

# Flechtenkartierung belegt Verbesserung der Luftqualität im Bonner-Raum

MELANIE ROHLFS

(Manuskripteingang: 16. Februar 2000)

**Kurzfassung:** 1996 und 1999 wurden Rasterkartierungen von epiphytisch wachsenden Flechten nach der VDI-Richtlinie 3799 in einem Transekt von Bonn-Beuel bis Troisdorf (NRW) durchgeführt. Die Frequenz der Arten erhöhte sich in diesem Zeitraum deutlich, wohingegen die Artenzahl nur um drei Taxa zunahm. Für Teile des Gebietes konnte 1999 eine „mäßige“ lufthygienische Belastung festgestellt werden, während die Ergebnisse 1996 noch eine Einstufung in die Klasse mit „sehr hoher bis hoher“ Belastung ergaben. Diese Ergebnisse deuten auf eine Verbesserung der lufthygienischen Situation hin. Fraglich ist, inwieweit das verstärkte Wachstum mancher Flechten nicht auch auf den Anstieg der Stickstoffimmissionen zurückgeführt werden könnte.

**Schlagnote:** Flechten, VDI-Richtlinie, Luftgüte, Stickstoffimmissionen

**Abstract:** In 1996 and 1999 a standardized lichen mapping according to the VDI-guideline 3799 has been carried out along a transect from Bonn-Beuel to Troisdorf (Northrhine-Westfalia, Germany). The frequency of the species increased during the last three years, but only three additional species were found since 1996. In the scale of immission some parts of the study area were categorized in 1996 as „very high to high“ but in 1999 as „moderate.“ These results indicate an improvement of air quality in the region of Bonn. The increase of some lichens might be attributed to increased emissions of NO<sub>x</sub> and NH<sub>3</sub>.

**Keywords:** Lichens, air quality, nitrogen-emissions

## 1. Einleitung

Flechten eignen sich auf Grund ihrer Physiologie und Morphologie sehr gut als Indikatoren der Luftqualität und werden schon seit mehr als 100 Jahren zu diesem Zwecke eingesetzt und untersucht. Durch ihre hohe und abgestufte Immissionsempfindlichkeit sind die verschiedenen epiphytisch lebenden Arten besonders zur Bioindikation von Luftverunreinigungen geeignet (RABE 1990). Im Gegensatz zu chemisch-physikalischen Messungen erlaubt die Bioindikation mit Hilfe von Flechten Rückschlüsse auf das Wirkungsgefüge der unterschiedlichen Luftschadstoffe in Zusammenhang mit anderen Umweltfaktoren.

Zur Standardisierung der Flechtenkartierung und zur Bestimmung des Luftgütewertes hat die Kommission zur Reinhaltung der Luft des Vereins Deutscher Ingenieure eine Richtlinie für das Verfahren der epiphytischen Flechtenkartierung entwickelt, die einen direkten Vergleich zwischen den Ergebnissen verschiedener Untersuchungen ermöglicht (VDI-Richtlinie 3799).

Auf Grund des hohen Anstiegs besonders der Schwefeldioxidwerte in den sechziger und siebziger Jahren dieses Jahrhunderts kam es zu einem extremen Rückgang epiphytischer

Flechten in Belastungsgebieten, was in Stadt- und Industriegebieten zur Bildung von „Flechtenwüsten“ führte. In jüngerer Zeit konnte vielfach ein Rückzug der Epiphyten in die Stadtgebiete beobachtet werden (vgl. DILG 1999), was auf den verminderten Schadstoff- und dabei vor allem verminderten Schwefeldioxidgehalt der Luft zurückgeführt wird.

