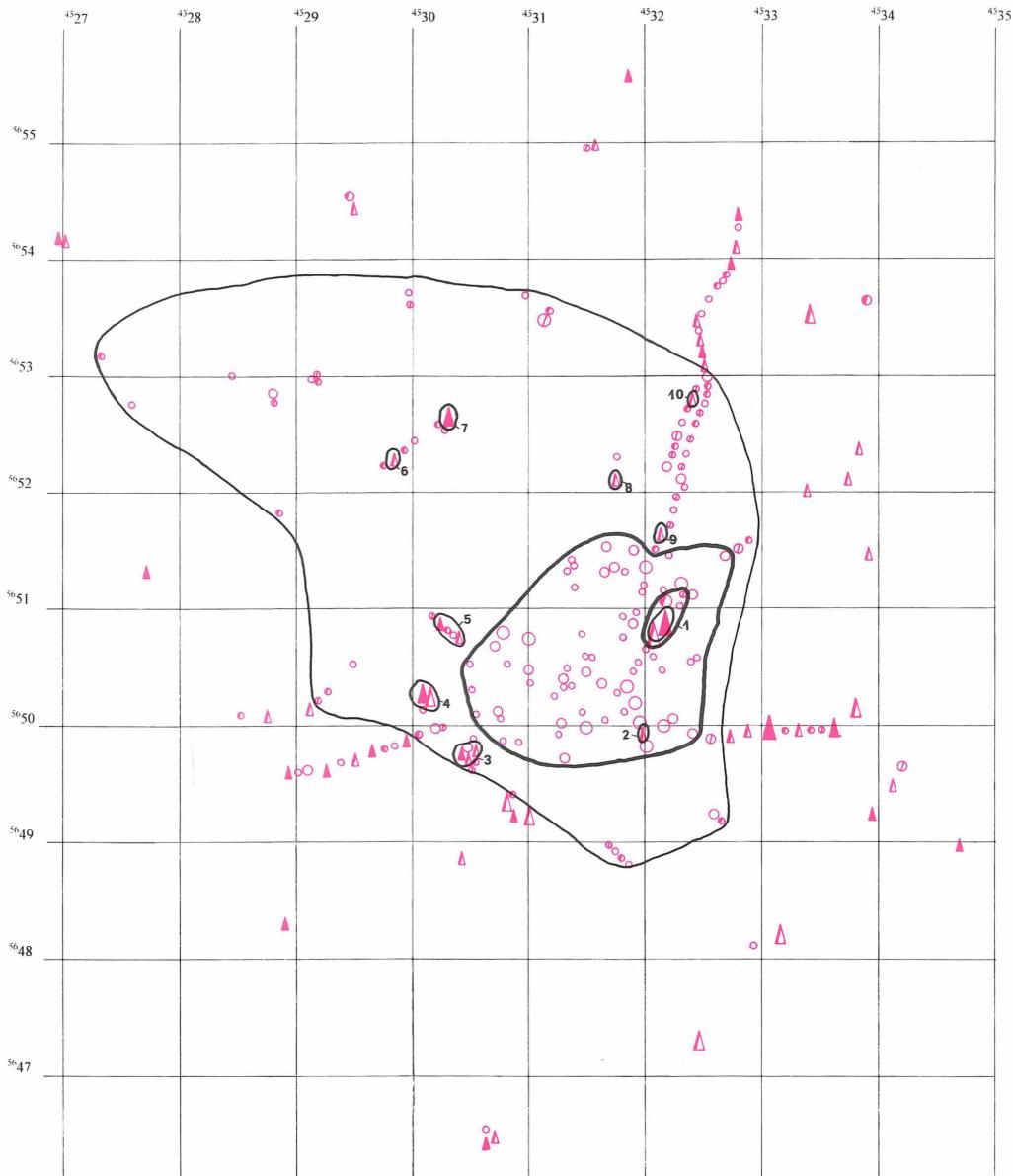
Insgesamt wurden mit der Einzelbaumkartierung auf einer Untersuchungsfläche von ca. 8 × 8 km 4429 Bäume auf Flechtenbewuchs kontrolliert. Darunter befinden sich die Baumarten geordnet nach Baumartengruppen in unterschiedlicher Verteilung (Tab. 12).

