

## Gibt es heute mehr epiphytische Moose als je zuvor?

Jan-Peter Frahm

**Zusammenfassung:** Die rapide Arten- als auch Mengenzunahme der Moosepiphyten in den letzten Jahren gerade in Städten stimulierte einen Vergleich der Häufigkeit der Arten früher (19. und 20. Jahrhundert) und den letzten 10 Jahren. Es zeigte sich, dass – hauptsächlich bezogen auf das Rheinland bzw. Nordrhein-Westfalen in letzter Zeit mehr Nachweise gemacht wurden als in den 150 Jahren zuvor. Grund ist wahrscheinlich, dass die SO<sub>2</sub>-Belastungen heute so niedrig sind wie zuletzt um 1850.

**Abstract:** The rapid increase of epiphytic mosses during the past years especially in cities stimulated a comparison of the frequency of species in the past (19. und 20. century) and the past ten years. It revealed – mainly with concern to Northrhine-Westphalia – that there are more records of epiphytic species during the past 10 years as during the 150 years before. The reason is presumably that the SO<sub>2</sub> emissions are at present as low as in 1850.

Als nach der Einleitung gesetzlicher Maßnahmen in den neunziger Jahren die Schwefeldioxidkonzentrationen sanken, leitete dies die „Rückkehr der Epiphyten“ ein. Das begann in den Städten als auch zuvor belasteten Gebieten wie dem Niederrhein mit dem Auftreten von *Orthotrichum affine* und später *Ulota bruchii*, *Pylaisia polyantha* und *Platygyrium repens* zu Lebermoosen wie *Frullania dilatata* und *Radula complanata*. Irgendwie dachte man nicht daran, wie weit das führen sollte, hatten doch auch die älteren Bryologen keine Vorstellung mehr von den Verhältnissen vor der Luftverschmutzung in den Sechziger bis Achtziger Jahren. Inzwischen hat aber die Zunahme der epiphytischen Moose dramatische Ausmaße angenommen, da offenbar die Schwefeldioxidwerte historische Tiefstände erreicht haben (Abb. 1).

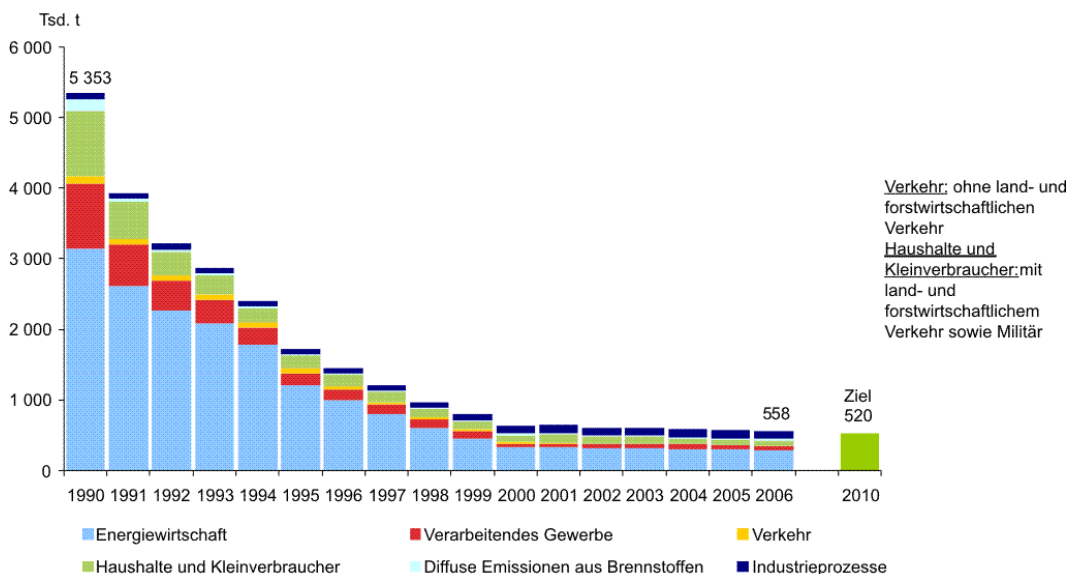
In Bonn wurden seit 1996 in Studentenpraktika Stadtkartierungen durchgeführt. In einer Diplomarbeit (Dilg 1998) wurden 15 Moosarten festgestellt, davon nur drei richtige epiphytische Arten (*Hypnum cupressiforme*, *Dicranoweisia cirrata*, *Orthotrichum diaphanum*). Bemerkenswerterweise wurde bei der Untersuchung ein „steriles *Orthotrichum* gefunden, bei dem es sich um *O. affine* handeln könnte“. Zehn Jahre später gab es dazu *Orthotrichum pumilum*, *O. tenellum*, *O. affine*, *Tortula pagorum*, *T. laevipila*, *T. latifolia*, *Ulota crispa* und *bruchii*, *Radula complanata*, *Frullania dilatata* und *Metzgeria furcata*.

