

Vol. 9

Herbert Sattler

# Beiträge zur Kenntnis des N-Stoffwechsels wintergrüner Pflanzen

Sonderdruck aus *Planta* / Archiv für  
wissenschaftliche Botanik

**Beiträge  
zur Kenntnis des N-Stoffwechsels  
wintergrüner Pflanzen**

Von

**Herbert Sattler**

Mit 3 Textabbildungen

Sonderabdruck aus  
**Planta / Archiv für wissenschaftliche Botanik**  
(Abt. E der Zeitschrift für wissenschaftliche Biologie)

**9. Band, 2. Heft**

Abgeschlossen am 15. November 1929



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1929

ISBN 978-3-662-39183-9 ISBN 978-3-662-40178-1 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-40178-1

steht in deutscher Sprache abgefaßten Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der Botanik, abgesehen von solchen rein systematischen oder floristischen Inhalts, offen.

Wichtige Abhandlungen können auch dann, wenn sie den sonst üblichen Umfang überschreiten, aufgenommen werden.

Arbeiten, welche einen Vermerk des Verfassers „Kurze Mitteilung“ tragen, werden so bald als möglich außerhalb der Reihenfolge des Eingangs abgedruckt. Ihr Umfang darf 4 Druckseiten nicht überschreiten; die Beigabe von Abbildungen ist nur in Ausnahmefällen angängig.

Die Zeitschrift erscheint zur Ermöglichung raschster Veröffentlichung zwanglos in einzeln berechneten Heften; mit 40 bis 50 Bogen wird ein Band abgeschlossen.

Das Honorar beträgt M. 40.— für den 16seitigen Druckbogen; „Kurze Mitteilungen“ werden nicht honoriert.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Arbeiten, welche nicht mehr als 24 Druckseiten Umfang haben, 100 Sonderabdrücke, von größeren Arbeiten 60 Sonderabdrücke unentgeltlich. Doch bittet die Verlagsbuchhandlung, nur die zur tatsächlichen Verwendung benötigten Stücke zu bestellen. Über die Freizahl hinaus bestellte Sonderdrucke werden berechnet. Die Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlage zu erfragen.

Es ist dringend erwünscht, daß alle Manuskripte in deutlich lesbarer Schrift, am besten Schreibmaschinenschrift (mit mindestens 3 cm breitem freien Rand) eingeliefert werden. Die Manuskripte müssen wirklich druckfertig eingeliefert werden; bei der Korrektur sollen im allgemeinen nur Druckfehler verbessert und höchstens einzelne Worte verändert werden.

Die Herren Verfasser werden ferner gebeten, ihre Arbeiten so kurz zu fassen wie es irgend möglich ist, sich in den Abbildungen auf das wirklich Notwendige zu beschränken und, wenn irgend möglich, Federzeichnungen (für Strichätzung) zu verwenden.

Alle Manuskripte und Anfragen sind zu richten an

*Professor Dr. Wilhelm Ruhland, Leipzig, Linnéstr. 1, Botanisches Institut*  
oder an

*Professor Dr. Hans Winkler, Hamburg 36, Jungiusstr. 6, Institut für allgemeine Botanik*

Die Herausgeber **Ruhland. Winkler.**

**Verlagsbuchhandlung Julius Springer in Berlin W 9, Linkstr. 23/24**

*Fernsprecher: Sammel-Nrn. Kurfürst 6050 u. 6326. Drahtanschrift: Springerbuch-Berlin*  
Reichsbank-Giro-Konto und Deutsche Bank, Berlin, Dep.-Kasse C

