

Pilze auf Blättern - Untersuchungen an

Acer platanoides L. in Berlin - Tegel.

von Martina Kloidt und G. Lysek

1. Einleitung

Blattoberflächen werden von zahlreichen Pflanzen, Tieren und vor allem Mikroorganismen besiedelt. Obwohl diese Bewohner kaum ins Auge fallen, ist ihre Arten- und meist auch Individuenzahl so groß, daß man die Blattflächen heute als eigene ökologische Nische, d.h. als eigenen Lebensraum ansieht (BLAKEMAN, 1981). Unter seinen Bewohnern spielen die Pilze eine besondere Rolle, denn sie besiedeln nicht nur die Blattflächen, sondern sind auch die ersten Destruenten abgestorbener oder abgefallener Blätter (auch Nadelblätter). Außerdem beeinträchtigt eine sehr hohe Besiedlungsdichte, etwa in Form des „Rußtaus“ sogar die Photosynthese. Die Verbreitung dieser Pilze erfolgt durch die Luft, ihre Verbreitungseinheiten bilden einen großen Teil des Aeroplanktons.

Aus diesen Gründen befaßt man sich zunehmend mit den Pilzen der Blattoberflächen, den epiphyllen Pilzen. Hierzu ist es zunächst erforderlich, die vorhandenen Arten zu erfassen und ihre Abhängigkeit von Umweltfaktoren zu erkennen. Die hier beschriebenen Untersuchungen berichten über erste Bearbeitungen in Berlin. *Acer platanoides* L. wurde ausgewählt, da diese Art überall in Berlin vorkommt. In Anlehnung an ein Gutachten der TU Berlin (SUKOPP et al. 1980) ergab sich die Möglichkeit neben einer zahlenmäßigen Erfassung der Pilzarten auch deren Abhängigkeit von der Standortqualität zu berücksichtigen.

Die Blattoberfläche als Lebensraum wird durch folgende Bedingungen charakterisiert (Abb.1): Morphologie: Die eigentliche Oberfläche, die Cuticula ist stark wasserabweisend. Die schon im Lichtmikroskop sichtbaren Cuticularstreifen werden durch Oberflächenwachse gebildet, sie sind artspezifisch (HOLLOWAY, 1971). Bei den bifazialen Blättern unterscheiden sich außerdem die Unterseiten durch engere Cuticularstreifen, vorhandene Spaltöffnungen, stärkere Behaarung und hervortretende Leitbündel (Abb. 3 und 4).

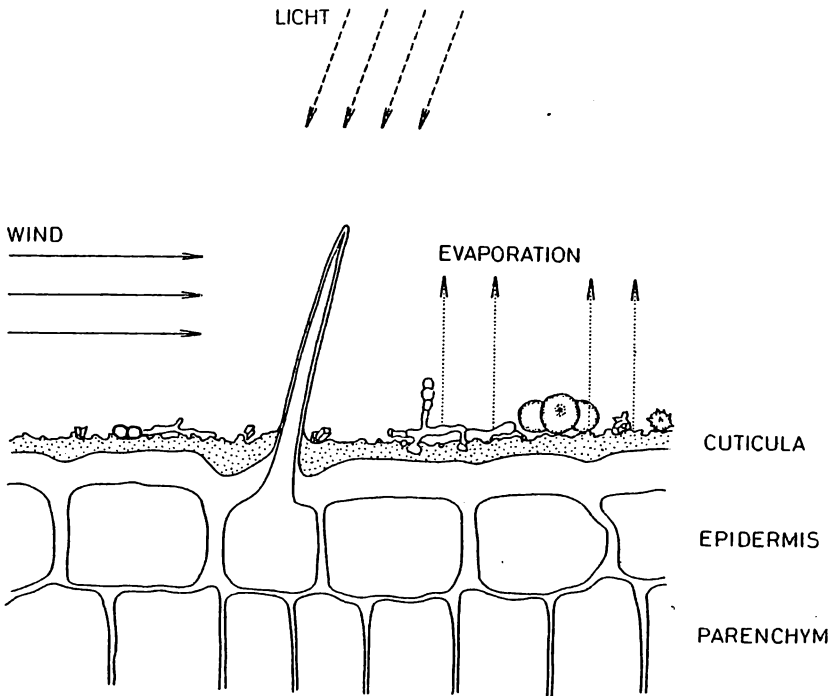


Abb. 1: Schema eines Laubblattquerschnittes mit den darauf einwirkenden physikalisch - chemischen und biotischen Faktoren.

