

Die Wegsamkeit der Laubblätter für Gase.

Von F. W. Neger, Tharandt.

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

In seiner bekannten Arbeit: Über den Einfluß des sonnigen und schattigen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter¹⁾ ermittelte Stahl mittels der von Unger²⁾ angegebenen Methode der Injektion unter der Luftpumpe das Volumen der Interzellularräume für verschiedene Typen von Pflanzenblättern.

So fand er bei den Sonnenblättern von *Sambucus* für die Interzellularräume 16 % des Gesamtvolumens gegenüber 26 % bei Schattenblättern. Für *Fagus* betragen diese Zahlen 19 % bzw. 29 %, für *Urtica* 20 % bzw. 30 %.

Unger selbst fand als extreme Werte 77,6 % bei *Pistia stratiotes*, gegenüber einem Minimalwert von nur 3,5 % bei der sukkulente *Begonia hydrocotylifolia*.

Weder Stahl noch Unger scheinen bei ihren Beobachtungen die Frage in Erwägung gezogen zu haben, ob sich die so ermittelten Interzellularraumsysteme über das ganze Blatt erstrecken oder ob dieselben in mehr oder weniger zahlreiche und scharf (luftdicht) voneinander getrennte Einzelsysteme zerfallen.

Nun läßt sich die von Unger und Stahl angewandte Methode der Injektion der Blätter mit Wasser — unter der Luftpumpe — wenn sie entsprechend modifiziert wird, recht wohl zur Entscheidung dieser Frage verwenden.

Ich habe schon vor einigen Jahren darauf hingewiesen³⁾.

Der Schwerpunkt meiner damaligen Versuchsanstellung lag allerdings in der Ermittlung des Öffnungszustandes der Spaltöffnungen. Immerhin konnte damals schon festgestellt werden, daß nach dem Verlauf der Injektion, zwei Typen von Blättern zu unterscheiden sind, die ich als homobarisch und heterobarisch bezeichnete.

1) Jenaische Zeitschrift f. Naturwissenschaften, Bd. XVI, 1883.

2) Neue Untersuchungen über die Transpiration der Pflanzen (Sitz.-Ber. Kais. Ak. Wiss., Wien, Bd. XLVI, 1862.

3) Ber. Deutsche bot. Ges., Bd. XXX, 1912, S. 179.

Bei ersteren — den homobarischen Blättern — stehen alle Interzellularräume eines Blattes untereinander in Verbindung, in allen herrscht demnach der gleiche Druck und die Injektion erstreckt sich daher von einem Punkt ausgehend auf das ganze Blatt.

Der andere — heterobarische — Typus dagegen ist dadurch ausgezeichnet, daß alle Interzellularraumsysteme hermetisch gegeneinander abgeschlossen sind. Demgemäß kann in jedem dieser Räume ein anderer Druck herrschen, und wenn sich der eine mit Wasser injiziert, so breitet sich die Injektion von hier aus nicht auf die Nachbarräume aus.

Diese für Theorie und Praxis wichtige Erscheinung näher zu verfolgen, ist der Zweck der nachstehenden Untersuchung.

Zunächst möchte ich, ehe ich auf die neuen Beobachtungsergebnisse eingehe, noch folgendes voranschicken. Wenn ein Blatt von heterobarischem Typus — nach Evakuierung und Wiedereintritt von Luft in den Rezipienten — zeigt, daß einzelne von Nerven umschlossene Gebiete injiziert sind, andere dagegen nicht, so darf daraus nicht ohne weiteres der Schluß gezogen werden, daß in den nicht injizierten Interzellularraumgebieten eine weniger weitgehende Evakuierung stattgefunden habe — etwa infolge von vollkommenem Schluß der Stomata — und demgemäß die Injektion unterblieben sei.

