

Orientierende Untersuchungen zur Wirkung der Staubimprägnierung von Borken auf epiphytische Flechten

JAN-PETER FRAHM & DAVID ERLER

Zusammenfassung: FRAHM, J.-P., ERLER, D. 2009. Orientierende Untersuchungen zur Wirkung der Staubimprägnierung von Borken auf epiphytische Flechten – *Archive for Lichenology* 04: 1-5. Staubimprägnierung wird als wesentlicher Faktor für die Beeinflussung des Borkensubstrates von epiphytischen Flechten erachtet, da er das Nährstoffangebot und den pH-Wertes der Baumoberfläche beeinflusst. Es gibt jedoch bislang keine Untersuchungen und Daten über Art und Weise dieser Wirkung. Daher wurden im Stadtgebiet von Bonn die Leitfähigkeit (als Referenz für die Staubmenge) und der pH-Wert von Borken in verschiedenen verkehrsbeflügelten Gebieten gemessen. Es zeigte sich, dass die Staubmenge verkehrabhängig ist und der pH-Wert bei steigendem Staubeinfluss sinkt. Da der Staub bei Regenfällen jedoch immer wieder abgespült wird, wird der Staubeinfluss auf das Substrat insgesamt für gering erachtet. Hingegen wird der osmotische Effekt von löslichen Stäuben für wichtig gehalten.

Abstract: FRAHM, J.-P., ERLER, D.. 2009. Preliminary studies on the effect of dust impregnation of bark on epiphytic lichens. – *Archive for Lichenology* 04: 1-5.

Dust impregnation of bark is regarded as important factor for the ecological conditions of epiphytic lichens, since it is influencing the nutrient supply for the lichens and the pH of the substrate. There exist, however, no data on this effect. Therefore measurements of conductivity (as a reference for the amount of dust) and pH of barks were undertaken in parts of the city of Bonn (Germany), which are differently influenced by traffic. The results show that the amount of dust is correlated with the amount of traffic and that the pH decreases with increased amount of dust, which corroborates the hypothesis that dust impregnation raises the pH of bark. The dust is, however, only accumulated during dry seasons but washed out by rain, which lowers the importance of this factor. Its osmotic effects on lichens is discussed.

Key words: epiphytic lichens, bark pH, dust impregnation.

Einleitung

Die Borke ist neben den atmosphärischen Einflüssen der zweitwichtigste Standortfaktor für epiphytische Flechten. Struktur und Chemismus beeinflussen mit die Auswahl der Flechtenarten. Hinzu kommt die bisher übersehene allelopathische Wirkung von Borkenphenolen (KOOPMANN ET AL. 2007).

Der Chemismus von Borken wird durch Staubimprägnierung beeinflusst, die einen Einfluss auf deren pH-Wert und das Nährstoffangebot der darauf wachsenden Epiphyten hat. In München wurde versucht, den höheren Anteil nitrophytischer Flechten an stark verkehrsbeflügelten Straßen durch stärkere Staubimprägnierung zu erklären (VORBECK & WINDISCH 2000). Von KIRSCHBAUM & WIRTH (1995) werden die Standortverhältnisse vieler Arten durch staubimprägnierte Borke charakterisiert. Des weiteren wurde behauptet, dass nitrophytische Flechten Basiphyten seien und dass der Anstieg dieser Arten eine Folge der Erhöhung des Borken-pHs sei (VAN HERK 1999, 2001). Staubimprägnierung wird auch als mögliche Ursache für das epiphytische Auftreten von Gesteinsmoosen und –flechten herangezogen. Dies hat jedoch alles den Charakter von Vermutungen, denn offenbar liegen zu dem Thema keine Untersuchungen vor. Um zu testen, ob und wie sehr das Ausmaß der Staubimprägnierung in Städten vom Verkehr

abhängig ist und wie weit es den Borken-pH verändert, wurde im Stadtgebiet von Bonn im Februar 2009 die Staubbelastung an Platanen durch ein „Abklatschverfahren“ ermittelt.

