

FLECHTENKARTIERUNG UND TRANSPLANTATUNTERSUCHUNGEN IM STADTGEBIET VON STUTT GART

B. DJALALI & K. KREEB

Abstract

The vegetation of lichens has been mapped in the area of Stuttgart with the aim to get information about air pollution effects. Additionally transplantations of thalli have been used. It has been found that the city shows severe degradation of species. Normal conditions are only present in the suburbs. Transplantation results did not correspond with zonation of lichens.

Die in Ballungszentren zunehmende Luftverunreinigung macht es notwendig, vor der Einleitung geeigneter Gegenmassnahmen die Schadwirkungen und ihre Ausdehnung festzustellen. In diesem Zusammenhang sind biologische Indikatoren neben chemischen und physikalischen Luftanalysen immer wichtiger geworden, insbesondere rauchgasempfindliche Flechten. Dass Flechten in Ballungsräumen geschädigt werden, ist durch Untersuchungen vieler Autoren bestätigt worden. Im folgenden sollen die Ergebnisse einer Kartierung und von Flechtentransplantationsversuchen im Stadtbezirk von Stuttgart erläutert werden.

Methodik der Flechtenkartierung

Kartiert wurde ausschliesslich der Flechtenbewuchs an Bäumen. Als Substrat wurden Apfel- und Birnbäume benutzt. Im Zentrum der Stadt, und dort wo solche Bäume fehlen, mussten auch Alleebäume in die Untersuchung mit einbezogen werden. Wälder wurden bei der Kartierung nicht berücksichtigt. Es wurden nur senkrecht stehende Bäume mit gegebenem Mindestumfang und damit einer bestimmten Altersgruppe gewählt. Insgesamt versuchten wir die Auswahl so zu treffen, dass die für den Flechtenbewuchs wesentlichen Faktoren so weit wie möglich übereinstimmten. Dies muss als Vorbedingung für alle Aussagen über die Luftverunreinigung gelten.

Das gesamte Stadtgebiet wurde zur Kartierung in 271 Kleinräume, sogenannte Stationen, eingeteilt (Abb. 1). Für jede Station wurden 10 Bäume, welche die oben genannten Kriterien erfüllen, ausgewählt. Die Abschätzung des Deckungsgrades bezog sich nur auf eine Hälfte des Baumstammes, von 30 cm über dem Boden bis in 2 m Höhe. Die Bewertung und die Bezeichnung der Flechtenzonen haben wir folgendermassen festgesetzt: Die Räume deren Bäume keine Flechten, oder nur Krustenflechten aufweisen, bezeichnen wir als flechtenfreie Zone; bei einem Flechtenbewuchs von 0-1 % als im Flechtenbewuchs stark eingeschränkte Zone; bei einem Deckungsgrad von 1-10 % als im Flechtenbewuchs eingeschränkte Zone und bei 10 bis über 50 % als flechtenreiche Zone.