Mikroklima: Das Blatt hat nach BURRAGE (1971 und 1976) ein eigenes Mikroklima innerhalb „a thin layer of air influenced by the leaf surface“. Je nach Blattpartie und Blatt ist diese Grenzschicht unterschiedlich dick, jedoch kaum über 10 mm. Sie ist durch geringe Wärmekapazität und hohe Austauschraten gekennzeichnet. Die Hauptkomponenten dieses Mikroklimas sind eine gesteigerte Einstrahlung, sehr hohe Temperaturamplituden (bis zu 10°C über der herrschenden Lufttemperatur) und eine durch die Transpiration um 15-20 % gesteigerte Luftfeuchtigkeit (SCHNATHORST 1965).

Nahrungsangebot: Nahrung für heterotrophe Mikroorganismen bieten organische Ablagerungen wie Pollen und das zuckerhaltige Exkret der Blattläuse. Außerdem werden bei Blättern mit noch nicht voll ausgebildeter Cuticula oder mit teilweise abgebauter Cuticula Substanzen aus dem Blatt herausgelöst, die den epiphyllen Organismen zur Nahrung dienen („leaching“ nach TUKEY 1971).

Um eine Übersicht der in Berlin vertretenen Arten zu erhalten, wurden vier Standorte in Berlin - Reinickendorf untersucht. Die epiphyllie Pilzflora der dort vorkommenden Spitzahornbäume (*Acer platanoides* L.) wurde analysiert und gleichzeitig in Beziehung zur Luftqualität gesetzt.

2. Material und Methoden

Für die Untersuchung wurden während der Vegetationsperiode 1980 (Mai bis Oktober) einmal monatlich Blätter gesammelt, Segmente mit dem Korkbohrer ausgeschnitten und mit sterilem Wasser kräftig geschüttelt (IRVINE et al. 1978). Das Waschwasser wurde auf Malzextrakt - Agar ausplattiert und bebrütet, die erhaltenen Pilzkolonien wurden isoliert und die Pilze identifiziert.

Zur Interpretation der erhaltenen Werte wurden folgende Unterlagen benutzt: Für die Daten über Temperatur und relative Feuchte ließ sich das Ökol. Gutachten der TU Berlin (SUKOPP et al. 1980) heranziehen; die SO₂ - Werte stammen aus den Veröffentlichungen über das Berliner Luftgütemeßnetz (BLUME).

Hefen/hefeähnliche Pilze	4 Arten
Zygomycetes	2 Arten
Basidiomycetes	1 Art
Deuteromycetes	38 Arten
Moniliales	17 Arten
Sphaeropsidales	21 Arten
Mycelia sterilia	5 Arten
Gesamt	50 Arten

Tabelle 1: Übersicht über die erhaltenen Arten
nach ihren Systematischen Gruppen

3. Ergebnisse

3.1. Die Artenzusammensetzung

Eine Übersicht über Zahl und systematische Stellung der aufgefundenen Pilze gibt Tab. 1. *Aureobasidium pullulans*, eine schwarze Hefe, kam als häufigste Art an allen Standorten zu jeder Zeit vor. *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Epicoccum nigrum* und vor allem *Cladosporium herbarum* sind die häufigsten Fadenpilze. Dies entspricht IRVINE et al. (1978) und zeigt, daß die in Berlin gewonnenen Ergebnisse repräsentativ sind.