1996 wurde in einem Transekt von Beuel bis nach Troisdorf eine Flechtenkartierung nach der VDI-Richtlinie 3799 durchgeführt (KILLMANN 1996). Diese Kartierung wurde 1999 wiederholt. Ziel der Wiederholungskartierung war es aufzuzeigen, ob sich in diesem Untersuchungsgebiet eine qualitative und quantitative Änderung der epiphytischen Flechten nachweisen lässt.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet zieht sich vom Zentrum Bonn-Beuels aus über ein Gewerbe- und Industriegebiet in die Siegauen bis zum Stadtgebiet von Troisdorf. Die Ost-West Ausdehnung des Untersuchungsraumes beträgt 2 km, in nord-südlicher Richtung erstreckt es sich 8 km (siehe Abb. 1). Das Gebiet ist sehr heterogen. Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets ist durch Wohn- oder Gewerbegebiete

dicht bebaut. Der größte Teil der Bodenfläche ist versiegelt. Der nördliche Teil befindet sich größtenteils im Naturschutzgebiet Siegaue und ist geprägt durch Wiesen, Weiden und Gehölze.

Das Verkehrsnetz ist im und um das Untersuchungsgebiet sehr dicht und stark frequentiert, so dass man von einer hohen verkehrsbedingten Immissionsbelastung ausgehen kann.

### 3. Material und Methode

Die Flechtenkartierung orientierte sich an der in der VDI-Richtlinie 3799 vorgeschriebenen standardisierten Methode.

Das Gebiet wurde in 16 Quadranten mit je 1 km Seitenlänge geteilt. Pro Gebiet wurden sechs freistehende Bäume kartiert. Diese Bäume wurden während der Kartierung 1996