Tabelle 12
Kartierte Baumarten im Untersuchungsgebiet

Arten mit +/– subneutraler Borke	Arten mit +/– mäßig saurer Borke	Arten mit +/– saurer Borke	Arten ohne Zuordnung der Borkenreaktion
<i>Populus</i> 497	<i>Tilia</i> 1205	<i>Cerasus av.</i> 170	<i>Aesculus hip.</i> 380
<i>Fraxinus exc.</i> 262	<i>Acer pseud.</i> 202	<i>Quercus rob.</i> 169	<i>Carpinus bet.</i> 143
<i>Malus</i> 191	<i>Pyrus com.</i> 185	<i>Prunus dom.</i> 154	<i>Acer</i> 119
<i>Acer plat.</i> 123	<i>Robinia pseud.</i> 175	<i>Betula pend.</i> 143	<i>Crataegus</i> 87
<i>Ulmus</i> 34		<i>Alnus glut.</i> 9	<i>Corylus colurina</i> 68
			<i>Salix</i> 63
			<i>Fagus sylv.</i> 50
Summe 1 107	Summe 1 767	Summe 645	Summe 910

Tabelle 13
Deckungswerte der Baumarten mit +/– mäßig saurer Borkenreaktion

Art	Anzahl insgesamt	Deckungswert <i>L. conizaeoides</i>				
		0	1	2	3	4
<i>Tilia</i>	978	525	121	90	122	120
<i>Acer pseudoplatanus</i>	169	144	9	5	10	1
<i>Pyrus communis</i>	156	40	39	35	37	5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	131	123	5	1	1	1
Summe	1 434	832	174	131	170	127



Beobachtungspunkte:

- 1 Hausweg, Schloßpark
- 2 H.-Heine-Straße
- 3 Anger
- 4 Friedhof Altenburg
- 5 Zeitzer Straße
- 6 Feldflur Zschernitzsch
- 7 Friedhof Zschernitzsch
- 8 Friedhof Rasephas
- 9 Wolfenholz
- 10 an Leipziger Straße

Anzahl Bäume	Deckungswerte n. DOMRÖS (1966)				
	0	1	2	3	4
1-5	○	○	○	△	▲
5-10	○	○	○	△	▲
>10	○	○	○	△	▲

Abb. 3: Deckungswerte der Baumarten mit +/– mäßig saurer Borke
Ableitung der Zonierungsgrenzen — Zone 1 — Zone 2 außen Zone 3