Bei den Fadenpilzen handelt es sich durchweg um imperfekte Stadien. Ein typisches Schnallenmycel ließ sich einmal beobachten. Auffällig ist der hohe Anteil an sphaeropsidalen Pilzen, die saprophytische oder parasitische Kosmopoliten sind. Die Zusammensetzung der epiphyllen Pilzflora ist durch den Sporengehalt der Luft bestimmt, da keine kontrollierte Ablagerung erfolgt. Trotzdem konnte FORSTER (1977) eine positive Korrelation zwischen abgelagerter Spore und der Struktur der Blattoberfläche entdecken. Danach werden bevorzugt sehr kleine oder stark skulptierte Sporen in den Oberflächenstrukturen der Blätter „festgehalten“. Gerade die häufigsten Arten *Alternaria*, *Epicoccum* und *Cladosporium* haben zwar sehr große, aber stark strukturierte Sporen. Auffällig hoch ist der Anteil an pigmentierten Formen. Nach DIEM (1971) stellen die Farbstoffe einen Schutz vor der einfallenden Strahlung dar und bieten so einen Selektionsvorteil. Beispiele hierfür sind die „schwarzen Hefen“ der Gattung *Aureobasidium* so wie die oben genannten Vertreter der Fadenpilze. Keine wesentlichen Unterschiede bestehen in der Zusammensetzung der epiphyllen Pilzflora von Laub- und Nadelbäumen oder krautigen Pflanzen (MCBRIDE und HAYES, 1977). Alle Lebensvorgänge wie Keimung der Sporen, Mycelwachstum und Sporenbildung finden auf dem Blatt statt, wie die Abb. 3 bis 6 zeigen.

3.2. Der Jahresgang

Der Jahresgang der Artenzahlen ist in Abb. 2 dargestellt. Auf den ersten Blick ergibt sich ein ständiger Anstieg bis zum Ende der Vegetationsperiode. Er ist ausschließlich auf die Fadenpilze zurückzuführen, denn die Anzahl der Hefearten bleibt fast konstant.

Auffällig ist, daß im Mai noch keine Fadenpilze auftraten. Dies dürfte einerseits an der hohen Trockenheit liegen, die die Ablagerung und Keimung der Sporen begrenzt (Tab. 2); andererseits läßt sich auf einen jahreszeitlich bedingten Mangel an Pilzsporen in der Luft schließen. Der Aufbau der Population verläuft also langsamer als bei den Hefen. Ab Juni herrschen in Bezug auf Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Sporenanfall so günstige Bedingungen, daß sich die Populationen entwickeln (Tab. 2).

Die Individuendichten zeigen ein Maximum im August, es enthält überwiegend *Cladosporium* und ist wohl durch die gesteigerte Luftsporenzahl bedingt. Das zweite Maximum im Oktober ist dagegen durch Nährstoffe aus dem Blatabbau verursacht. An diesem Maximum sind auch andere Arten beteiligt.

3.3. Standortabhängigkeit

Der Verlauf der Populationsentwicklung zusammen mit den lufthygienischen Daten ist in Tab. 2 dargestellt. Standort 1 erweist sich dabei als deutlich trockener, wärmer und stärker mit SO₂ belastet; Standort 4 weist die geringste Belastung auf. Die Werte der übrigen Standorte liegen dazwischen - dies dürfte auch für den SO₂-Gehalt gelten. Standort 1 und 2 zeichnen sich außerdem durch eine exponierte Lage am Rand von Wegen bzw. Straßen aus.