In Düsseldorf waren bei einer Epiphytenkartierung im Jahre 2003 lediglich 22 Moosarten gefunden, von denen allerdings nur wenige richtige Epiphyten waren gefunden worden (Stapper

& Kricke 2004). Es dominierten noch Azidophyten (*Dicranoweisia cirrata*, *Dicranum tauricum*, *Dicranum montanum*), obgleich auch schon *Radula complanata* und *Frullania dilatata* auftauchten. On *Orthotrichum*-Arten waren lediglich *O. diaphanum* affine und *lyellii* vorhanden. Fünf Jahre später treten plötzlich zusätzlich *Orthotrichum pulchellum*, *O. striatum*, *O. tenellum*, *O. pumilum*, *O. speciosum* neben *Cryphaea heteromalla* und *Tortula laevipila* auf (Hinweise von Norbert Stapper).

In Freiburg sind 2009 allein auf dem Parkplatz am Uniklinikum die ganze Palette von *Orthotrichum*-Arten (*striatum*, *speciosum*, *affine*, *diaphanum*, *obtusifolium*, *pumilum*...) zu finden, inklusive des seit 100 Jahren verschwundenen *O. rogeri* (Hinweise von Michael Lüth)..

#### Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)-Emissionen nach Quellkategorien



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, <http://www.umweltbundesamt.de/emissionen/publikationen.htm> (01.02.2008)

Abb. 1: Abfall der Schwefeldioxidemissionen in Deutschland seit 1990. Die Werte sind seit 2000 nahezu konstant niedrig. Seit dieser Zeit haben wir einen besonderen Anstieg der anspruchsvollen epiphytischen Moose. Zu bedenken ist, dass die Zunahme der Arten aus verbreitungsbiologischen Gründen mit Verzögerung erfolgt, dann aber exponentiell wie das Massenaufreten von *Orthotrichum striatum* in Düsseldorf zeigt.

Der Anstieg der Epiphyten – auch bei den Flechten – ist nun eine triviale Beobachtung. Die Frage ist, wann gab es diese Arten zuletzt in dieser Menge? Die Antwort ist frappierend: seit mindestens 150 Jahren nicht mehr. Eine stichprobenartige Recherche für Nordrhein-Westfalen basierend auf Düll (1980) sowie Meinunger & Schröder (2007) brachte folgendes zu Tage:

#### *Orthotrichum lyellii*

im Rheinland 5 Funde vor 1900, 18 Funde bis 1950, einer bis 1980

1997 - 2009 18 Funde allein des Autors

nach Meinunger & Schröder allein 2 Dutzend zusätzliche Nachweise am Niederrhein.

#### *O. pumilum*:

In Westfalen nur vor 1900.

Im Rheinland 4 Funde vor 1900, 5 Funde vor 1950, einer nach 1950.  
 Von 1999 bis 2009 schon 14 Funde des Autors.  
 im Meinunger/Schröder ca. 2 Dutzend Funde nur in der Eifel

***O. striatum***: „vom Aussterben bedroht“ (Düll 1980)

In Westfalen nur vor 1900

Im Rheinland: 4 Funde vor 1900, 5 Funde bis 1950

Heute 7 eigene Funde

Nach Meinunger/Schröder ca. 3 Dutzend Funde allein im NRW-Teil des Rheinlandes

Das Verhältnis von alten (<1990) zu neuen Funden (>1990) im Rheinland, also fast 200 zu 20 Jahren, ist 9: 36.