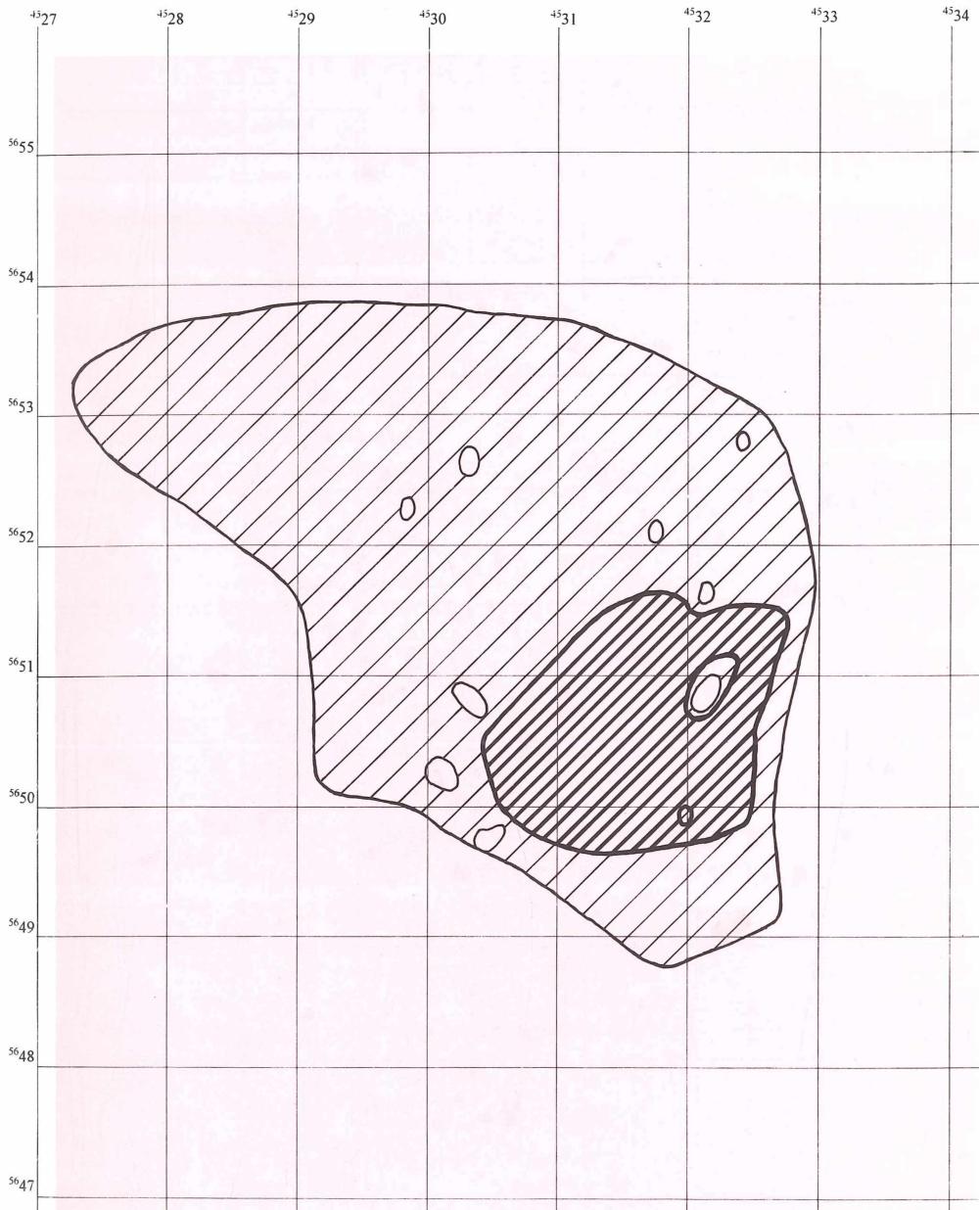
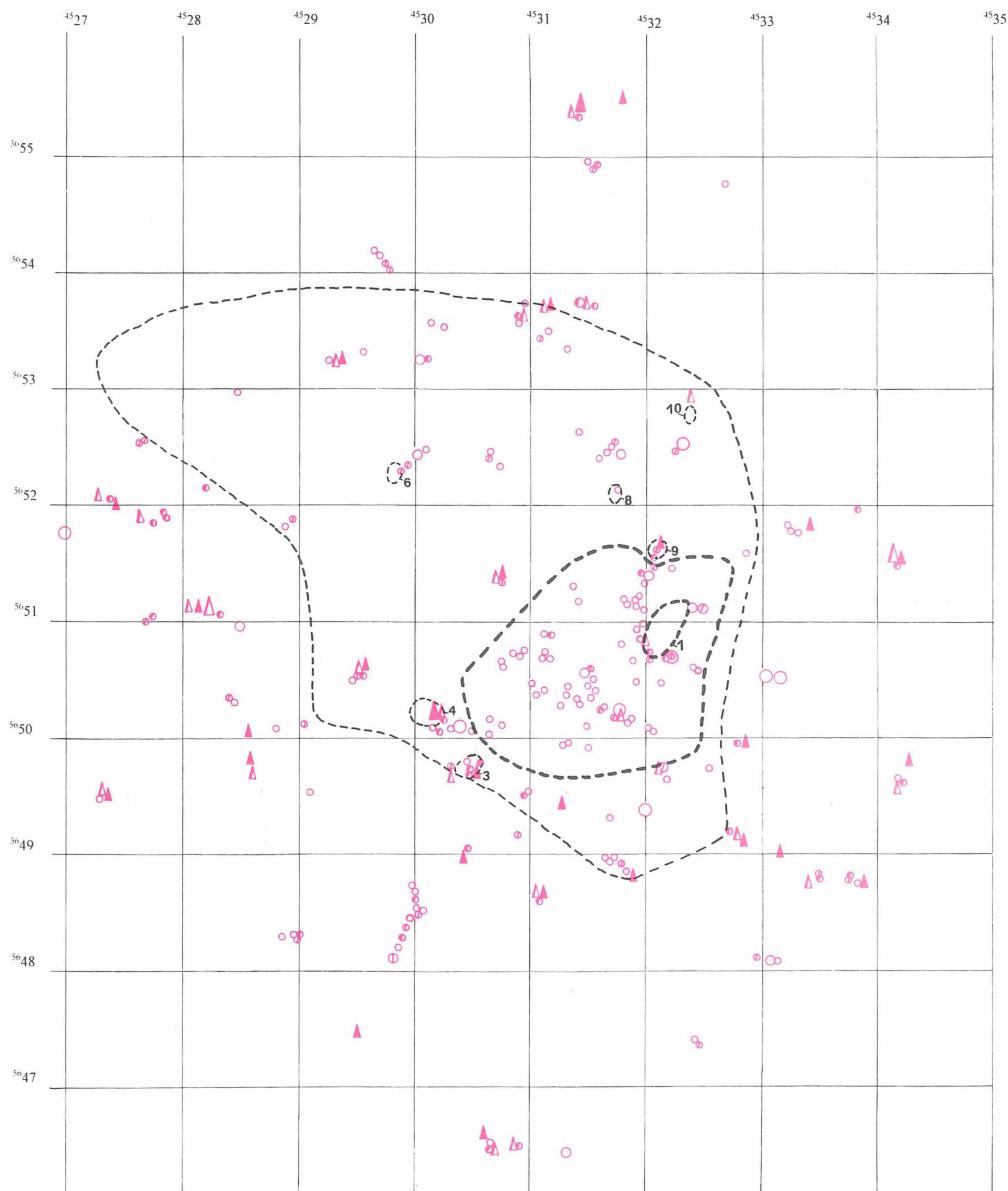


Abb. 4: Zonierungsdarstellung der Immissionssituation
nach VDI-Richtlinie 3799 Zone 1 Zone 2 Zone 3