Bei den meisten Blättern (von homo- und heterobarischem Bau) beobachtet man, daß sich die Blattfläche (Unterseite) während des Auspumpens der Luft vollkommen gleichmäßig mit gleichgroßen perlenförmigen Luftblasen bedeckt, die sich nur dann ablösen, wenn ihr Auftrieb die Adhäsionskraft überwindet.

Daraus geht schon hervor, daß die Luft aus allen Spaltöffnungen ziemlich gleichmäßig hervortritt. Wenn dann die Infiltration sehr ungleichmäßig erfolgt und demgemäß (bei heterobarischen Blättern) wassererfüllte und leere Injektionsgebiete in buntem Wechsel nebeneinander liegen, so kann dies zwei Gründe haben:

Der eine ist, daß viele der aus den Spaltöffnungen hervortretenden Gasblasen — durch Adhäsion — äußerst fest haften und sich nicht ablösen; wird dann der äußere Luftdruck wieder hergestellt, so schlüpfen die Gasblasen durch die Spaltöffnungen wieder in die Interzellularräume zurück und damit ist auch hier wieder der normale Luftdruck hergestellt, und Wasser tritt, selbst wenn die Spaltöffnungen weit offen stehen, nicht ein.

Der andere Grund kann der sein, daß, selbst wenn die Gasblasen sich abgelöst haben, Wasser doch nicht einzutreten vermag, wenn die

Spaltöffnungen nicht weit genug geöffnet sind, um Wasser passieren zu lassen.

(Es ist ja ohne weiteres klar, daß zum Durchtritt von Luft ein weit geringerer Offnungsgrad erforderlich ist als zum Eintritt von Wasser.)

In diesem Fall wird man aber nachträglich noch Injektion erzielen, wenn der zwar evakuierte, aber noch nicht injizierte Raum unter Wasser mit einer feinen Nadel angestochen wird.

War dagegen (Fall I) die nicht abgelöste Luftblase wieder eingetreten, so nützt natürlich auch das Anstechen nichts. Die Injektion wird jetzt unter allen Umständen ausbleiben.

Bei Blättern von streng heterobarischem Typus wird man also Infiltration nur erreichen, wenn sich die Gasblasen bei der Evakuierung losgelöst haben. Sind die Stomata weit geöffnet, so tritt das Wasser von selbst ein, anderenfalls nur beim Anstechen der kleinsten von Nerven umschlossenen Räume.

Man beobachtet dann aber stets, daß zahllose Stiche nötig sind, um die Injektion eines größeren Blattbezirks zu erreichen, eben weil die kleinsten von Nerven umschlossenen Räume selbständige gegeneinander hermetisch abgeschlossene Kammern darstellen.

Bei einem Blatt von homobarischem Typus dagegen genügt nach hinreichend kräftiger Evakuierung — soweit die Injektion nicht durch die Spaltöffnungen erfolgte — ein einziger Stich an irgendeiner Stelle des Blattes, um sofort das ganze Blatt (oder wenigstens große Teile desselben) mit Wasser zu injizieren.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse wird auch verständlich, warum Blätter von extrem heterobarischem Typus sich überhaupt oft so schwer injizieren lassen. Aus den sehr eng begrenzten Interzellularraumsystemen einzelner Luftkammern kann eben nur eine sehr kleine Blase austreten, deren Auftrieb oft nicht groß genug ist, um die starke, an ihr wirkende Adhäsionskraft zu überwinden.

Noch aus einer anderen Erscheinung geht klar hervor, daß bei homobarischen Blättern alle Interzellularraumsysteme untereinander in Verbindung stehen, bei heterobarischen dagegen nicht.

Bringt man ein Blatt des ersteren Typus so unter den Apparat (Rezipient), daß die eine Hälfte oder auch nur ein kleiner Teil des Blattes aus dem Wasser herausragt, so erfolgt in der Regel selbst bei weit geöffneten Spaltöffnungen keine Injektion — auch nicht nach dem Anstechen — weil sich dann der ganze Gasaustausch durch den aus dem Wasser herausragenden Teil des Blattes abspielt, in welchem (infolge des Mangels einer Wasserbedeckung) der Widerstand geringer ist.