Methodik der Transplantationsversuche

Die Transplantationsversuche in Stuttgart wurden in Anlehnung an die Methode

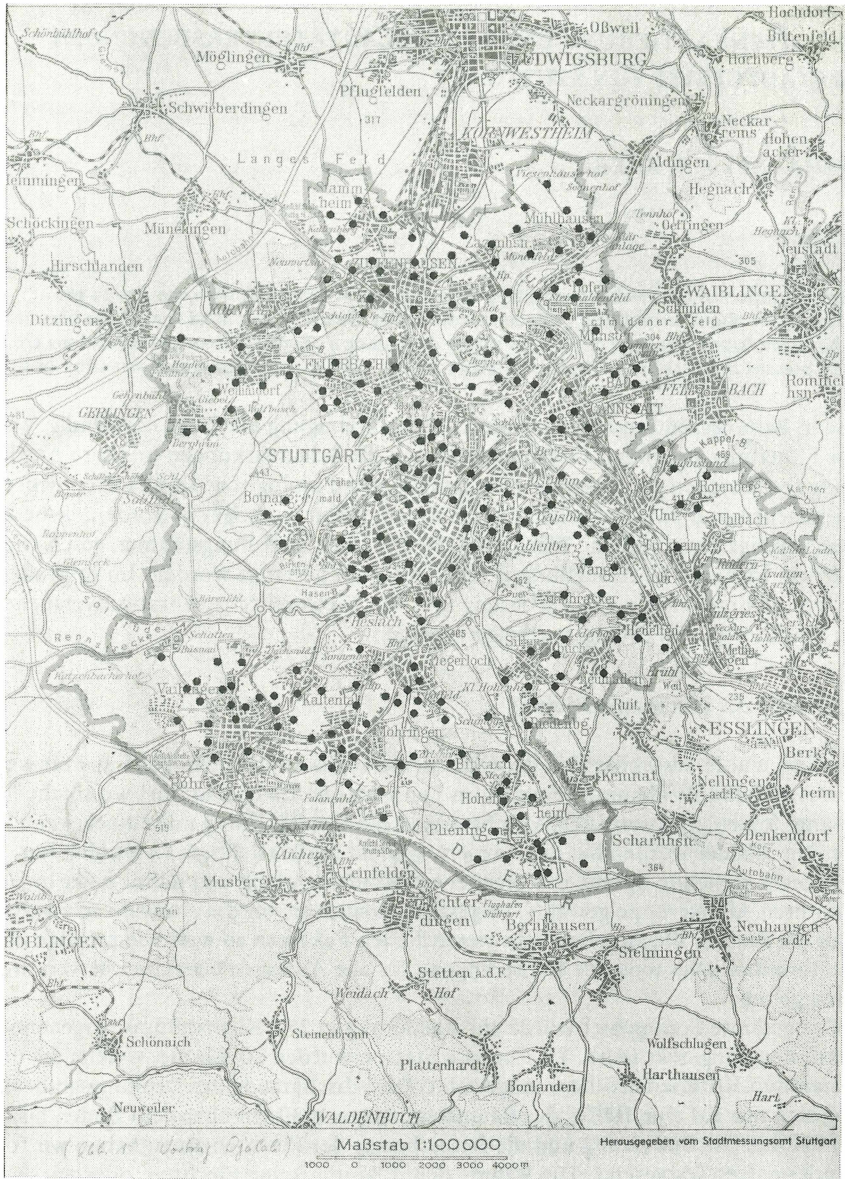


Abb. 1: Kartierungsstationen

von Schönbeck durchgeführt. Wir verwendeten neben *Parmelia physodes* zusätzlich *Parmelia furfuracea* und *Evernia prunastri*. Die Schädigungen lassen sich durch den Grad des Absterbens von Thallusteilen oder ganzen Thalluslappen erkennen. Dies äußert sich durch deutliche Farbveränderungen, die mittels farbfotografischer A...

nahmen festgehalten wurden. Die Absterberate an den einzelnen Standorten wurde nach folgender Skala bonitiert (Tab. 1).

Tabelle 1: Bonitierungsskala

0 = keine Schädigung	4 = 20 - 30 % Schädigung
1 = 1 - 5 % „	5 = 30 - 50 % „
2 = 5 - 10 % „	6 = >50 % „
3 = 10 - 20 % „	