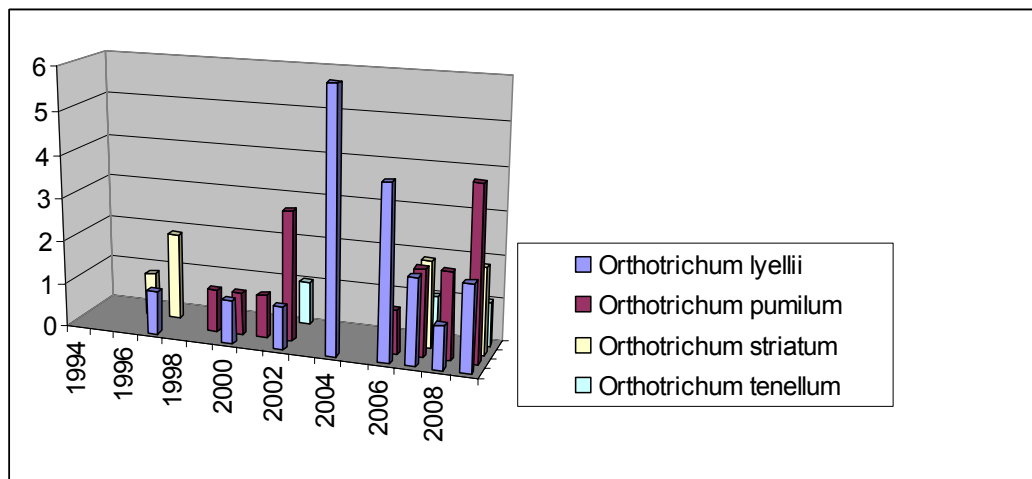
***O. tenellum***

In Westfalen meist nur vor 1900, letzter Fund 1939.

Im Rheinland 4 Nachweise nur vor 1850.

Bei Meinunger/Schröder nur ein zusätzlicher Fund.

Dann im Zeitraum 2003-2009 drei eigene Funde.



**Abb. 2:** Anstieg der Anzahl der eigenen Funde von vier epiphytischen Moosarten in der Umgebung von Bonn 1997-2009.

Die Zahl der eigenen Funde von vier *Orthotrichum*-Arten im Rheinland stieg von einem im Jahr 1996 auf insgesamt 39 im ersten Quartal des Jahres 2009 (Abb. 2). Daraus geht hervor, dass zur Zeit mehr Nachweise von epiphytischen Moosen existieren als in den 150 Jahren zuvor. Man kann natürlich jetzt argumentieren, dass man heute mobiler ist, die alten Bryologen zu Fuß, mit dem Fahrrad oder dem Zug unterwegs waren und wir heute mit dem Auto einen größeren Radius haben. Zunächst ist dieses Argument nicht stichhaltig, mangelnde Mobilität wurde früher durch größere Aktivität ausgeglichen. So ist belegt, dass Geheeb 50 – 100 Exkursionen pro Jahr machte, darunter mehrtägige. Hinweise auf früher geringere Epiphytenzahlen kann man auch den Stadtfloren entnehmen.

Die Zunahme der epiphytischen Moose in den letzten Jahren, im Rheinland besonders aber im letzten Jahr, ist in den Städten zu verzeichnen. In Städten lebten Bryologen. Sie werden – genau

wie heute – auch ein Auge für die Moosflora ihrer direkten Umgebung gehabt haben. Auffälligerweise ergeben sich früher keine Hinweise auf epiphytische Moose in Städten.

In Bonn lebten über 200 Jahre die Bryologen Nees, Dreesen, Brasch und Feld. Ihre Aufsammlungen bis 1945 sind von Feld zusammengestellt und posthum von Laven herausgegeben (Feld 1958). Alle dort zitierten Belege befinden sich im Herbar in Bonn. Es gibt jede Menge Belege (z.B. von dem ausgestorbenen *Zygodon forsteri*) aus der Umgebung Bonns, aber keine aus der Stadt.

In Hamburg lebten über die letzten 140 Jahre die Bryologen Elmendorff, Jaap, Schwenker, Steer und Timm. Aus der Moosflora von Jensen (1952) ist zu entnehmen, dass *Orthotrichum speciosum* vor 1895 nur in den damals ländlichen Vororten (Blankenese, Hamm, Flottbek) gefunden wurde. *Orthotrichum patens* gab es zuletzt zu Hübener's Zeiten (um 1830). Später gab es keine Epiphytenangaben mehr. Solche Beispiele ließen sich beliebig mit anderen Städten anstellen.

Theodor Herzog und Karl Müller lebten in Freiburg. Herzog (1898-1900) gab ein Verzeichnis „von Standorten von Laubmoosen aus dem Florengebiet von Freiburg“ heraus. ohne Hinweis auf Moose in Freiburg.