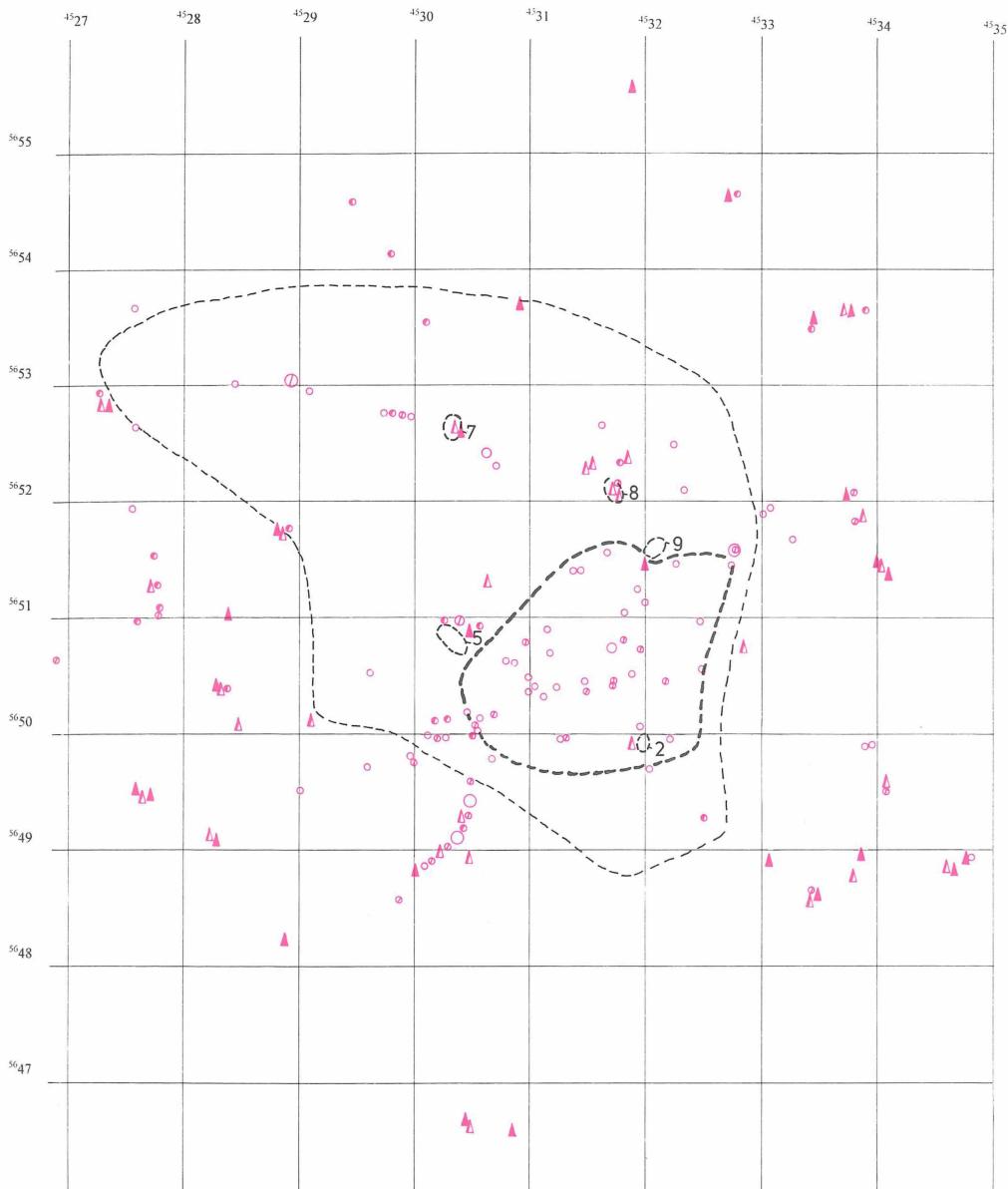


Beobachtungspunkte:

- 1 Hausweg, Schloßpark
- 3 Anger
- 4 Friedhof Altenburg
- 6 Feldflur Zschernitzsch
- 8 Friedhof Rasephas
- 9 Wolfenholz
- 10 an Leipziger Straße

Anzahl Bäume	Deckungswerte n. DOMRÖS (1966)				
	0	1	2	3	4
1-5	○	∅	○	▲	▲
5-10	○	∅	○	▲	▲
>10	○	∅	○	▲	■

Abb. 5: Deckungswerte der Baumarten mit +/– subneutraler Borke
----- Zone 1 ----- Zone 2 ----- Zone 3



Anzahl Bäume	Deckungswerte n. DOMRÖS (1966)				
	0	1	2	3	4
1-5	○	∅	○	△	▲
5-10	○	∅	○	△	▲
>10	○	∅	○	△	▲

Beobachtungspunkte:
 2 H.-Heine-Straße
 5 Zeitzer Straße
 7 Friedhof Zschernitzsch
 8 Friedhof Rasephas
 9 Wolfenholz

Abb. 6: Deckungswerte der Baumarten mit +/– saurer Borke
 ----- Zone 1 - - - Zone 2 außen Zone 3

Innerhalb der Baumartengruppe mit +/– saurer Borkenreaktion erfüllten 1 434 Bäume die Forderungen der VDI-Richtlinie. Die Verteilung der Deckungswerte zeigt Tabelle 13. Sie bildet die Grundlage für die Darstellung der Einzelergebnisse in Abbildung 3. Es lassen sich 3 Zonen darstellen.