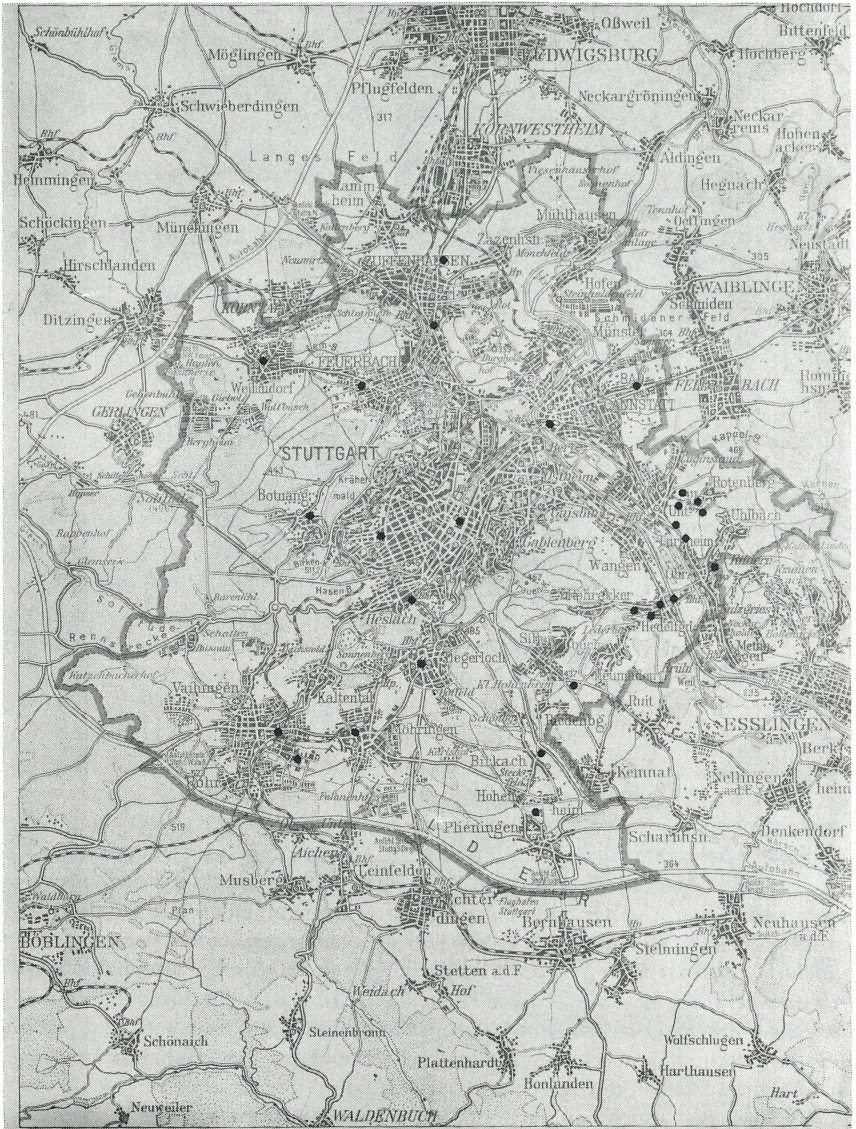


Abb. 2: Standorte der Flechtenexpositionstafeln

Im Untersuchungsgebiet wurden zunächst von Oktober 1971 bis April 1972 15 Stationen mit Transplantaten der zuvor genannten drei Arten besetzt, dann von Mai bis November 1972 eine Wiederholung nur mit *Parmelia physodes* an den gleichen Standorten durchgeführt. Bei einem dritten Versuch, der von Juni bis Dezember 1972 lief, besetzten wir weitere 15 Stationen im gesamten Stadtgebiet mit Flechten-
transplantaten. Die Lage aller Flechtentransplantate ist aus der Abb. 2 zu ersehen.

Ergebnisse

1. Flechtenarten

Folgende Flechten kommen im Stuttgarter Stadtgebiet vor. Bei einigen kümmerlich entwickelten Arten blieb die Bestimmung unsicher (siehe ?).

- A. Krustenflechten: *Candelaria concolor*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora subfusca*, *Lecanora varia*, *Lecidea parasema*, *Lecidea spec.* (?), *Pertusaria discoidea*, *Pertusaria globulifera*, *Phlyctis argena*;
- B. Blattflechten: *Parmelia acetabulum*, *Parmelia andreana*, *Parmelia dubia*, *Parmelia furfuracea*, *Parmelia exasperatula*, *Parmelia physodes*, *Parmelia scorteia*, *Parmelia sulcata*, *Physcia grisea*, *Physcia orbicularis*, *Physcia stellaris*, *Physcia tenella* + *Physcia ascendens*;
- C. Strauchflechten: *Cladonia spec.* (?), *Evernia prunastri*, *Ramalina pollinaria*, *Usnea spec.* (?).