Methoden

Für die Untersuchung wurde ein rundes Filterpapier von 7cm Durchmesser mit destilliertem Wasser durchtränkt und anschließend in einer Höhe von ca. 1.70m – 1.80m, gegen die Borke eines Untersuchungsbaumes gedrückt. Hier nimmt es über die Feuchtigkeit die wasserlöslichen Stoffe auf, welche sich auf der Borke des Untersuchungsbaumes befinden. Danach wurde das Filterpapier in einer definierten Menge (54 ml) destillierten Wassers ausgewaschen. Da sich nun die gelösten Stoffe, welche sich auf der Borke befanden, in Lösung befinden, kann man mit Hilfe eines Leitfähigkeitsmessgerätes Rückschlüsse auf deren Ionen-Konzentration in dieser Lösung ziehen. Diese Methode beruht also auf dem Prinzip, dass gelöste Ionen die Leitungsfähigkeit des Wassers erhöhen und eine erhöhte Leitfähigkeit auf eine erhöhte Staubbelastung besonders von den osmotisch wirksamen und daher für die Wasseraufnahme von Flechten relevanten löslichen Salzen schließen lässt. Als Baumart wurde Platane verwendet, da diese eine glatte Borke besitzen, was die Durchführung und Genauigkeit des Verfahrens erhöht, und ausreichend im Stadtgebiet vorhanden ist. Die Untersuchungen wurden an zwei Tagen im Februar 2009 an 30 Bäumen durchgeführt.

Da die Leitfähigkeitswerte an den beiden Untersuchungstagen sehr unterschiedlich hoch ausfielen, wurden zusätzlich zwei Bäume mehrere Tage hintereinander durch das Abklatschverfahren untersucht, um einen eventuellen Zusammenhang zwischen den Schwankungen der Ergebnisse und klimatischen Bedingungen (relative Luftfeuchte und Temperatur) zu überprüfen.

Des Weiteren wurde die Feinstaubbelastung an unterschiedlichen Höhen am Stamm gemessen.

Ergebnisse

Die Messwerte sind in Tab. 1 im Anhang zusammengestellt. Dabei unterscheiden sich die Mengen löslicher Stäube an den beiden Untersuchungstagen. Die Leitfähigkeit liegt an einem Tag zwischen 7 und 27 μS (Abb. 1) und am anderen Tag zwischen 46 und 74 μS (Abb. 2), was eine Witterungsabhängigkeit belegt. Sie dürften bei weiteren Messungen über das Jahr verteilt noch eine größere Amplitude zeigen.

Die pH-Werte der Staubimprägnierung (nicht der Borke) lagen an beiden Tagen zwischen 4 und 7 und zeigen eine schwache Korrelation zur Leitfähigkeit (= Menge der Stäube). Sie zeigen eine leichte Tendenz der Abnahme des pH-Wertes bei höheren Staubmengen (Abb. 1, 2), was darauf zurückgeführt werden kann, dass Ammoniumnitrat am Staub beteiligt ist, welches sauer reagiert.

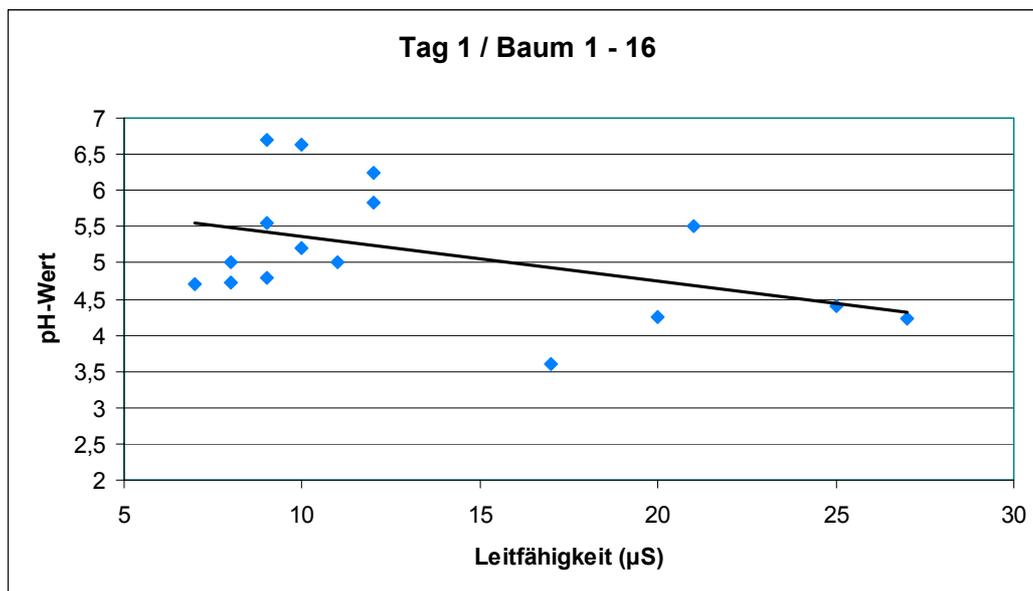


Abb. 1: Korrelation zwischen Leitfähigkeit und pH Wert der im „Abklatschverfahren“ gewonnenen Auszüge von Borkenoberflächen von Platanen in Bonn am 1. Tag.