Die **Zone 1** erstreckt sich über den dichtbebauten Altstadtkern (vgl. Karte zum Untersuchungsgebiet Abb. 2). Sie ist mit relativ vielen Beobachtungspunkten dokumentiert. Im Nordosten dieser Zone fällt ein Bereich mit kleinräumlicher Zonierung (1) auf (Straßenverlauf Hausweg und angrenzender Schloßpark). Hier wurden an den Linden graduelle Unterschiede der Deckungswerte festgestellt. Die Zone 2 reicht bis in den Schloßpark hinein. Die höchsten Deckungswerte 3 und 4 wurden im Hausweg südlich der Bahnlinie nachgewiesen und mit den entsprechenden Symbolen gekennzeichnet. Eine weitere Insel (2) mit dem Deckungswert 3 konnte in der H.-Heine-Straße festgestellt werden.

Die **Zone 2** schließt sich ringförmig um die Zone 1. Sie reicht im Nordwesten weit über die Stadtgrenze hinaus. Innerhalb der Zone 2 waren wiederum örtlich höhere Deckungswerte feststellbar und sind durch Symbole ausgewiesen: südwestlich des Stadtkerns der Anger (3) westlich der Friedhof von Altenburg (4) und die Zeitzer Straße (5), nordwestlich die Feldflur (6) und der Friedhof (7) von Zschernitzsch, nördlich der Friedhof von Rasephas (8), das Wolfenholz (9) und an der Leipziger Straße (10).

Der Grenzverlauf zwischen Zone 2 und Zone 3 ist nicht an allen Stellen eindeutig mit Daten belegbar, weil die geeigneten Trägerbäume fehlen. So wird zur **Zone 3** das übrige Gebiet gerechnet. Sie liegt fast ausschließlich außerhalb der Stadtgrenze. Die Dichte der Trägerbäume ist noch geringer. So waren die Deckungswerte 3 und 4 nur örtlich nachweisbar.

Die Abbildung 4 zeigt die Zonierung als schematische Darstellung nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie. Die Grundlage für die Abbildung 5 bilden die Kartierungsergebnisse der Baumarten mit +/– subneutraler Borkenreaktion (Tab. 14).

Die aus den Ergebnissen in Abb. 3 resultierenden Zonierungsgrenzen sind als unterbrochene Linien eingetragen. Es zeigt sich, daß sich einerseits die Zonengrenzen, die sich aus den hier aufgetragenen Beobachtungsdaten ergeben, weiter stadttauswärts verschieben würden. Andererseits befinden sich innerhalb dieser Grenzen auch örtlich höhere Deckungswerte. Auf alle soll im einzelnen nicht näher eingegangen werden. Im Vergleich zur Abb. 3 treten, soweit überhaupt Trägerbäume vorhanden sind, an den Beobachtungspunkten (1)*, (3), (4), (9) und (10)* Übereinstimmung und an den Punkten (6) und (8) niedrigere Deckungswerte auf (*: in Nachbarschaft).

Analog zur Vorgehensweise bei Abbildung 5 entstand Abbildung 6. Die Kartierungsergebnisse der Baumarten mit +/– saurer Borkenarten sind in Tab. 15 zusammengefaßt.

Tabelle 14
Deckungswerte der Baumarten mit +/– subneutraler Borkenreaktion

Art	Anzahl insgesamt	Deckungswert <i>L. conizaeoides</i>				
		0	1	2	3	4
<i>Populus</i>	436	252	45	54	51	34
<i>Fraxinus excelsior</i>	212	126	30	29	11	16
<i>Malus</i>	131	96	24	8	3	0
<i>Acer platanoides</i>	115	65	15	14	10	11
<i>Ulmus</i>	30	27	1	2	0	0
Summe	924	566	115	107	75	61

Tabelle 15
Deckungswerte der Baumarten mit +/– saurer Borkenreaktion

Art	Anzahl insgesamt	Deckungswert <i>L. conizaeoides</i>				
		0	1	2	3	4
<i>Cerasus avium</i>	151	32	52	25	27	15
<i>Quercus robur</i>	147	80	15	15	17	20
<i>Prunus domestica</i>	139	92	21	11	6	9
<i>Betula pendula</i>	115	77	13	11	10	4
<i>Alnus glutinosa</i>	7	3	0	0	3	1
Summe	559	284	101	62	63	49

Die Zonengrenzen stimmen relativ gut mit den dargestellten Ergebnissen überein. Auch an den Beobachtungspunkten (2)*, (5)*, (7), (8) und (9)* herrscht Übereinstimmung. Eine Abweichung von Deckungswerten ist nicht festzustellen.