Städte sind insofern interessante Studienobjekte, da sie früher lokale Emissionen in Form von Hausbrand hatten, bei dem Steinhöle (Koks) oder die besonders schwefelreiche Braunkohle (Briketts) gefeuert wurden

Nun muss man sich die Städte damals so vorstellen, dass in allen Häusern im Winter mit Kohle gefeuert wurde und aus jedem Haus aus unzähligen Schornsteinen Kohlequalm abgegeben wurde. Mangels Strom und Gas hatte man zuvor auch im Sommer auf Kohleöfen gekocht. Luftverschmutzung ist speziell ein Problem der Steinkohlenfeuerung. Holz ist ein schwefelarmer Brennstoff. In den Vogesen heizen die Bewohner seit jeher mit Holz. Im Winter liegen bei Inversionswetterlagen die Dörfer in den Tälern unter Rauchglocken, was die Epiphyten nicht schädigt. Ein Luftverschmutzungsproblem gab es schon in London im 16. Jahrhundert, da Elisabeth I. schon damals verbot, an den Tagen mit Kohle zu feuern, an denen das Parlament tagte (Kob 1997). Später im 19. Jahrhundert gab es mehrere Smogperioden in London, bei denen jeweils mehr als 1000 Bewohner starben.

Bereits seit dem 19. Jahrhundert liegen Arbeiten über die Auswirkungen von Rauchschäden vor (Schoeder & Reuss 1883, Hartig 1900, Cohen & Ruston 1925, Bamberger & Nussbaum 1928).

Es ist also kein Wunder, wenn aus früheren Zeiten keine Angaben von epiphytischen Moosen aus Städten vorlagen. Den Sauren Regen hat es schon lange gegeben, bevor überhaupt die Bezeichnung aufkam. Er setzte ab 1850 ein mit dem Beginn der Verwendung schwefelhaltiger fossiler Brennstoffe, damals zunächst Steinkohle. Fünfzig Jahre später waren dann schon Arten wie *Orthotrichum rogeri*, *Ulotia macrospora* u.a. völlig verschwunden, auf großen Strecken auch *Antitrichia curtispindula* (zumindestens epiphytisch), dann die meisten der heute wieder vorhandenen *Orthotrichum*-Arten aus Gebieten wie Westfalen.

Die Antwort auf die Frage, wann gab es die heutigen epiphytischen Arten in den Städten zuletzt? ist also: jedenfalls in den letzten 150 Jahren gar nicht. Die Verhältnisse, um es mal vorsichtig auszudrücken, müssen heute also für Epiphyten geeigneter sein, als damals. Und mit einiger Vorsicht kann man ableiten, die Luft ist heute so gut wie seit 150 Jahren nicht mehr.

Da die Epiphytenarmut in der Regel auf die  $\text{SO}_2$ -Belastung zurückgeführt und damit korreliert wird, lässt sich diese Aussage mit einer Kurve der  $\text{SO}_2$ -Belastung von 1850 bis 2000 belegen (Abb. 4). Danach liegen die  $\text{SO}_2$ -Werte in Westeuropa heute unter denen von 1880 in Europa. Die Luftverschmutzung ist – was  $\text{SO}_2$  betrifft – heute geringer als in den 150 Jahren zuvor, was sich – für Biologen verständlich – in der Zunahme der Epiphyten ausdrückt, die heute besonders in Städten so reich sind, wie nie zuvor dokumentiert.