2. Flechtenkartierung

Die kartografische Darstellung des Untersuchungsergebnisses ergab eine deutliche Zonierung des Flechtenbewuchses (Abb. 3). Die flechtenfreie Zone 1 umfasst die gesamte Innenstadt und die östlichen Vororte mit grösseren Industriensiedlungen, einschliesslich der in diesen Orten befindlichen Park- und Grünanlagen. Die bebauten Stadtteile von Feuerbach und Zuffenhausen gehören ebenfalls in diese Zone. Ausser den meist kümmerlich entwickelten Krustenflechten (*Lecanora varia*) konnten in dieser Zone keine rindenbewohnenden Flechten festgestellt werden. Die im Hinblick auf den Flechtenbewuchs noch stark eingeschränkte Zone 2 liegt im direkten Einflussbereich der Innenstadt. Sie umfasst hauptsächlich die Gebiete der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Osten und weist ausserdem eine Verlängerung im Norden auf. Es sind hier nur einige kümmerliche, mit Staub und Russ bedeckte Blattflechten wie *Parmelia sulcata*, *Parmelia physodes*, *Physcia tenella* und *Physcia ascendens* sowie die Krustenflechten *Candelariella xanthostigma*, *Leparia aeruginosa* und *Lecidea parasema* zu erfassen. Zone 3 (im Flechtenbewuchs eingeschränkt) umfasst die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Norden und die Vororte im Nordwesten und Süden. Die bei Zone 2 genannten Arten nehmen hier an Vitalität und Gesamtbedeckung zu, zusätzlich treten hier weitere Arten auf (*Physcia orbicularis*, *Candelaria concolor*, *Parmelia acetabulum*, *Lecanora subfusca*, *Parmelia dubia*, *Parmelia exasperatula*, *Physcia stellaris*, *Physcia grisea*). Zur flechtenreichen Zone 4 gehören die landwirtschaftlich genutzten Flächen im Süden, Südwesten und Südosten. Im Osten beschränkt sie sich auf landwirtschaftlich genutzte Flächen in Botnang. Auch kleinere Flächen des Nordens gehören hierher. Mit zunehmender Entfernung von der Stadt und abnehmender Besiedlungsdichte erreichen die Flechten einen gut ausgebildeten Thallus, ihr anfänglich unregelmässiges Vorkommen wird regel-