Floristische Kartierung

Weitere epiphytische Flechtenarten (Tab. 16) konnten ausschließlich in der Zone 3 festgestellt werden.

Die Zone 3 umfaßt das ländliche Umfeld der Stadt Altenburg. Charakteristisch sind neben den Bauerndörfern großflächige und gehölzarme Ackerlandschaften.

Tabelle 16
Floristische Beobachtungen weiterer epiphytischer Arten im Untersuchungsgebiet

Flechtenart	Fundort	Lage zu Altenburg	Trägerbaumart	Bemerkung
<i>Physcia</i>				
– <i>adscendens</i>	Poschwitz	– ö	<i>Salix</i>	Teichufer, niederliegender Stamm
	Unterlödla	– w	<i>Tilia</i>	vor Gehöft, aufrechter Stamm
– <i>tenella</i>	Schlöpitz	– sw	<i>Salix</i>	Teichufer, niederliegender Stamm
<i>Candelariella</i>				
– <i>vitellina</i>	Rödigen	– w	<i>Fraxinus</i>	Stammbasis, niederliegender Stamm
	Schelchwitz	– ö	<i>Salix</i>	Pleißeufer, zerklüfteter Stamm
– <i>aurella</i>	Schlöpitz	– sw	?	abgestorbener, gestürzter Stamm
<i>Buellia</i>				
– <i>punctata</i>	Schlöpitz	– sw	<i>Salicx</i>	niederliegender Stamm
– <i>punctuella</i>	Rödigen	– w	<i>Fraxinus</i>	Stammbasis
<i>Lecanora</i>				
– <i>dispersa</i>	Schlöpitz	– sw	?	abgestorbener, gestürzter Stamm
<i>Lepraria</i>				
– <i>incana</i>	Schlöpitz	– sw	z. B. <i>Betula</i>	Stammbasis verschied. Laubbaumarten
	Poschwitz	– ö	<i>Salix</i>	Stammbasis

Interpretation

Die Kartierungsergebnisse belegen im Vergleich zu den historischen Angaben, daß die Stadt Altenburg eine stark devastierte Flechtenflora aufweist. Sie belegen gleichzeitig eine großflächige Belastung mit Luftschatdstoffen. Nach der Belastungsskala der VDI-Richtlinie muß das Untersuchungsgebiet als „extrem hoch“ belastet eingestuft werden (Darstellung in Abb. 4). Bemerkenswert ist, daß anhand der Deckungswerte von *L. conizaeoides* auf das gesamte Stadtgebiet bezogen nur 3 Zonen unterschieden werden können.

Die Zone 1 erstreckt sich erwartungsgemäß über den Altstadtkern. Ursachen für die inselartige Ausnahme im Nordosten liegen in der Abschirmung der Luftverschmutzung. Durch das erhöhte Relief des Schloßberges werden die südwestlichen Luftströmungen abgelenkt. Außerdem bildet der Schloßpark zusammen mit parkähnlichen Grundstücken in der Nachbarschaft ein relativ zusammenhängendes Areal. Allerdings widerspiegeln die relativ hohen Deckungswerte von mehr als 50% offenbar in starkem Maße den Einfluß mikroklimatischer Faktoren. *L. conizaeoides* scheint begünstigt durch die nördliche Neigung der betreffenden Straße und der damit einhergehenden höheren Luftfeuchtigkeit. Zusätzlich hat die Flechte an der Borke zumindest zeitweilig eine höhere Belichtung im Gegensatz zu anderen kartierten Bäumen, da, wie sich im Nachhinein herausgestellt hat, Kronenrück-schnitt durchgeführt wird.

Es entspricht den Ergebnissen anderer Stadt-Kartierungen, daß sich die Zone 2 ringförmig anschließt. Auffällig ist die Ausdehnung über die Stadtgrenze hinaus, wobei der Verlauf der

Grenze zur Zone 3 nicht an allen Punkten belegt werden kann, weil entweder überhaupt Bäume oder geeignete Trägerbäume fehlen. Die punktuell höheren Deckungswerte innerhalb der Zone 2 lassen sich jeweils damit erklären, daß örtlich zusammenhängende Baumbestände vorhanden sind z. B. auf Friedhöfen, die eine Luftverbesserung bewirken.