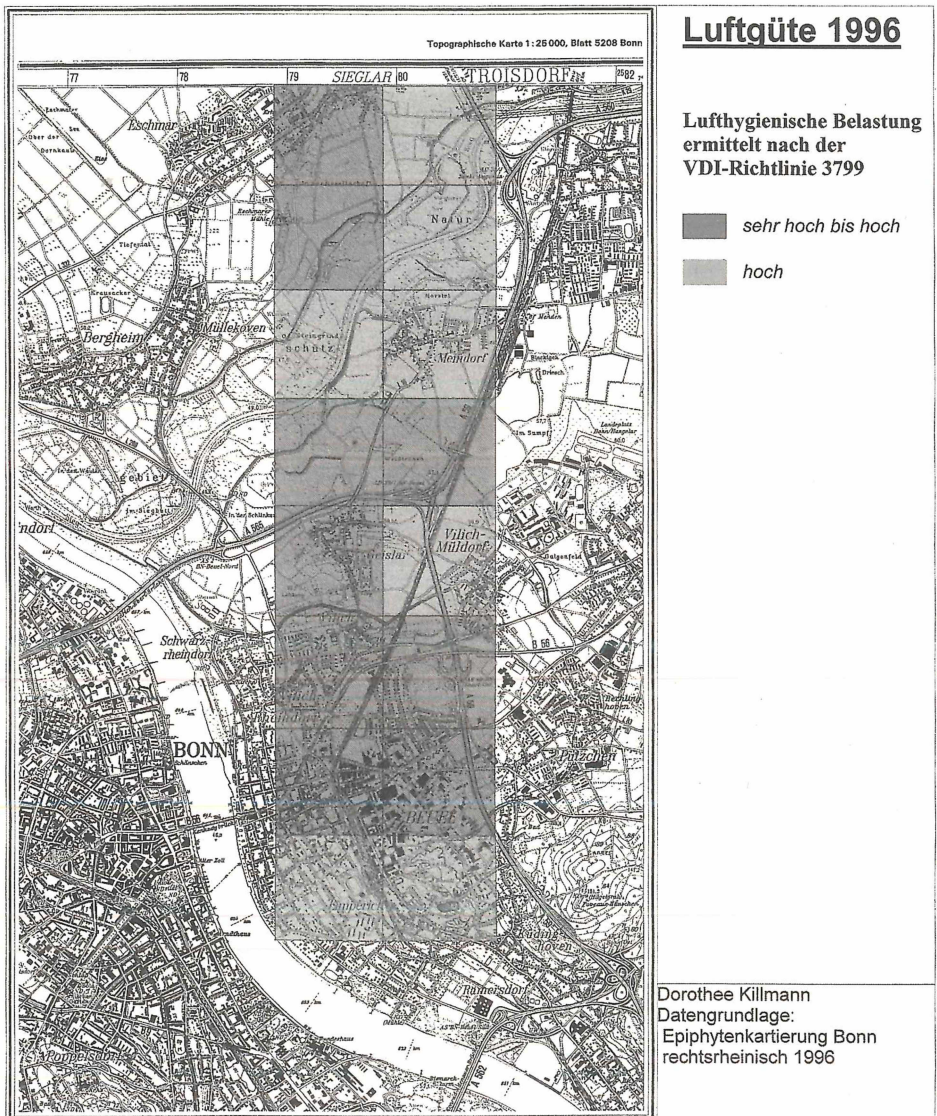


Abbildung 1. Lufthygienische Belastung 1996 (nach VDI-Richtlinie 3799)

mit einem Nagel markiert, so dass sie 1999 sicher wiedergefunden werden konnten. Da die ausgewählten Bäume ähnliche Borkeneigenschaften besitzen sollen, wurden so weit wie möglich nur Arten mit subneutraler Borke wie *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Populus spec.* als Trägerbaumarten ausgewählt. In gehölzarmen Gebieten traten hinsichtlich

geeigneter Trägerbaumarten erhebliche Schwierigkeiten auf, so dass auch auf Bäume mit mäßig saurer Borke wie *Acer pseudoplatanus* zurückgegriffen wurde.

Die Kartierung der Flechten erfolgte an der am stärksten bewachsenen Seite des Baumes mit Hilfe eines Messgitters, welches aus 10 Quadraten mit einer Kantenlänge von je 10 cm