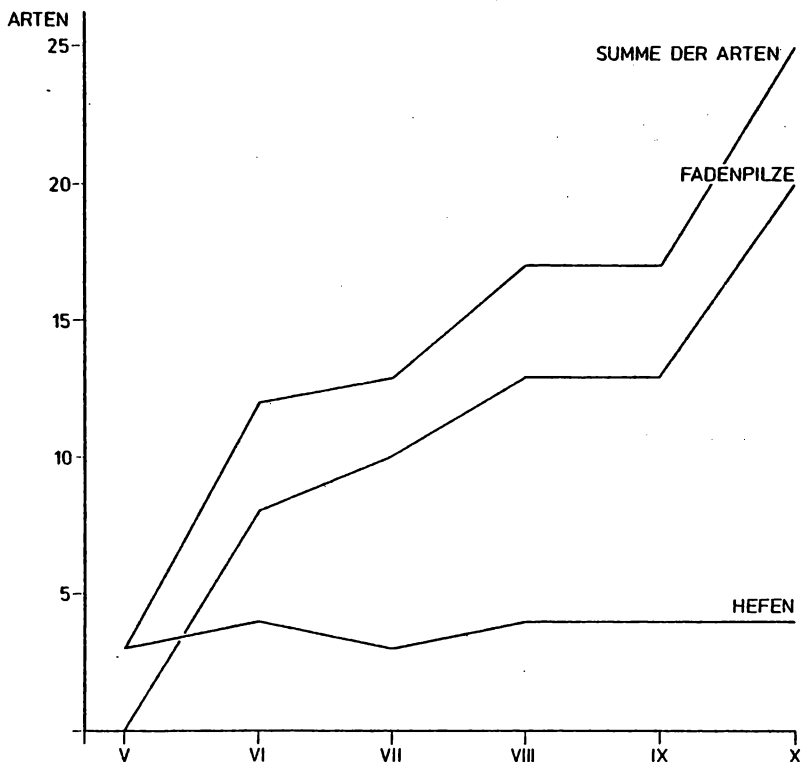
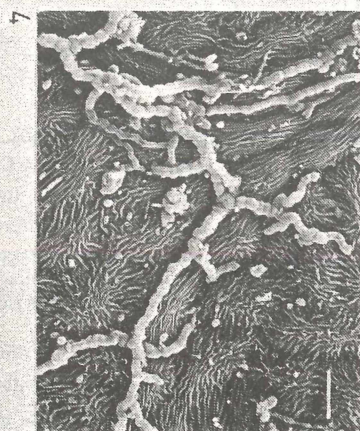
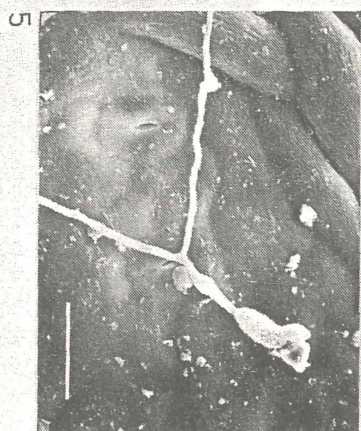


Abb. 2: Entwicklung der Artenzahlen (Aufteilung in Fadenpilze und Hefen) im Verlauf der Vegetationsperiode.

Vergleicht man diese Daten mit der Populationsentwicklung, so fällt zunächst bei Standort 1 und 2 die hohe Dichte gleich zu Beginn der Vegetationsperiode auf. Entsprechend der obigen Angabe, daß zu Beginn der Entwicklung neben der Feuchtigkeit die Sporenablagerung ein begrenzender Faktor ist, läßt sich annehmen, daß durch die exponierte Lage die Ablagerung und damit die Besiedlung begünstigt werden.

Im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode zeigt sich an Standort 1 - wohl aufgrund der ungünstigen Bedingungen - kaum eine Entwicklung. Besonders deutlich wird dies im September, denn nach dem Zusammenbruch der *Cladosporium*-Population im August tritt hier fast keine Erholung ein; während diese an den anderen Standorten deutlich zu erkennen ist. Dabei kommt hinzu, daß an Standort 1



nach dem August *Cladosporium* nicht mehr auftritt, während dieser Pilz an den anderen Standorten noch vorkommt - sich allerdings nur an Standort 2 wieder vermehrt. Dieses auffällige Verhalten von *Cladosporium* als der absolut häufigsten Art der Fadenpilze läßt sich nicht genau begründen.