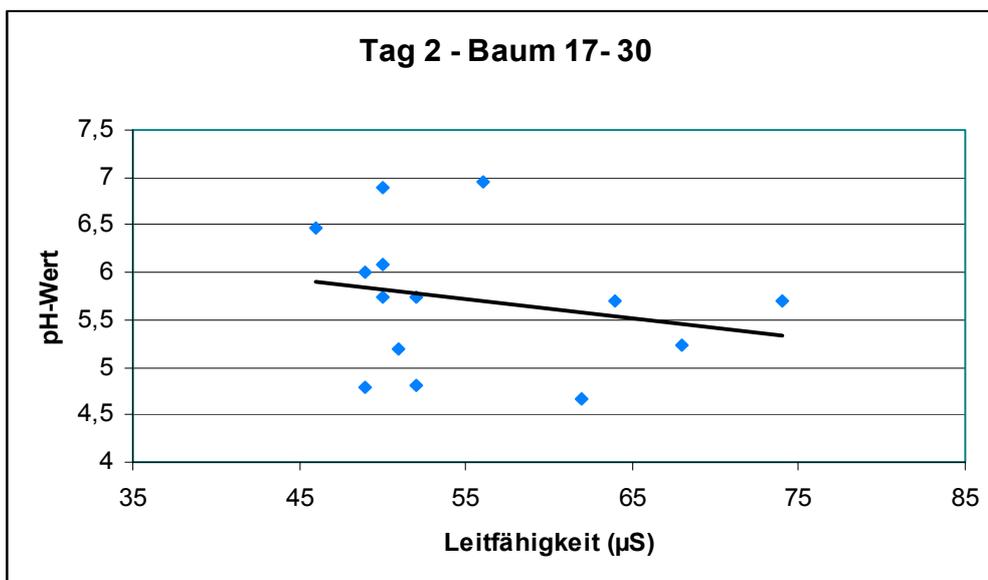


Abb. 2: Korrelation zwischen Leitfähigkeit und pH Wert der im „Abklatschverfahren“ gewonnenen Auszüge von Borkenoberflächen von Platanen in Bonn am 2. Tag.

Ein Vergleich der Messwerte mit der Lage der untersuchten Bäume ergibt einen deutlichen Verkehrsbezug. Dies wird z.B. durch die Abnahme der Leitfähigkeit an den Bäumen 2 bis 4 (Rudolf Stöcker Weg) belegt. Es wurden dabei 3 Messungen getätigt, wobei die erste direkt an der Strasse, die zweite 25 m von der Strasse- und die dritte 60 m von der Strasse entfernt, erfolgte. Hierbei sanken die Leitfähigkeitswerte von 11 bis auf 8 µS, woraus zu schließen ist, dass sich die

Feinstaubbelastung am stärksten unmittelbar an ihrer Quelle niederschlägt und schon nach geringem Abstand von dieser stark abfällt.

Der niedrigste Wert ($7\mu\text{s}$) wurde am Baum 8 (Poppelsdorfer Allee/Schloss Poppelsdorf) gemessen. Obwohl nur ca. 50m von der Meckenheimer Allee entfernt, ergibt sich hier durch die geringere Verbauung und Versiegelung ein Mikroklima, welches direkte Auswirkungen auf die Luftqualität und damit auch auf den Leitfähigkeitswert ausübt.

In der Innenstadt wurde an den Bäumen 10 + 11 (Friedensplatz) $9\mu\text{S}$ ermittelt. Wenn man diesen mit den Werten der Clemens August Strasse bzw. Meckenheimer Allee vergleicht, sind sich diese recht ähnlich (Durchschnittswert der Clemens August Strasse bzw. Meckenheimer Allee = $10.3\mu\text{s}$). Das geringere Verkehrsaufkommen am Standort Friedensplatz könnte hier durch die Innenstadtlage und der damit verbundenen, allgemeinen starken Versiegelung, kompensiert werden.

Der Standort „Bonner Loch“ zeigt den höchsten Wert ($21\mu\text{s}$) der Leitfähigkeit im Gebiet Innenstadt. Dies könnte an der Innenstadtlage, der Nähe zum Bahnhof und der Kessellage dieses Standortes liegen.