Bei Blättern von heterobarischem Bau hat das Herausragen eines Teiles des Blattes aus dem Wasser keinerlei Einfluß auf die Vorgänge der Injektion im untergetauchten Teil. Denn das ganze Blatt ist — dies soll eben mit dem Ausdruck heterobarisch angedeutet werden — ein aus zahlreichen, luftdicht gegeneinander abgeschlossenen und daher von einander unabhängigen Kammern zusammengesetztes System. Herrscht in einer Kammer ein Vakuum, so wird dadurch der Zustand in der benachbarten nicht beeinflußt.

Man könnte daher Blätter von heterobarischem Bau vergleichen mit einem Haus, dessen in die tausende zählende Innenräume der kommunizierenden Türen erman- geln, während homobarische Blätter Gebäuden gleichen, deren Zimmer alle untereinander durch offenstehende Türen verbunden sind.

Allerdings können auch homobarische Blätter sich bis zu einem gewissen Grad dem heterobarischem Typus nähern, wenn sie stark ab- gewelkt sind.

Sehr schön beobachtete ich dies bei welken Blättern von *Evo- nymus japonica*. Bringt man ein solches (mit angeschnittenem Rand) unter Wasser liegend, unter den Rezipienten, so strömt zuerst (beim Auspumpen) Luft nur aus dem Schnitttrand aus. Bei Wieder- herstellung des äußeren Luftdrucks injiziert sich nicht das ganze Blatt vom Schnitttrand aus (wie dies der Fall wäre, wenn das Blatt turges- zent wäre), sondern nur die Nachbarschaft des Schnitttrandes.

Evakuiert man nun von neuem, so bedeckt sich die Blattfläche gleichmäßig mit Luftblasen, offenbar weil das am Schnitttrand ein- getretene Wasser dem Austritt von weiterer Luft an dieser Stelle ent- gegenwirkt. Die Injektion im übrigen Teil des Blattes erfolgt nun nur schrittweise, meist nur nach wiederholtem Anstechen (die Spalt- öfnungen sind offenbar infolge des Welkens zu eng geschlossen, um Wasser eintreten zu lassen), wobei sich auch hier von Nerven um- schlossene Injektionsgebiete zeigen, die freilich weit ausgedehnter sind als bei Blättern von extrem heterobarischem Typus.

Unsere Aufgabe wird nunmehr sein, eine Reihe von Pflanzen daraufhin zu untersuchen, welchem Typus ihre Blätter angehören, so- wie, welche durchschnittliche Größe die einzelnen, voneinander unab- hängigen Luftkammern bei Blättern von heterobarischem Bau haben.

Der einfachste Weg zu entscheiden, welchem Typus ein Blatt an- gehört, ist die folgende: Man legt das zu untersuchende Blatt, an

welchem ein kleines Randstück abgeschnitten wurde (mit der Unterseite nach oben), in ein flaches mit Wasser gefülltes Gefäß, bedeckt das Blatt mit einem Stück Bleidraht (damit das Blatt durch den Auftrieb der festhaftenden Gasblasen nicht an die Wasseroberfläche steigt) und bringt den ganzen Apparat unter den Rezipienten.

Beim Auspumpen entweichen die Luftblasen nur aus dem angeschnittenen Rand, wenn das Blatt dem homobarischen Typus angehört, dagegen aus der ganzen Blattfläche, wenn heterobarischer Typus vorliegt.

Bei Luftzutritt füllt sich ein Blatt von homobarischem Typus vom angeschnittenen Rand her augenblicklich mit Wasser, während bei

heterobarischen Blättern nur eine schmale Randzone mit Wasser injiziert wird, außerdem auf der Blattfläche zahlreiche kleine scharf umgrenzte Injektionsgebiete auftreten (vorausgesetzt, daß die Spaltöffnungen weit genug geöffnet waren).