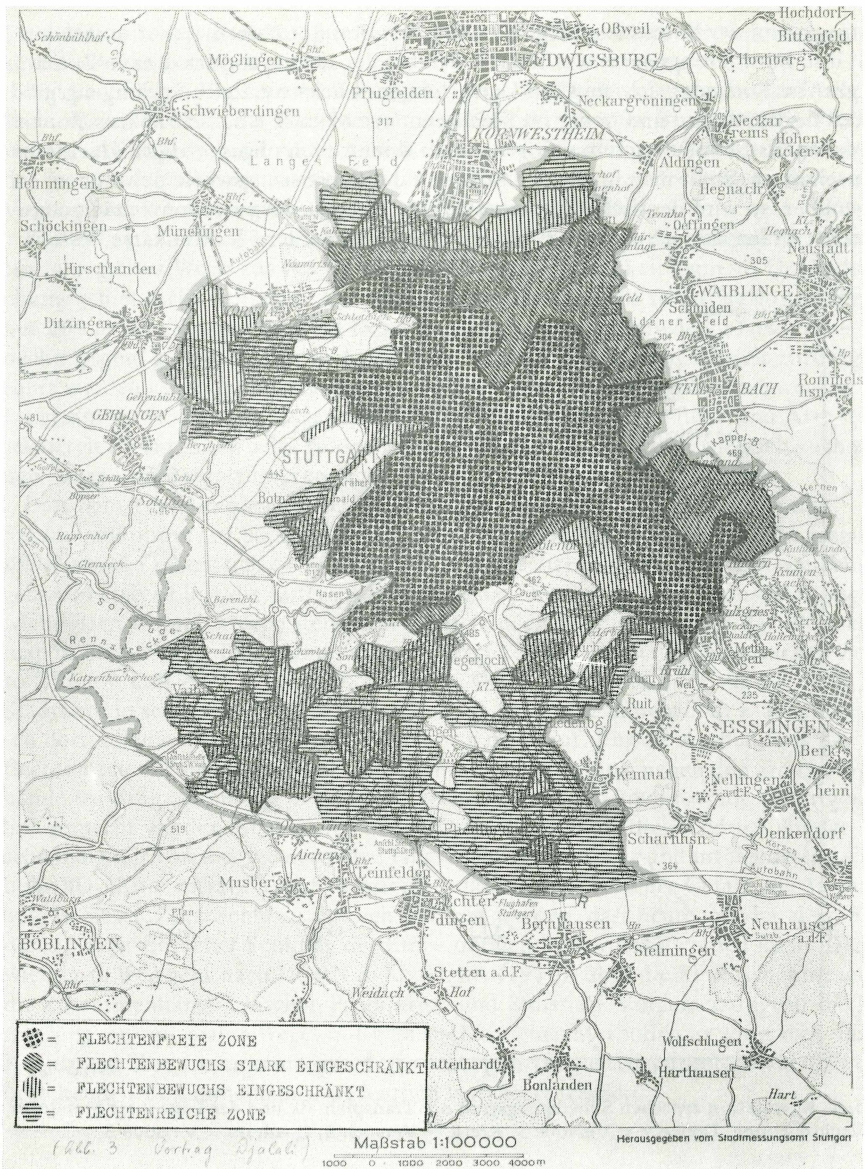


Abb. 3: Flechtenzonierung im Stadtbezirk von Stuttgart. Punktiert = flechtenreiche Zone, schräg schraffiert = Flechtenbewuchs stark eingeschränkt; senkrecht schraffiert = Flechtenbewuchs eingeschränkt; horizontal schraffiert = flechtenreiche Zone.

mässiger und ihr Bedeckungsgrad nimmt zu. Hier kommen auch Strauchflechten wie *Evernia*- und *Ramalina*-Arten vor.

3. Flechtentransplantation

Die Auswahl der Standorte der Expositionstafeln und deren Auswertung wurde un-

abhängig von der Kartierung vorgenommen. Die Standorte der Expositionstafeln und ihre Bonitierungswerte wurden mit den bei der Kartierung erhaltenen Zonen verglichen. So findet sich bei allen Versuchen der höchste erzielte Schädigungsgrad in der flechtenfreien und in der im Flechtenbewuchs stark eingeschränkten Zone. Andererseits befinden sich in den genannten Zonen auch ungeschädigte Flechten-
transplantate. Stellt man in einem Diagramm die Bonitierungswerte den Zonen gegenüber, so wird deutlich, dass keine direkte Korrelation zwischen Schädigungsgrad der Transplantate und der Lage ihrer Standorte in der Flechtenkarte besteht (Abb. 4).