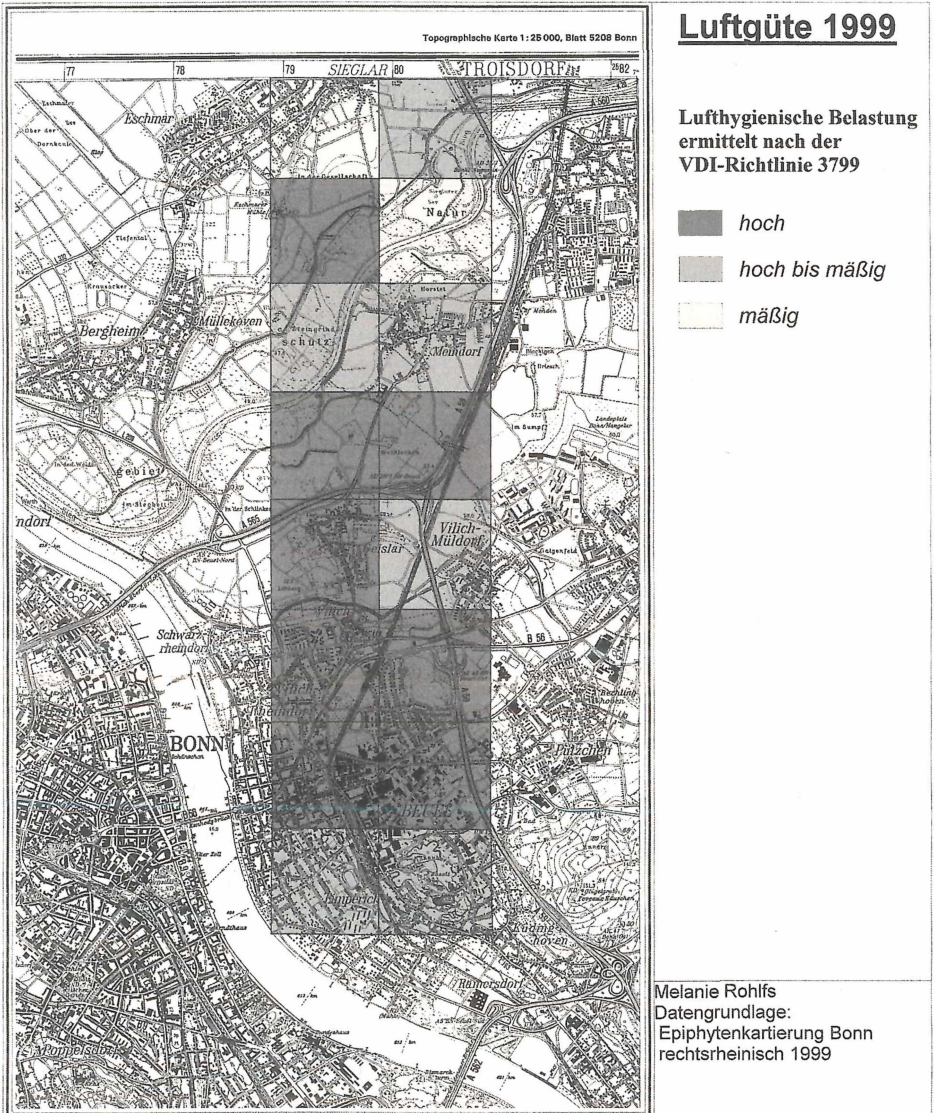


Abbildung 2. Lufthygienische Belastung 1999 (nach VDI-Richtlinie 3799)

besteht. Somit konnte nicht nur das Artenspektrum erfasst, sondern zusätzlich noch die Frequenz der einzelnen Arten bestimmt werden. Die Frequenz einer Art ist die Anzahl der von ihr besiedelten Quadrate. Der Luftgütwert (LGW) entspricht dem Mittelwert der Frequenzsummen an den kartierten Bäumen der Messfläche. Für die Bewertung werden die Luftgütwerte in Luftgüteklassen eingeteilt, die bei der Ergebnisdarstellung die unterschiedlichen Stufen der Luftqualität repräsentieren. Die Klassenbreite der Luftgüteklassen richtet sich nach der Größe der Fehlerstreuung und wird über die mittlere Standartabweichung berechnet. Für weitere Einzelheiten siehe VDI 3799 (1995). Die kartografische Auswertung und Darstellung erfolgte mit dem Geografischem Informationssystem SICAD Spatial Desktop V2.4 der Firma Siemens-Nixdorf.

#### 4. Ergebnisse

In allen Quadranten ist im Zeitraum von drei Jahren ein Anstieg der Luftgütwerte zu verzeichnen. Während 1996 die LGWs noch in einem Bereich zwischen 10 bis 20 lagen, liegen sie 1999 schon zwischen 13 und 32.

Durch die Inhomogenität des Untersuchungsraumes und der einzelnen Quadranten kommt es zu einer starken Streuung der Werte. Die Klassenbreite ist somit mit einem Wert für 1996 von 8,2 und 1999 von 9,2 relativ weit gefasst, weswegen für 1996 nur zwei und für 1999 nur drei Luftgüteklassen ausgewiesen werden können.

Die Abnahme der lufthygienischen Belastung lässt sich besonders in den ganz südlich und vor allen nördlich gelegenen Teilen des Untersuchungsraumes anhand der Einordnung in die Luftgüteklassen aufzeigen. Während die Gebiete im Beuel-Zentrum 1996 in die Klasse der sehr hoch bis hoch belasteten Gebiete einzustufen sind, liegen sie 1999 nur noch in der Klasse mit hoher bis mäßiger Belastung. Noch deutlicher ist die Verbesserung der Luftgüte in der Siegaue zu beobachten. Hier liegen die Werte der lufthygienischen Belastung 1996 teilweise ebenfalls noch im Bereich der sehr hohen bis hohen Belastung, konnten sich aber bis 1999 um 2 Klassen verbessern, so dass sie jetzt in die Klasse mit mäßiger Belastung eingestuft werden können (siehe Abb. 1 und 2).

Auf den 96 untersuchten Trägerbäumen wurden 25 verschiedene Flechtenarten nachgewie-

sen. Es sind aber gegenüber 1996 nur drei Arten dazu gekommen. Tabelle 1 zeigt die absolute Häufigkeit der Flechtenarten auf den kartierten Bäumen.