Die Bäume entlang der Reuterstrasse (Baum 13 – 16) zeigen alle recht hohe Werte ($20 - 27\mu\text{s}$), was mit der sehr hohen Verkehrsdichte und der häuserschluchtartigen Bebauung zu erklären ist. Interessant ist hierbei der Baum 16 (Heinrich Körner Strasse), welcher nur ca. 60m von der Reuterstrasse entfernt ist und schon einen deutlich niedrigeren Leitfähigkeitswert ($17\mu\text{s}$) aufweist.

Die Leitfähigkeitswerte der Bäume an einer Kreuzung (Baum 9: $12\mu\text{S}$) liegen höher als an den dazwischen liegenden Strecken (Bäume 5-8: $7-10\mu\text{S}$), so dass sich offenbar der ruhende und fließende Verkehr sich hierbei manifestieren. Am zweiten Untersuchungstag wies wiederum ein Baum am Kreuzungsbereich (Baum 17 am „Endenicher Kreisel“) die höchsten Werte auf. Erhöhte Werte zeigen auch Bäume an Großbaustellen sowie Feldern (Baum 22 und 23).

Die Messungen von Leitfähigkeit und pH an zwei Bäumen an drei hintereinander liegenden Tagen (Tab. 2) ergab, dass bei Baum 1 die Leitfähigkeit (=Staubmenge) über die drei Tage stark ansteigt (von $24\mu\text{s}$ auf $87\mu\text{s}$). Da die Leitfähigkeitswerte des Baumes 2 aber einen anderen Verlauf innerhalb der drei Tage zeigen (erst ein Abfallen des Wertes um danach höher zu steigen als der Ausgangswert), kann man daraus keine Tendenz ableiten.

Tabelle 2: Verlauf der Leitfähigkeitswerte und der pH-Werte an zwei Bäumen über drei Tage

Datum	Baum Nr.:	Leitfähigkeit (μs)	pH-Wert
27.02.09	1	24	7,85
	2	59	7,47
28.02.09	1	50	6,09
	2	46	6,47
01.03.09	1	87	7,40
	2	69	7,43

Die höchsten Leitfähigkeitswerte ergaben sich auf einer Stammhöhe von 60-100 cm (Tab. 3). Darüber fallen die Werte wieder ab. Wir haben es offenbar also mit einer vertikalen Zonierung des Staubeinflusses und einer Erhöhung der Werte in Bodennähe zu tun, was jedoch an einer höheren Stickprobenzahl belegt werden müsste.

Tabelle 3: Die Leitfähigkeitswerte in Abhängigkeit von der Höhe der untersuchten Borke

Höhe des Abklatschverfahrens (cm) -Unterkante des Filterpapiers	Leitfähigkeit (μs)
60	70
80	74
100	71
120	69
135	60
150	58
165	61
180	59
240	59

Diskussion

Die Messwerte zeigen eine deutliche Verkehrsabhängigkeit der Wirkung löslicher Stäube in der Stadt. Diese reagieren sauer, was offenbar auf die Säurewirkung von Ammoniumnitrat zurückzuführen ist, welches den größten Teil des löslichen Staubes ausmachen (John & Huhlbusch 2006). Die unterschiedlichen Tageswerte der Staubbelastung werden auf die Witterung zurückgeführt, da Regenfälle den Staubfilm immer wieder auswaschen. Dies relativiert die Rolle der Staubimprägnierung sehr stark, da sie wechselnd ist und keinen dauerhaften Einfluss hat.

Die weite Amplitude der pH-Werte belegt, dass dieser Standortfaktor nicht so sehr von der Borke sondern von den Stäuben auf der Borke beeinflusst wird.

Zu bedenken ist, dass hier über die Leitfähigkeit Salzwirkungen gemessen werden, die einen erheblichen osmotischen Einfluss auf Flechten haben, zumal sich diese Stäube ja nicht nur auf der Borke sondern auch auf der Flechte ablagern. Insofern ist es nicht verwunderlich, wenn in verkehrsbelasteten Gebieten mit großer Staubbelastung nitrophytische Flechten wie *Phaeophyscia orbicularis* oder *Physcia adscendens* dominieren, welche auf Grund höherer osmotischer Werte in der Lage sind, diese höhere Salzbelastung zu tolerieren.