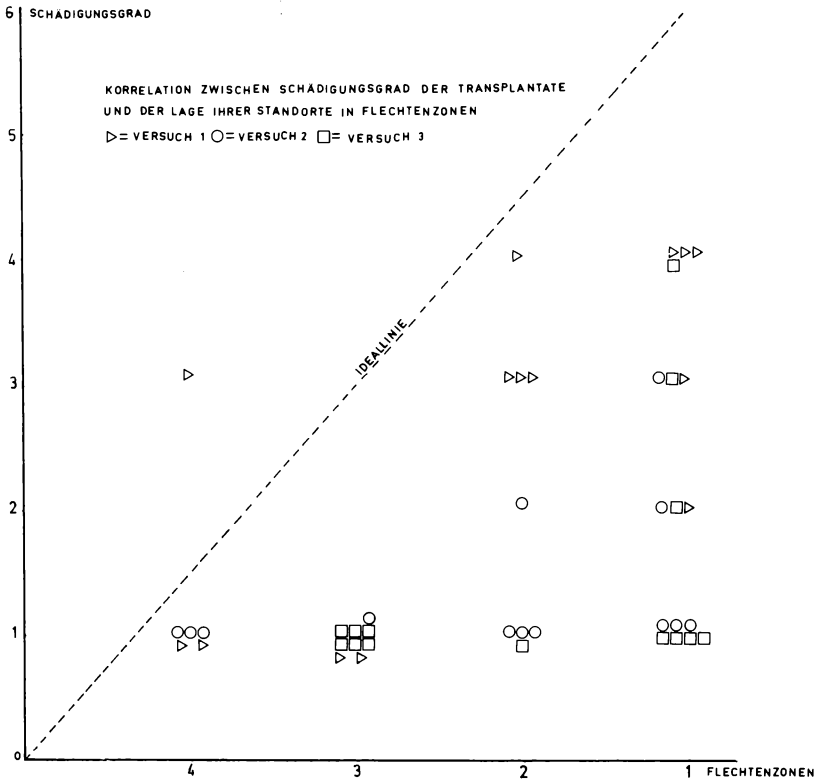


Abb. 4: Korrelation zwischen Schädigungsgrad der Transplantate und der Lage ihrer Standorte in Flechtenzonen. Dreiecke = Versuch 1, Kreise = Versuch 2, Quadrate = Versuch 3

Schlussfolgerungen

Es wurden bisher bei allen Flechtenkartierungen in Städten flechtenarme Zonen festgestellt, die sich über Industriegebiete und bebaute Teile erstrecken und der Grösse der Städte entsprechende Flächen umfassen. Besonders gehemmt durch Städte erscheint das Wachstum der Rindenflechten. Nach VILLWOCK (1962) muss also in allen Städten, unabhängig von ihrer geografischen Lage, ihrem Relief und ihrem Aufbau ein Faktor, oder besser ein Faktorenkomplex auftreten, der die

Flechten in ihrer Entwicklung behindert. Über die Ursache der Flechtenverarmung sind die Ansichten noch geteilt.

Wie aus unseren Ergebnissen hervorgeht, zeigt die Flechtenvegetation im Untersuchungsgebiet deutliche Beziehungen zum Hauptemittenten Stuttgart. Die Flechten, mit Ausnahme von *Lecanora varia*, treten erst in einer gewissen Entfernung von der Stadt auf, je weiter man sich von ihr entfernt nimmt der Deckungsgrad zu, die Vorkommen werden regelmässiger und die Arten zahlreicher.

Es stellt sich die Frage, welche Einflüsse der Stadt es sind, die sich auf die Flechten in negativer Weise auswirken. Die relative Luftfeuchtigkeit kann im Untersuchungsgebiet nicht den überwiegenden Faktor darstellen, da selbst Stationen, die nur 200 m voneinander entfernt liegen, wesentliche Unterschiede im Gesamtdeckungsgrad aufweisen, die nicht auf unterschiedliche Luftfeuchtigkeit zurückgeführt werden können. Sicherlich kann ihr Einfluss nicht völlig geleast werden. Im gesamten Stadtgebiet zeigen nämlich die schrägstehenden Bäume und Äste stets reicheren Flechtenbewuchs. In den flechtengeschädigten Zonen ist jedoch auch auf den Ästen und Baumstümpfen nicht der geringste Bewuchs festzustellen.