In der Zone 3 kommen neben Deckungswerten 3 & 4 Deckungswerte 2 & 3 vor, obwohl für die Flechten generell günstigere klimatische Verhältnisse im Vergleich zur Innenstadt auftreten. Außerdem fallen alternierende Deckungswerte der drei mit Linden bepflanzten Ausfallstraßen auf (vgl. Abb. 3). Zur Erklärung können für die nach Westen führende Straße örtliche Reliefverhältnisse angeführt werden, da streckenweise beidseitige Böschungen den Luftaustausch verhindern. Für die beiden anderen Ausfallstraßen trifft dies nicht zu. Man muß das Gesamtergebnis als eine Momentaufnahme innerhalb einer dynamischen Entwicklung ansehen. Es könnte darauf hinweisen, daß bereits der Rückgang von *L. conizaeoides* einsetzt, der mit der Abnahme der SO₂-Immissionen zu erwarten ist (WIRTH 1993). Beim Vergleich der Ergebnisse getrennt nach Baumarten mit unterschiedlichen Borkenreaktionen gibt es örtlich nur geringfügige Abweichungen im Verlauf der Zonengrenzen. Wenn man sich bei der Kartierung auf eine Baumart beschränken würde, wäre die Dichte der Beobachtungsdaten äußerst gering. In diesem Fall wären die hier getroffenen Aussagen zum Teil nicht möglich gewesen.

Das geringe Auftreten von epiphytischen Flechtenarten an der Stammbasis von Bäumen im Untersuchungsgebiet ist bemerkenswert.

6. Schlußbetrachtung

Mit Hilfe der Kartierung epiphytischer Flechtenarten wurden 3 Zonen unterschiedlicher Luftqualität herausgearbeitet. Es konnten kleinräumliche Unterschiede in der Luftqualität innerhalb des Untersuchungsgebietes belegt werden. Die sonst bei Immissionskartierungen üblichen Begriffe „Flechtenwüste“, „Kampfzone“, „Normalzone“ wurden bewußt vermieden. Die Flechtenflora befindet sich in einem dynamischen Prozeß. Es stünde die Frage, wie müßte die „Normalzone“ für unser Gebiet aussehen. Es gibt nur wenige Hinweise auf historische Aufsammlungen. Bei der Interpretation der Ergebnisse wurde auf eine Faktorenüberlagerung eingegangen. Die Wirkung mikroklimatischer Gegebenheiten spielt auf die Vitalität der Flechten eine besondere Rolle. Jede Einzelerhebung kann als Meßpunkt verstanden werden. Sie ist nicht übertragbar sondern ortsspezifisch, punktgenau und als Momentaufnahme zu betrachten. Die Forderung zur Standardisierung der Kartierungsmethode nach der VDI-Richtlinie konnte bei der Auswertung zum Teil berücksichtigt werden.

7. Dank

Für kritische Hinweise zum Manuscript und zur Synonymieaufklärung danke ich Herrn Dr. Peter Scholz (Markkleeberg) und Frau Dr. Regine Stordeur (Halle) recht herzlich.

8. Literatur

- ACKERMANN, I. (1993): Flechtenkartierung im Raum Leipzig. – In: SCHOLZ, P. (Hrsg.): Flechtenmonitoring – ein kommunales Kontrollinstrument. Unabh. Inst. f. Umweltfragen, (Halle): 21 – 34.
 Amtliches Adressbuch Stadt Altenburg 1992. – E. Reinhold Verlag (Altenburg): 46
 COBURGER, K. (1979): Untersuchungen über die Verbreitung und die Absterberate rindenbewohnender Flechten zur Charakterisierung der Luftgüteverhältnisse in Bad Lausick. – Univ. Leipzig, Sektion Biowiss., Diplomarbeit.
 DOMRÖS, M. (1966): Luftverunreinigung und Stadtklima im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkung auf den Flechtenbewuchs der Bäume. – Arbeiten Rhein. Landesk. (Bonn) **23**: 1 – 132.
 GUTTE, P.; HALLEBACH, M.; KOHLER, H. (1976): Untersuchungen über die Verbreitung epiphyler Flechten zur Feststellung des Umfangs der Luftverunreinigung im Leipziger Raum. – Hercynia N. F. (Leipzig) **13**: 446 – 458.