Neben der Frequenz wird auch die Toxikoleranz der Arten als Maßstab für die lufthygienische Situation herangezogen. Die Toxikoleranzwerte der Flechtenarten reichen von 1 bis 9. Je niedriger der Wert einer vorhandenen Art, desto empfindlicher ist sie und umso günstiger ist die lufthygienische Situation einzuschätzen (KIRSCHBAUM & WIRTH 1997). Unter den drei hinzugekommenen Arten, nämlich *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea spec.* und *Xanthoria polycarpa*, zeichnet sich die Gattung *Usnea* durch eine relativ niedrige Toxikoleranz aus, die je nach Art bei drei bis vier liegt. Nur die ebenfalls vereinzelt auf den Trägerbäumen vorkommenden *Candelaria concolor* (Toxikoleranz von 4) und *Parmelia caperata* (Toxikoleranz von 3) werden als ebenso empfindlich gegenüber Luftverunreinigungen eingestuft.

#### 5. Diskussion

Die Erhöhung der Luftgütwerte ermittelt nach der VDI-Richtlinie 3799 bei der Wiederholungskartierung zeigt den Erfolg von Luftreinhaltmaßnahmen. Korrelationsversuche mit einzelnen Luftschadstoffen zeigten, dass für die Epiphytenvegetation von Bonn die winterlichen SO<sub>2</sub>-Immissionen von besonderer Bedeutung sind, für andere Schadstoffe konnten aber keine Zusammenhänge nachgewiesen werden (DILG 1998).

Es ist deutlich zu erkennen, dass für Flechten im Norden des Untersuchungsgebiets bessere Lebensbedingungen vorherrschen. Dafür ist aber nicht allein die Immissionsbelastung der ausschlaggebende Faktor, sondern es spielen auch mikroklimatische Faktoren und vielleicht auch Stickstoffeinträge eine entscheidende Rolle.

Hinsichtlich des Mikroklimas kann man davon ausgehen, dass es innerhalb der letzten drei Jahre keine Veränderung gegeben hat. Sein Einfluss trat auch schon bei der Kartierung 1996 deutlich hervor. Für Flechten ist besonders eine relativ hohe Luftfeuchte, wie bspw. in der Siegaue, von essentieller Bedeutung für die Stoffwechselaktivität und somit für Wachstum und Verbreitung. Da von der Peripherie bis ins Zentrum von Städten die Luftfeuchtigkeit kontinuierlich abnimmt, sind Frischluftschneisen

Tabelle 1. Absolute Häufigkeit der Flechtenarten auf den kartierten Trägerbäumen

Flechtenart	Häufigkeit absolut (1996)	Häufigkeit absolut (1999)
<i>Physcia tenella</i>	75	83
<i>Parmelia sulcata</i>	44	47
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	37	48
<i>Amandinea punctata</i>	32	51
<i>Hypogymnia physodes</i>	19	22
<i>Lecanora expallens</i>	18	21
<i>Lecanora conizaeoides</i>	17	15
<i>Physcia adscendens</i>	11	18
<i>Xanthoria parietina</i>	10	16
<i>Parmelia glabratula</i>	9	20
Candellariella-Gruppe	5	4
<i>Evernia prunastri</i>	5	7
<i>Lepraria incana</i>	5	11
<i>Xanthoria candelaria</i>	5	15
<i>Parmelia subrudecta</i>	3	3
<i>Candelaria concolor</i>	1	6
<i>Cladonia coniocraea</i>	1	3
<i>Lecanora hagenii</i> -Gruppe	1	2
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1	1
<i>Parmelia caperata</i>	1	3
<i>Parmelia saxatilis</i>	1	1
<i>Physconia grisea</i>	1	1
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	-	2
<i>Usnea spec.</i>	-	1
<i>Xanthoria polycarpa</i>	-	3

von hohem Wert. So ist vielleicht die ermittelte bessere Luftqualität in den nahe am Rhein und am Ennert gelegenen Gebieten zu erklären.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der das Wachstum der Flechten beeinflussen könnte, sind die erhöhten Stickstoffeinträge in die Atmosphäre.