Bei heterobarischen Blättern wird die durchschnittliche Größe der abgeschlossenen Lufträume am besten wie folgt ermittelt:

Man pumpt in der üblichen Weise die Luft aus dem Rezipienten — unter welchem das mit Wasser bedeckte Blatt liegt — aus und läßt wieder Luft zutreten.

Haben sich einige der Lufträume mit Wasser infiltriert, so zeigt sich ohne weiteres, welche annähernde Größe die einzelnen Luft



Fig. 1. Blatt von *Syringa vulgaris* mit verhältnismäßig großen Infiltrationsbezirken (Luftkammern). Natürl. Größe.

kammern haben; im anderen Falle sticht man das Blatt (unter Wasser mit einer feinen Nadel an, und wird nun die schrittweise Infiltration der Luftkammern beobachten. Bei Blättern mit sehr kleinen Luftkammern muß diese Beobachtung unter der Lupe oder dem Präpariermikroskop erfolgen.

Um zahlenmäßig die Größe der Luftkammern festzustellen, verfährt man am zweckmäßigsten folgendermaßen:

Man legt einen Karton, in welchem ein quadratisches Fenster von $\frac{1}{4}$, 1 oder 4 qcm ausgeschnitten ist, auf das zu untersuchende

± weitgehend infiltrierte Blatt und zählt — eventuell unter der Lupe — wie viele mit Wasser erfüllte Luftkammern bzw. noch nicht infiltrierte Räume auf $\frac{1}{4}$, 1 oder 4 qcm kommen. Hieraus ergibt sich durch einfache Rechnung die Flächengröße der Luftkammern, gemessen in Bruchteilen von 1 qcm.

Natürlich erhält man bei wiederholten Zählungen Werte, die mehr oder weniger weit voneinander abweichen.

Im nachfolgenden sind die Größen der Luftkammern als Mittelwerte aus 3—4 Beobachtungen angegeben, wobei — namentlich bei sehr kleinen Kammern — die im Nenner stehende Zahl nach oben abgerundet wurde.

Auf diese Weise wurden folgende Werte ermittelt:

	Größe der Luftkammern
<i>Quercus pedunculata</i> ¹⁾	$\frac{1}{1200}$ — $\frac{1}{1000}$ qcm
„ <i>rubra</i> ¹⁾	$\frac{1}{870}$ — $\frac{1}{840}$ „
„ <i>coccinea</i> ¹⁾	$\frac{1}{1200}$ — $\frac{1}{1150}$ „
„ <i>imbricaria</i> ¹⁾	annähernd = <i>Q. coccinea</i>
„ <i>phellos</i> ¹⁾	ca. $\frac{1}{1400}$ qcm
„ <i>dentata</i> }	ca. $\frac{1}{1200}$ „
„ <i>nigra</i> ²⁾ }	ca. $\frac{1}{1200}$ „
<i>Fagus silvatica</i> (Lichtblatt)	ca. $\frac{1}{900}$ „
<i>Carpinus betulus</i> (Lichtblatt)	$\frac{1}{1600}$ — $\frac{1}{1400}$ „
<i>Castanea vesca</i>	$\frac{1}{650}$ — $\frac{1}{600}$ „
<i>Betula verrucosa</i> (Lichtblatt)	$\frac{1}{730}$ — $\frac{1}{680}$ „
<i>Alnus glutinosa</i>	ca. $\frac{1}{500}$ „
<i>Carya porcina</i> (Lichtblatt)	ca. $\frac{1}{200}$ „
<i>Populus tremula</i>	$\frac{1}{550}$ — $\frac{1}{500}$ „
<i>Ulmus montana</i>	ca. $\frac{1}{400}$ „
<i>Aesculus macrostachya</i>	$\frac{1}{480}$ — $\frac{1}{440}$ „
<i>Acer platanoides</i> und }	$\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{800}$ „
„ <i>pseudoplatanus</i> }	$\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{800}$ „
<i>Tilia parvifolia</i>	ca. $\frac{1}{1500}$ „
<i>Evonymus latifolia</i>	$\frac{1}{45}$ — $\frac{1}{35}$ „
<i>Liriodendrom tulipifera</i>	$\frac{1}{240}$ — $\frac{1}{220}$ „
<i>Magnolia stellata</i>	$\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{80}$ „
<i>Hamamelis virginica</i>	$\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{20}$ „
<i>Prunus padus</i>	ca. $\frac{1}{200}$ „

1) Meist Lichtblätter.