- GUTTE, P.; HERRMANN, K.; RICHTER, I.; WEHR, P. (1983): Untersuchungen zur Indikation von Veränderungen der Luftgüteverhältnisse in Leipzig durch wiederholte Kartierung von *Lecanora varia* (Ehrh.) Ach. s.l. — *Hercynia* N. F. (Leipzig) **20**: 339—347.
- HAWKSORTH, D. L.; ROSE, F. (1970): Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. — *Nature* (London) **227**: 145—148.
- HÖSER, N. (1992): Niederschlagsmessungen 1990—1991 in Windischleuba. — *Mauritiana* (Altenburg) **13**: 536.
- (1993): Niederschlagsmessungen 1992 in Windischleuba. — *Mauritiana* (Altenburg) **14**: 139—140.
- (1994): Niederschlagsmessungen 1993 in Windischleuba. — *Mauritiana* (Altenburg) **15**: 16.
- KIRSTE, E. (1956): Landeskunde der Kreise Altenburg und Schmölln des Bezirkes Leipzig. — (Altenburg) Lufthygienische Situation in Thüringen Jahresbericht 1991. (1992) — Thüringer Landesanstalt für Umwelt Jena.
- Lufthygienische Situation in Thüringen Jahresbericht 1992. (1993) — Schriftenreihe Thüringer Landesanstalt für Umwelt Jena.
- MASUCH, G. (1993): Biologie der Flechten. — Quelle & Meyer Verlag (Heidelberg, Wiesbaden).
- MISSELWITZ, G. (1994): Niederschlagsmessungen 1988—1993 in Altenburg und 1991—1993 in Wintersdorf. — *Mauritiana* (Altenburg) **15**: 57—58.
- PLUNTKE, M. (1993): Erste Ergebnisse der Flechtenkartierung in Altenburg. — In: SCHOLZ, P. (Hrsg.): Flechtenmonitoring — ein kommunales Kontrollinstrument. Unabh. Inst. f. Umweltfragen (Halle): 113—118.
- RABENHORST, L. (1870): Kryptogamen-Flora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen und Nordböhmen mit Berücksichtigung der benachbarten Länder. Zweite Abtheilung. Die Flechten. — Verlag von Eduard Kummer (Leipzig).
- SCHMIDT, R.; MÜLLER, O. (1858): Cryptogamen-Flora von Gera. I. Hälfte. — Zeitschrift Gesamm. Naturwiss. (Halle) **11**: 231—261.
- SCHOLZ, P. (1993): 100 Jahre Flechtenmonitoring. — In: SCHOLZ, P. (Hrsg.): Flechtenmonitoring — ein kommunales Kontrollinstrument. Unabh. Inst. f. Umweltfragen (Halle): 7—20.
- SPENKE, G. (1976): Untersuchungen zur Verbreitung von Flechten in der Umgebung des VEB Braunkohlenkombinat Espenhain. — Univ. Halle, Sektion Biowiss., Diplomarbeit.
- THIERFELDER, F. (1958): 55 Jahre meteorologische Beobachtungen in Altenburg. — Abh. Ber. Naturkundl. Mus. Mauritianum (Altenburg) **1**: 78—81.
- Umweltbericht des Bezirkes Halle 1989 (1990). — Rat des Bezirkes Halle, Fachorgan Umweltschutz, Naturschutz und Wasserwirtschaft (Merseburg): 38.
- Umweltbericht für den Freistaat Sachsen 1991 (1992) — Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (Dresden).
- Umweltbericht Freistaat Thüringen 1993 (1994) — Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung (Erfurt).
- VDI-Richtlinie 3799 (1993), Blatt 1. Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten. Flechtenkartierung zur Ermittlung des Luftgütwertes (LGW). Entwurf (Berlin).
- WAITZ, Carl Friedrich (1796): Verzeichniß der um Altenburg wildwachsenden Pflanzen. (unveröff. Manuskript im Naturkundl. Mus. Mauritianum, Altenburg).
- WETTIG, R. (1983): Die Verbreitung von *Lecanora conizaeoides* Nyl. in Cromb. im Stadtgebiet von Weißensfels. — Mitt. z. flor. Kartierung. Halle. **9**: 89—94.
- WIEGEL, H. et al. (1991): Bioindikation von Luftverunreinigungen mit Flechten in Ballungsräumen am Beispiel der Stadt Dortmund: Wirkungskataster, lufthygienisch-klimatische Interpretation und Anwendung für die kommunale Planung. — VDI-Berichte Nr. 901: 178.
- WIRTH, V. (1976a): Veränderungen der Flechtenflora und Vegetation in der Bundesrepublik Deutschland. — Schriftenreihe für Vegetationskunde **10**: 177—202.
- (1976b): Über den Einfluß des SO₂ auf die Flechtenvegetation in urbanen Räumen und die Indikation der SO₂-Belastung durch Flechten. — Schriftenreihe für Vegetationskunde **10**: 203—213.
- (1993): Trendwende bei der Ausbreitung der anthropogen geförderten Flechte *Lecanora conizaeoides*? — *Phytocoenologia* (Berlin, Stuttgart) **23**: 625—636.
- (1994): Checkliste der Flechten und flechtenbewohnten Pilze Deutschlands — eine Arbeitshilfe. — Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Ser. A, Nr. 517.
- WONITZKI, CH. und COBURGER, K. (1994): Flechtenkartierung in der Stadt Greiz. — Der Heimatbote (Greiz) **40** (1): 18—25.

Eingegangen am 13. 3. 1995.

Dipl.-Biol. MARGITTA PLUNTKE, Mauritianum, Postfach 1644, D-04590 Altenburg/Thür.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mauritiana](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [15_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Pluntke Margitta

Artikel/Article: [Dokumentation der Luftqualität von Altenburg mit Hilfe der Verbreitung der Flechte Lecanora conizaeoides 257-275](#)