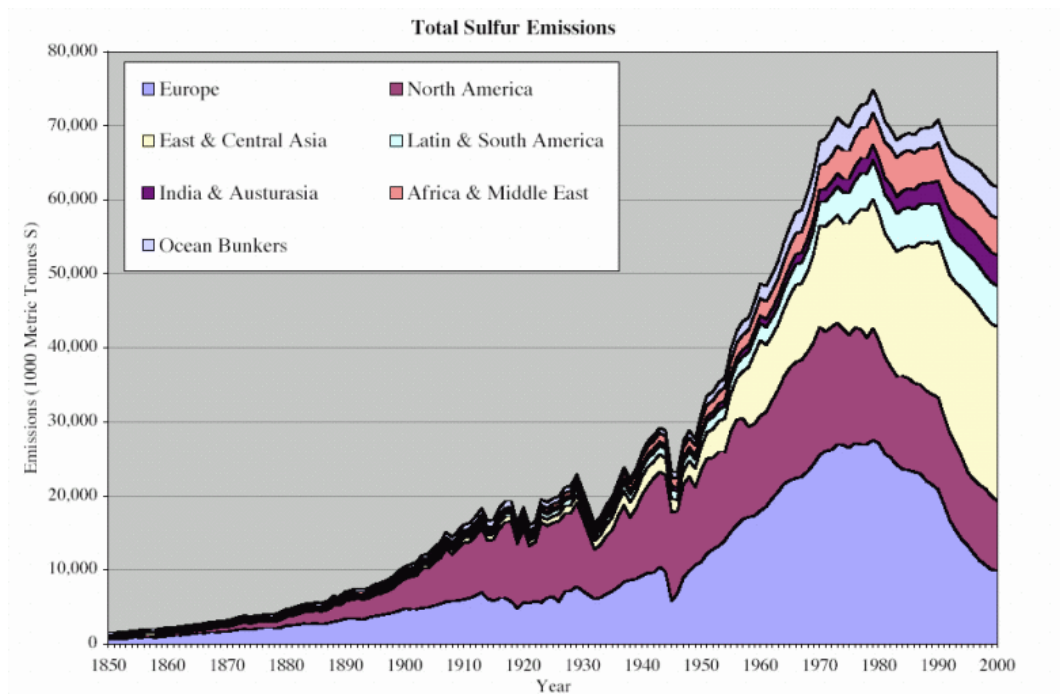


Abb. 3: Anstieg der Schwefeldioxidmengen weltweit 1850- 2000. Angaben in Megatonnen. Quelle [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3\\_Saurer\\_Regen/-\\_Was\\_ist\\_das\\_420.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3_Saurer_Regen/-_Was_ist_das_420.html).

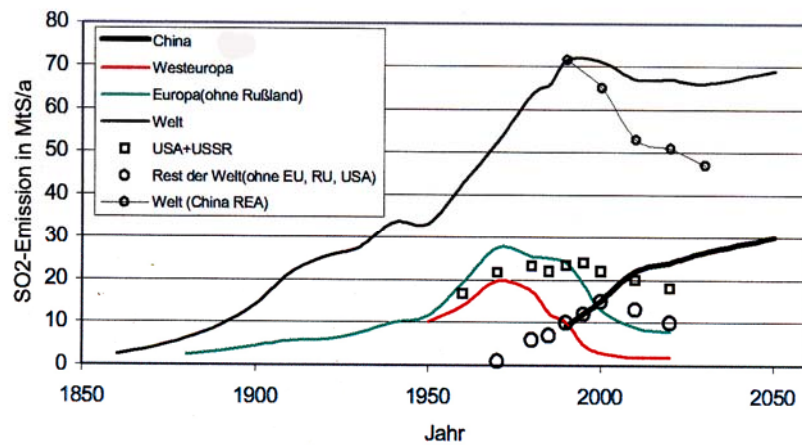


Abb. 4: Weltweite SO<sub>2</sub>-Belastung seit 1850 nach Möller (2000).

Ich danke Isabelle Franzen-Reuter für Literaturhinweise, Michael Lüth für Hinweise zu Epiphyten in Freiburg, Norbert Stapper für Exkursionen in Düsseldorf.

**Literatur:**

- Bamberger, M. und Nussbaum, J.: 1928. Luftuntersuchungen zur Feststellung von Rauchschäden. Ztschr. angew. Chemie 41.
- Cohen, J. B., Ruston, A. G. 1925. Smoke: A Study of Town Air. Edward Arnold and Co, London.
- Dilg, C. 1998. Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren der Luftqualität im Stadtgebiet von Bonn. Limprichtia 11.
- Düll, R. 1980. Die Moose (Bryophyta) des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen, Bundesrepublik Deutschland. Decheniana Beih. 24, 365 S.
- Feld, J. 1958. Moosflora der Rheinprovinz. Decheniana Beh. 6 94 S.
- Hartig, R.: 1900. Über die Einwirkung des Hütten- und Steinkohlerauches auf die Gesundheit der Nadelbäume. Forstl. naturw. Ztschr. 1906, 5, 245. Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten, Berlin 1900, 320 S.
- Herzog, Th. 1898-1900. Standorte von Laubmoosen aus dem Florengebiet Freiburg. Mitt. Bad. Bot. Verein 148/149: 427-444, 163/164; 105-112, 171/172: 173-180, 173/174: 189-196.
- Koß, V. 1997. Umweltchemie. Eine Einführung für Studium und Praxis. Springer, 288 S.
- Meinunger, L., Schröder, W. 2007. Verbreitungsatlas der Moose Deutschlands. 3 Bde. Regensburg.
- Möller, D., 2000. Luftverschmutzung und ihre Ursachen. [www.luft.tu-cottbus.de/avpdf/moe00c7.pdf](http://www.luft.tu-cottbus.de/avpdf/moe00c7.pdf)
- Schroeder, J., Reuss, C. 1883. Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Paul Parey, Berlin
- Stapper, N.J., Kricke, R. 2004. Epiphytische Moose und Flechten als Bioindikatoren von städtischer Überwärmung, Standorteutrophierung und verkehrsbedingten Emissionen. Limprichtia 24: 187-208.