Es ist jedoch anzunehmen, daß sie ähnlich *Alternaria* und *Botrytis* eine Reduktion der Sporenkeimung in Abhängigkeit von der SO_2 -Konzentration zeigt (siehe COUEY und UOTA, 1961; COUEY, 1965). Dies hieße, daß den im August gebildeten Sporen die Keimung unmöglich gemacht wurde. Denn September und Oktober bieten hier mit den höchsten Feuchten im Zusammenhang mit der höchsten SO_2 -Konzentration den sulfitempfindlichen Sporen sehr ungünstige Bedingungen. Merkwürdigerweise tritt auch an Standort 4 zum September und Oktober hin eine immer stärkere Reduktion der *Cladosporium*-Dichte auf. Fraglich ist, ob die hier relativ geringe SO_2 -Konzentration im Zusammenhang mit der hohen Luftfeuchte schon hemmend auf Keimung und Mycelwachstum wirkt.

4. Zusammenfassung

Während der Untersuchung konnte ein aktives Wachstum von Pilzen auf der Oberfläche von *Acer platanoides*-Blättern nachgewiesen werden.

Neben Hefen (hefeähnlichen Pilzen), die vor allem durch *Aureobasidium pullulans* vertreten waren, kamen die Fadenpilze *Cladosporium herbarum* und weniger häufig *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* und *Epicoccum nigrum* regelmäßig vor.

Die Entwicklung von Artenzahl und Häufigkeit war in erster Linie von der Jahreszeit und den klimatischen Faktoren abhängig.

Bei stärkerer SO_2 -Belastung erfolgt ein Abfall der Individuendichte.

Abb. 3: REM - Aufnahme, Blattunterseite von *Acer platanoides*; Spaltöffnungen, starke Partikelablagerung; vegetative Hyphe mit Appressorien. In Abb. 3 - 6 entspricht der Strich 20 μm .

Abb. 4: REM - Aufnahme, Blattoberseite von *Acer platanoides* mit deutlich sichtbarer Cuticularfaltung (sternförmig über den Laminazellen, längsorientiert über den Blattaderzellen); Mycel + Pseudomycel von *Aureobasidium*, z. T. mit seitlich ausknospenden Sporen (Bildmitte).

Abb. 5: REM - Aufnahme, Blattunterseite mit einzelliger stachliger Spore, die an 2 Stellen auskeimt und eine bereits verzweigte Keimhyphe gebildet hat.

Abb. 6: REM - Aufnahme, unverzweigte, sporenkettenbildende Hyphe (Ausknospen der Spore) oberhalb der Blattaderzellen (Längsorientierung der Cuticularfalten), Blattoberseite; unten rechts sprossende Hefezellen.

Standort 1 Tegel - Borsigwerke Standort 4 Heiligensee

	V	VI	VII	VIII	XI	X	V	VI	VII	VIII	IX	X
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60	60	70	50	70	90	40	40	40	20	40	40
SO ₂ relat. (%)	-----100-----											
Temperatur (°C)	11,9	16,8	17,4	17,1	15,3	10,1	10,9	16,0	15,9	15,1	13,1	8,2
r. Feuchte (% r. F.)	55	65	72	71	74	75	64	76	81	80	83	85
Artenzahl (Hefen)	3 (3)	6 (1)	6 (2)	9 (3)	3 (1)	6 (2)	0	7 (3)	5 (1)	8 (2)	8 (2)	14(4)
abs. Häufigk. Fadenpilze (Kol./cm ²)	—	46,3	27,7	48,5	10,0	14,9	—	18,6	122,7	228,3	29,9	59,4
abs. Häufigk. Cladosporium (Kol./cm ²)	—	19,9	9,2	23,9	—	—	—	2,7	96,2	201,6	12,4	5,7

	Standort 2 Tegeler Fließ					Standort 3 Tegeler Forst						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V	VI	VII	VIII	IX	X
Temperatur (°C)	9,9	15,3	14,3	14,6	12,5	7,9	11,4	16,3	17,0	14,8	13,0	8,4
r. Feuchte (% r. F.)	62	74	79	76	83	81	65	78	83	82	81	79
Artenzahl (Hefen)	1 (1)	5 (4)	6 (1)	5 (2)	9 (4)	11 (4)	1 (1)	7 (4)	6 (3)	10 (4)	9 (1)	16(4)
abs. Häufigk. Fadenpilze (Kol./cm ²)	—	45,9	29,6	113,6	39,9	130,2	—	30,7	46,0	66,9	37,3	76,5
abs. Häufigkeit Cladosporium (Kol./cm ²)	—	45,9	9,9	99,4	24,9	68,9	—	15,3	39,8	49,6	12,4	11,4

Tab. 2: Vergleich der vier Standorte mit den während der Untersuchungsperiode ermittelten biotischen und abiotischen Daten

5. Abstract

The investigations showed that phylloplane fungi on *Acer platanoides* L. grew actively.