Literatur

- FRAHM, J.-P., THÖNNES, D., HENSEL, S. 2009. Ist der Anstieg nitrophiler Flechten an Bäumen auf eine Erhöhung des Borken-pHs zurückzuführen? *Archive for Lichenology* 1: 1-10.
- JOHN, A., KUHNBUSCH, T. 2006. Diffuse Verkehrsemissionen und feinstaub-Immissionen. VDI-Berichte 1953: 47-57.
- KOOPMANN, R., FRANZEN-REUTER, I., FRAHM, J.-P. 2007. Bark phenols in relation to tree age and site factors: allelopathy on epiphytic lichen and bryophyte vegetation. *Lichenologist* 39: 567-572.
- KIRSCHBAUM, U., WIRTH, V. 1995. Flechten erkennen, Luftgüte bestimmen. Stuttgart (Ulmer), 128 SS.
- VAN HERK, C.M. 1999. Mapping of Ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands, - *Lichenologist* 31 (1): 9-20.
- VAN HERK, C.M. 2001. Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. - *Lichenologist* 33 (5): 419-441.

VORBECK, A., WINDISCH, U. 2002. Flechtenkartierung München. Eignung von Flechten als Bioindikatoren für verkehrsbedingte Immissionen. – Materialien Umwelt & Entwicklung Bayern, 142 S.

Anschrift der Verfasser

Jan-Peter Frahm, David Erler, Nees Institut für Biodiversität der Pflanzen, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Meckenheimer Allee 170, 53115 Bonn, Deutschland. E-mail: frahm@uni-bonn.de

Tabelle 1: Die Untersuchungsstandorte und ihre Auswertung bezüglich der Leitfähigkeit & des pH-Wertes.

Baum Nr.:	Standort	Lage	Verkehrs-dichte	Leitfähigkeit (µs)	pH-Wert
1	Clemens August Strasse/Nachtigallenweg	Häuserschlucht	hoch	12	5.84
2	Clemens August Strasse/ Rudolf Stocker Weg	Poppelsdorfer Platz	hoch	11	5.00
3	Rudolf Stöcker Weg (ca. 25 m hinein)	Wohnviertel/ Poppelsdorfer Platz	gering	10	6.64
4	Rudolf Stöcker Weg (ca. 60 m hinein)	Wohnviertel/ Poppelsdorfer Platz	gering	8	5.0
5	Clemens August Strasse/ Burggartenstrasse	Poppelsdorfer Platz	hoch	9	6,7
6	Clemens August Strasse/ Sternburgstrasse	Poppelsdorfer Platz/Kreuzung	hoch	8	4,72
7	Meckenheimer/ Am Botanischen Garten	Häuserschlucht	mäßig	10	5,2
8	Poppelsdorfer Allee/Schloss Poppelsdorf	Allee	mäßig-gering	7	4.7
9	Meckenheimer/ Baumschulentallee	Kreuzung	sehr hoch	12	6.25
10	Friedensplatz	Innenstadt	mäßig	9	5,55
11	Friedensplatz	Innenstadt	mäßig	9	4,8
12	„Bonner Loch“	Kessellage/Nähe Bahnhof	hoch	21	5,5
13	Reuterstrasse/ Brücke-Poppelsdorf	an einem Spielplatz	sehr hoch	25	4.4
14	Reuterstrasse/ Luisenstrasse	Häuserschlucht	sehr hoch	20	4.26

15	Reuterstrasse/ Kirschallee	Häuserschlucht	sehr hoch	27	4,24
16	Heinrich Körner Strasse/ ca.60m von Reuterstrasse	Wohnviertel	mäßig	17	3,6
17	Endenicher Kreisel	Kreisverkehr/ offenes Gelände	sehr hoch	62	4,67
18	Koblenzer Tor/ Adenauerallee	Parkgelände/Haupt- verkehrsstrasse	sehr hoch	52	4,8
19	Adenauerallee/Am Hofgarten	Parkgelände/Haupt- verkehrsstrasse	sehr hoch	49	4,78
20	Adenauerallee/Am Hofgarten	Parkgelände/Haupt- verkehrsstrasse	sehr hoch	49	6,0
21	Nassestrasse	Wohnviertel/Nähe Eisenbahngleise	mäßig	51	5,2
22	Gerhard von Are Strasse	Innenstadt	mäßig	68	5,24
23	Katzenburgweg		gering	64	5,7
24	Mensaparkplatz	kleine Felder/ Großbaustelle!	mäßig	74	5,7
25	Wiesenweg	Wohngebiet an Autobahn	mäßig	50	5,74
26	Wiesenweg/ Schubertstrasse	Wohngebiet an Autobahn	mäßig	52	5,75
27	Hinsenkauptstrasse/ Harleßstrasse	Wohngebiet	gering	50	6,90
28	Burbacher Strasse/ August-Bier-Strasse	Wohngebiet/ Kreuzungslage	mäßig	56	6,96
29	Kekulestrasse	Wohngebiet	mäßig	50	6,09
30	Kekulestrasse	Wohngebiet	mäßig	46	6,47