2) Die Blätter dieser Art sind fast lederartig, trotzdem streng heterobarisch.

<i>Prunus serotina</i>	$\frac{1}{140} - \frac{1}{120}$	qcm
<i>Cornus mas</i>	$\frac{1}{8} - \frac{1}{6}$	"
<i>Philadelphus coronarius</i>	$\frac{1}{170} - \frac{1}{150}$	"
<i>Cytisus laburnum</i>	$\frac{1}{360} - \frac{1}{320}$	"
<i>Ampelopsis hederacea</i>	ca. $\frac{1}{20}$	"
<i>Halesia tetraptera</i>	$\frac{1}{280} - \frac{1}{240}$	"
<i>Rhododendron maximum</i> ¹⁾	$\frac{1}{150} - \frac{1}{120}$	"
<i>Fraxinus excelsior</i>	$\frac{1}{500} - \frac{1}{600}$	"
<i>Viburnum opulus</i>	$\frac{1}{100} - \frac{1}{140}$	"
<i>Sambucus nigra</i> ²⁾	$\frac{1}{10} - \frac{1}{6}$	"
<i>Syringa vulgaris</i> ²⁾	$\frac{1}{10} - \frac{1}{8}$	"

Unzweifelhaft (oder nahezu) homobarisch sind die Blätter folgender Bäume und Sträucher:

Evonymus japonica
Ilex aquifolium
Prunus laurocerasus ($1 - \frac{1}{2}$ qcm)
Hedera helix
Ardisia crispa
sowie sämtliche Nadelhölzer!

Aus obiger Zusammenstellung (in welcher nur Bäume und Sträucher, nicht krautartige Pflanzen berücksichtigt wurden) geht hervor, daß die Größe der abgeschlossenen Luftkammern zwischen ungeheuer weiten Grenzen schwankt.

Winzig klein (nur mit der Lupe erkennbar) sind sie bei den meisten Amentaceen (Eiche, Buche, Hainbuche) sowie bei den Ahornarten, Linden usw.

Von mäßiger Größe bei den Magnolien, Prunusarten, Caprifoliaceen u. a.

Zum homobarischen Typus leiten über: *Cornus mas*, *Sambucus nigra*, *Syringa vulgaris*.

Homobarisch sind insbesondere immergrüne Laubblätter (indessen zeigt das Beispiel von *Rhododendron maximum*, daß auch lederartige Blätter streng heterobarisch sein können).

Ein weiteres Moment, das die Größe der Luftkammern bestimmt scheint die Ausbildung des Blattes unter dem Einfluß der Belichtung

1) Trotz des derb lederartigen Baues der Blätter deutlich heterobarisch.

2) Fast homobarisch.

— Licht- oder Schattenblatt — zu sein, wie aus folgenden vergleichenden Beobachtungen hervorgeht¹⁾:

	Lichtblatt	Schattenblatt
<i>Corylus avellana</i>	ca. $\frac{1}{600}$ qcm	$\frac{1}{500}$ — $\frac{1}{400}$ qcm
<i>Fagus silvatica</i>	$\frac{1}{800}$ — $\frac{1}{600}$ „	$\frac{1}{450}$ — $\frac{1}{480}$ „
	Primärblatt wie Schattenblatt, Kotyledonen homobarisch	
<i>Carpinus betulus</i>	ca. $\frac{1}{800}$ qcm	$\frac{1}{600}$ — $\frac{1}{500}$ qcm
	Primärblatt wie Schattenblatt, Kotyledonen homobarisch	
	Schattenblatt	Lichtblatt
<i>Quercus pedunculata</i>	ca. $\frac{1}{1400}$ qcm	$\frac{1}{800}$ — $\frac{1}{600}$ qcm
<i>Betula verrucosa</i>	ca. $\frac{1}{700}$ „	ca. $\frac{1}{400}$ „
<i>Rhamnus frangula</i>	—	ca. $\frac{1}{400}$ „
	Jugendblatt ca. $\frac{1}{240}$ qcm	
<i>Acer platanoides</i>	$\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{900}$ qcm	$\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{350}$ qcm
	Primärblatt wie Schattenblatt, Kotyledonen homobarisch.	

Die Größe der abgeschlossenen Luftkammern ist bedingt durch den Bau des Nervennetzes (s. Anm. pag. 159). In der Regel stellt derjenige Raum eine in sich abgeschlossene Luftkammer dar, der vollkommen von Nerven umgeben ist. Häufig scheinen allerdings zwischen den einzelnen benachbarten Luftkammern keine Verbindungsräume zu bestehen und man beobachtet dann, daß die Infiltration von einer Kammer auf eine benachbarte überspringt.

Je größer die Luftkammern sind und je mehr Verbindungswege mit benachbarten Kammern vorhanden sind, um so mehr nähert sich das betreffende Blatt dem homobarischen Typus.

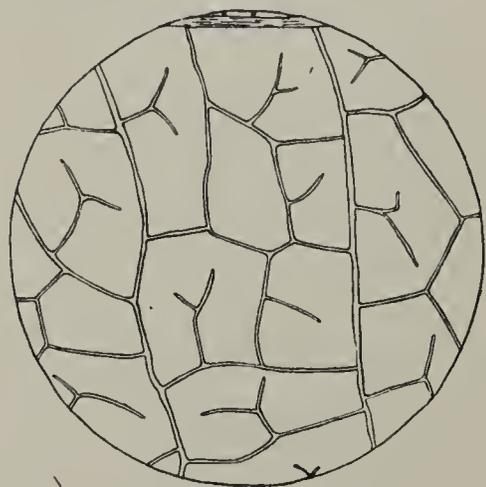
Das dichteste durch unendlich viele Anastomosen ausgezeichnete Nervennetz finden wir bei den meisten Amentaceen, bei Ahorn, Linde u.a. und demgemäß sind die Blätter dieser Bäume (wie wir gesehen haben)

1) Bei manchen Blättern (namentlich Eiche und Spitzahorn) kann man leicht erkennen, daß der Unterschied in die Größe der Luftkammern auf folgende Erscheinung zurückzuführen ist: In den Schattenblättern verlaufen die feinsten Verzweigungen der Nerven vielfach blind, ohne an den die Luftkammer umrahmenden Nerv anzuschließen. Bei den Lichtblättern sind die gleichen Nervenendigungen kräftiger entwickelt und münden in die ringförmig verlaufenden Nerven. Dadurch wird der Raum, der bei den Schattenblättern eine Luftkammer bildet, in eine Anzahl (2—4) kleinere Kammern zerlegt (Fig. 2).

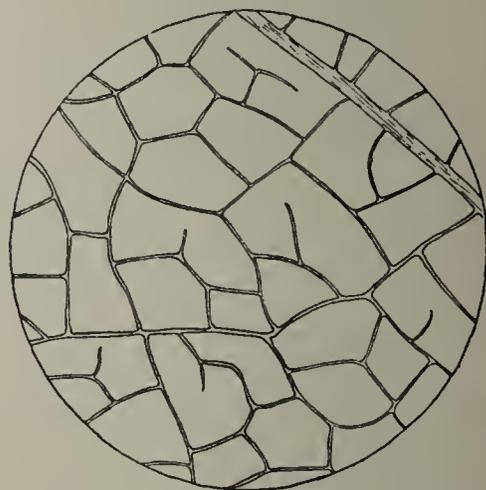
extrem heterobarisch gebaut, und ihre Luftkammern oft winzig klein (häufig unter $\frac{1}{1000}$ qcm.)