Yeasts (and yeast-like fungi) were represented mainly by *Aureobasidium pullulans*. The hyphomycetes *Cladosporium herbarum* and less frequent, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* and *Epicoccum nigrum* were observed with regularity. The up and down of the number of species and isolates depended mainly on seasonal and climatic factors.

Under increased SO₂-concentrations the number of fungi on the leaves declined.

Literaturverzeichnis

- Berliner Luftgütemeßnetz (BLUME) (1980) Hrsg.: Der Senator für Gesundheit und Umweltschutz. Monatsberichte Jan. bis Okt.
- BLAKEMAN, J.P. (1981): Microbial Ecology of the Phylloplane. Academic Press, London, New York, Toronto.
- BURRAGE, S.W. (1971): The microclimate and the leaf surface. In: Ecology of Leaf Surface Micro-organisms. Hrsg.: Preece/Dickinson. Academic Press. London, New York.
- BURRAGE, S.W. (1976): Aerial microclimate around plant surfaces. In: Microbiology of Aerial Plant Surfaces. Hrsg.: Dickinson/Preece. Academic Press. London, New York.
- COUEY, H.M. (1965): Inhibition of germination of *Alternaria* spores by sulfur dioxide under various moisture conditions. Phytopathology 55, 525-527.
- COUEY, H.M. & UOTA, M. (1961): Effect of concentration, exposure time, temperature, and relative humidity on the toxicity of sulfur dioxide to the spores of *Botrytis cinerea*. Phytopathology 51, 815-819.
- DIEM, H.G. (1971): Effect of low humidity on the survival of germinated spores commonly found in the phyllosphere. In: Ecology of Leaf Surface Micro-organisms. Hrsg.: Preece/Dickinson. Academic Press. London, New York.
- FORSTER, G.F. (1977): Effect of leaf surface wax on the deposition of airborne propagules. Trans. Br. mycol. Soc. 68, 245-250.
- HOLLOWAY, P.J. (1971): The chemical and physical characteristics of leaf surfaces. In: Ecology of Leaf Surface Microorganisms. Hrsg.: Preece/Dickinson. Academic Press. London, New York.
- IRVINE, J.A., DIX, N.J. & WARREN, R.C. (1978): Inhibitory substances in *Acer platanoides* leaves: seasonal activity and effects on growth of phylloplane fungi. Trans. Br. mycol. Soc. 70, 363-371.

- MCBRIDE, R.P. & HAYES, A.J. (1977): Phylloplane of european larch. Trans. Br. mycol. Soc. **69**, 39-46.
- SCHNATHORST, W.C. (1965): Environmental relationships in the powdery mildews. Annual Reviews of Phytopathology **3**, 343-366.
- SUKOPP, H. et al. (1980): Ökologisches Gutachten über die Auswirkungen von Bau und Betrieb der Bundesfernstraße auf den Tegeler Forst. Institut für Ökologie der Technischen Universität, Berlin.
- TUKEY, H.B., jr. (1971): Leaching of substances from plants. In: Ecology of Leaf Surface Micro-organisms. Hrsg.: Preece/Dickinson. Academic Press. London, New York.

Die Autoren danken Frau I. Eggert für die Schreibarbeiten, Herrn H. Lünser für die Hilfe bei den Zeichnungen und Mr. K. J. Veltkamp, Liverpool, für die raster-elektronenmikroskopischen Aufnahmen.

Anschrift der Verfasser:

Martina Kloidt und Prof. Dr. Gernot Lysek
 Institut für Systematische Botanik und
 Pflanzengeographie der FU Berlin
 Altensteinstraße 6
 D - 1000 Berlin 33