Dass dem Temperaturfaktor eine Selektionswirkung auf die Flechten in den Städten zukommt, ist bei der hohen Temperaturresistenz dieser Epiphyten auszuschliessen. So bietet sich als Erklärung für die Flechtenzonierung im Untersuchungsgebiet in erster Linie die Luftverunreinigung an. Die für die Immissionsbelastung wichtigsten Klimafaktoren stellen die herrschenden Windverhältnisse dar. Betrachtet man in den verschiedenen Himmelsrichtungen den Beginn der flechtenreichen Zone, so fällt auf, dass diese Zone im Norden und Osten ganz fehlt, oder nur weit vom Stadtkern in schmalen Streifen vorhanden ist. Selbst die unbebauten Flächen weisen dort keine natürliche Flechtenvegetation mehr auf. Für die Ausdehnung der flechtenfreien Zone in nordöstlicher Richtung müssen also, neben den am Ort vorhandenen Emittenten, die in Stuttgart vorherrschenden Südwestwinde verantwortlich gemacht werden. Schliesslich bedingt eine durchschnittlich niedrige Windgeschwindigkeit von 2m/sec nur einen langsamen Abtransport und infolgedessen eine hohe SO_2 -Konzentration im Stuttgarter Talkessel, der auch der Gefahr der Inversion ausgesetzt ist. Zum Schluss soll noch erwähnt werden, dass heute mit der alten Forderung nach einfacher Senkung der Emission nichts gewonnen werden kann. Der wichtigste Weg geht nach HORN & KNAUER (1970) über die Einflussnahme auf die Zusammenhänge zwischen Produktion und Emission. Voraussetzung für die Ermittlung des optimalen Weges mit wissenschaftlichen Methoden ist aber, dass unsere Kenntnisse über Gesamtemission, Immission und Umweltwirkungen sowie über die bestehenden Zusammenhänge wesentlich verbessert werden.

LITERATUR

- BARKMANN, J.J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen.
BRODO, J.M. (1961): Transplant experiment with corticolous lichens, using a new technique. *Ecology* 24: 838–841.
HAWKSWORTH, D.L. (1971): Lichens as litmus for air pollution: A historical review. *Intern. J. of Environmental Studies*, 1: 281–296.
HORN, K. & A. KNAUER (1970): Luftreinhaltung – Probleme der wissenschaftlich-technischen Revolution. *Wiss.Z.Math.-Nat.R.* 14 (5).

- KIRSCHBAUM, U. (1973): Auswirkungen eines industriell-urbanen Ballungsraumes auf die epiphytische Flechtenvegetation in der Region Untermain. Dissertation, Justus Liebig - Universität Giessen.
- KLEE, R. (1970): Die Wirkung von gas- und staubförmigen Immissionen auf Respiration und Inhaltsstoffe bei *Parmelia physodes*. *Angew. Bot.* 44: 253–261.
- SCHÖNBECK, H. (1969): Eine Methode zur Erfassung der biologischen Wirkung von Luftverunreinigungen durch transplantierte Flechten. *Staub-Reinhaltung der Luft* 29: 14–18.
- SERNANDER, R. (1926): Stockholms natur. Uppsala und Stockholm.
- RYDZAK, J. (1956-1959): The influence of small towns on lichen vegetation. *Ann.M. Curie-Sklod. Sect. C*, 10, I, II, mehrere Teile.
- VILLWOCK, I. (1962): Der Stadteinfluss Hamburgs auf die Verbreitung epiphytischer Flechten. *Abhandl. und Verb. des Naturwiss.Ver. in Hamburg. Neue Folge* 6: 147–166.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. K. KREEB, Dipl. Ing. Agr. B. DJALALI, Abteilung für Ökophysiologie und Vegetationskunde, Universität Hohenheim, 7 Stuttgart 70 (Hohenheim), Schloss 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [3_1974](#)

Autor(en)/Author(s): Djalali B., Kreeb Karl Heinz

Artikel/Article: [Flechtenkartierung und Transplantatuntersuchungen im Stadtgebiet von Stuttgart 413-420](#)