Es stellt sich die Frage, inwieweit das vermehrte Wachstum der Epiphyten wirklich nur auf die verbesserte Luftqualität zurückführen ist oder doch auch die vermehrte Luftdüngung eine entscheidende Rolle spielt. Der Anstieg der errechneten Luftgüte basiert zu einem großen Teil auf einer starken Zunahme der Abundanz einzelner Arten und weniger auch auf einer allgemeinen Artenzunahme.

Die am stärksten vertretenen Arten im Untersuchungsgebiet *Physcia tenella* und *Phaeophyscia orbicularis* zeichnen sich nicht nur durch eine hohe Toxizität, sondern ebenso durch Nitrophilie aus. Die Summe der Frequenz dieser beiden Arten erreicht alleine schon die

Hälfte der ermittelten Gesamtfrequenz. Hier liegt ein Nachteil der Luftgütebestimmung nach VDI. Weder die Nitrophilie noch die Toxizität der Arten haben Einfluss auf die Bewertung, da die Berechnung der Luftgütwerte nur nach Artenzahl und Frequenz der Arten erfolgt. Bei einem einfachen Vergleich der mittleren Toxizitätswerte kann die Verbesserung der Luftqualität nicht bestätigt werden.

In den letzten Jahren wurde auch für Algen und Moose eine Veränderung im Arteninventar festgestellt. Die Zusammensetzung der Epiphyten ist heute eine andere als vor den Zeiten starker Luftverschmutzung und durch nitrophile Arten geprägt (FRAHM 1999).

Die Veränderung der Flechtenflora wird von mehreren Faktoren beeinflusst und es ist schwierig in dem Wirkungsgefüge den ausschlaggebenden Faktor zu erkennen. Zu der Frage, ob durch Düngungseffekte Einflüsse auf

die Kryptogamenvegetation erfolgen, werden noch nähere durch das Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft finanziell geförderte Untersuchungen durchgeführt.

### Danksagung

Ich danke Prof. Dr. JAN-PETER FRAHM für die Anregung und Idee zu dieser Untersuchung und ISABELLE FRANZEN sowie Dipl. Biologin DOROTHEE KILLMANN, die mir bei der Durchführung der Arbeit behilflich waren. Die Firma Siemens-Nixdorf stellte das Computerprogramm SICAD Spatial Desktop V 2.4 zu Verfügung.

### Literatur

- DILG, C. (1998): Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität im Stadtgebiet von Bonn. – *Limprichtia* **11**, 1-94
- FRAHM, J.-P. (1999): Epiphytische Massenvorkommen der fädigen Grünalge *Klebsormidium crenulatum* (KLÜTZING) LOKHORST im Rheinland. – *Decheniana* (Bonn) **152**: 117-119
- KILLMANN, D. (1996): Flechtenkartierung im rechtsrheinischen Stadtgebiet von Bonn. Abschlussbericht Laborpraktikum. – Bonn, 32 S (unveröffentlicht)
- KIRSCHBAUM, U., Wirth, V. (1997): Flechten erkennen, Luftgüte bestimmen. 2. Aufl. - Stuttgart ( Verlag Eugen Ulmer), 128 S.
- RABE, R. (1990): Bioindikation von Luftverunreinigungen, in: Kreeb, K. H.: Methoden zur Pflanzenökologie und Bioindikation – Stuttgart (Gustav Fischer Verlag), S. 275-289
- VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI) (Hrsg.) (1995): VDI-Richtlinie 3799, Blatt 1: Messen von Immissionswirkungen, Ermittlung und Beurteilung phytotoxischer Wirkungen von Immissionen mit Flechten. Flechtenkartierung zur Ermittlung des Luftgütwertes (LGW). – Düsseldorf (Beuth), 24 S.

Anschrift der Autorin:

MELANIE ROHLFS, Westfeldgasse 18-20,  
D-51143 Köln

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [153](#)

Autor(en)/Author(s): Rohlf's Melanie

Artikel/Article: [Flechtenkartierung belegt Verbesserung der Luftqualität im Bonner-Raum 103-108](#)