Bis zu einem gewissen Grad kann offenbar die Größe der Luftkammern als eine durch die Stellung im System bestimmte Eigenschaft gelten.

Außerdem steht sie aber zweifellos auch in Beziehung zur Ökologie der betreffenden Pflanzen. Denn die meisten immergrünen Bäume und Sträucher besitzen homobarische Blätter, oder wenigstens — wenn die Blätter heterobarisch sind — sehr große Luftkammern (unter Umständen über 1 qcm), während ihre blattwechselnden Gattungsgenossen heterobarisch sind: vgl. *Evonymus japonica*, bzw. *E. latifolia*, *E. europaea*, ferner *Prunus laurocerasus* bzw. *P. serotina* usw.



a Schattenblatt



b Lichtblatt der Stieleiche

Fig. 2.
Nervennetz im:

Verhältnis der Anzahl der Luftkammern auf gleicher Fläche: 21:44. Vergr. 20.

Ich ziehe vor, mich mit der Feststellung dieser Tatsachen zu begnügen, ohne auf die Frage näher einzugehen, welche ökologische Bedeutung die wechselnde Größe der Luftkammern haben könnte.

Um hierauf eine verbürgte Antwort zu geben, wird es nötig sein, die ganze Erscheinung auf breiterer Basis — unter Berücksichtigung auch der krautartigen Pflanzen sowie der genau ermittelten Lebensbedingungen — zu untersuchen.

In meiner früheren Mitteilung habe ich allerdings schon ausgeführt, daß man versucht sein könnte, die Verhältnisse bei den (meist homobarischen) immergrünen Holzgewächsen so zu deuten, daß diese Blätter sozusagen eine „innere Atmosphäre“ besitzen und sich dadurch von der äußeren Atmosphäre unabhängig gemacht haben, was für sie zweifellos von Vorteil ist, da derartige Blätter (*Ilex*, *Hedera*, u. a.) in der rauhen Jahreszeit sehr viel Unbilden von der Witterung zu erleiden haben.

Daß die Schattenblätter — bei einer und derselben Art — größere Luftkammern besitzen als die Sonnenblätter, ist wohl ohne weiteres verständlich, da erstere ein lockereres Mesophyll besitzen und das Nervennetz zum Zweck der Wasserversorgung weniger intensiv verzweigt zu sein braucht als bei Lichtblättern. Dann ist es aber auch leicht verständlich, daß die Kotyledonen und Primärblätter entweder homobarisch oder ihre Luftkammern wenigstens verhältnismäßig groß sind. Die Primärblätter haben offenbar in dieser wie auch in anderen Hinsichten den Charakter von Schattenblättern.

Zum Schluß sei nur noch auf eine Erscheinung hingewiesen, welche durch die obigen Feststellungen eine ungezwungene Erklärung findet. Man beobachtet bei Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase, daß die Flecken an sommergrünen Laubhölzern scharf umschrieben sind und oft zahlreiche engumgrenzte Bezirke betreffen, während sie an den Nadeln der immergrünen Koniferen mehr diffus sind und große Teile der Nadel umfassen. Wie oben erwähnt, gehören die Nadeln der Koniferen sämtlich dem homobarischen Typus an. Giftige Gase, die durch die Spaltöffnungen eintreten, verbreiten sich daher leicht über große Teile des Assimilationsorgans, während die Giftwirkung bei heterobarischen Blättern mehr oder weniger lokalisiert bleibt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [111-112](#)

Autor(en)/Author(s): Neger Franz Wilhelm

Artikel/Article: [Die Wegsamkeit der Laubblätter für Gase 152-161](#)