9. Band.	Inhaltsverzeichnis.	2. Heft
		Seite
Rissmann, Rudolf, Der Mineralstoffwechsel grüner und etiolierter Pflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums und der Chlorophyllbildung. Mit 20 Textabbildungen . . . . .		195
Sierp, H. und Seybold, A., Weitere Untersuchungen über die Verdunstung aus multiperforaten Folien mit kleinsten Poren. Mit 1 Textabbildung		246
Seybold, A., Untersuchungen über die Transpirationswiderstände und über die Temperatur ägyptisch-arabischer Wüstenpflanzen. Mit 17 Textabbildungen . . . . .		270
Sattler, Herbert, Beiträge zur Kenntnis des N-Stoffwechsels wintergrüner Pflanzen. Mit 3 Textabbildungen . . . . .		315
Linsbauer, K., Betrachtungen zum Problem der Sproßregeneration . . .		334
Kurze Mitteilung:		
Schmucker, Th., Isolierte Gewebe und Zellen von Blütenpflanzen . . .		339

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Rostock.)

## BEITRÄGE ZUR KENNNTNIS DES N-STOFFWECHSELS WINTERGRÜNER PFLANZEN.

Von

HERBERT SATTLER.

Mit 3 Textabbildungen.

(Eingegangen am 15. August 1929.)

### I. Einleitung.

Trotz zahlreicher Untersuchungen besonders von land- und forstwirtschaftlicher Seite ist bis heute noch keine völlige Klarheit darüber vorhanden, in welchem Ausmaß in den Laubblättern Eiweißbildung erfolgt, ob diese lediglich den Bedarf der Blätter deckt, oder ob die Blätter auch Eiweißbereitungsstätten für andere Pflanzenteile darstellen. Auch ist nur wenig darüber bekannt, inwieweit Zusammenhänge zwischen der Erzeugung von Kohlenhydraten und Eiweißstoffen zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten bestehen. Der Gehalt an Kohlenhydraten ist zu diesen verschiedenen Zeiten außerordentlich hohen Schwankungen unterworfen, auch lassen sich qualitative Verschiedenheiten in der Kohlenhydratbildung feststellen. Darüber haben uns in letzter Zeit besonders die Arbeiten von GUTTENBERG (1927) und PREISING (1928) Aufschlüsse gebracht. Ersterer beobachtete das Laubblatt der Mediterranflora zu verschiedenen Jahreszeiten. Daran anschließend untersuchte PREISING den Kohlenhydratstoffwechsel bei unserer heimischen immergrünen Flora im Laufe eines Jahres. Da nun aus PREISINGs Arbeit für *Hedera Helix*, *Ilex Aquifolium* und *Pinus Cembra* genaue Angaben über den jeweiligen Gehalt an Kohlenhydraten und deren Zusammensetzung vorlagen, schien es aussichtsreich, die eingangs gestellte Frage an diesen Pflanzen zu studieren. Es sollten in Ergänzung der genannten Arbeit die Stickstoffwerte zu entsprechenden Tagesstunden und Jahreszeiten nachgetragen werden. Es war zu erwarten, daß eine solche Untersuchung nicht nur die Frage der täglichen Eiweißbildung und einer etwaigen Ableitung klären würde, sondern daß sie auch Einblicke darüber verschaffen würde, wie sich junge Blätter gegenüber alten verhalten, ferner welchen Einfluß der Reichtum oder die Armut an Kohlenhydraten im Sommer bzw. im Winter auf die Eiweißbildung habe, und welche Rolle dabei die Temperatur spielt.

## II. Objekte und Methodik.

Als Versuchspflanzen dienten mir, wie erwähnt, *Hedera Helix* L., *Ilex Aquifolium* L., *Pinus Cembra* L. und als sommergrüne Vergleichspflanze *Syringa vulgaris* L.

Bei *Pinus Cembra* wurden jeden Monat Untersuchungen angestellt. Von Juni an konnten neben den älteren Nadeln auch die jungen beobachtet werden. Von *Syringa vulgaris* wurde das Blattmaterial ab Mitte Mai bis zur eintretenden Vergilbung und teilweisen Entlaubung Ende Oktober gesammelt und analysiert. Die Hauptobjekte, *Hedera Helix* und *Ilex Aquifolium*, wurden eingehender untersucht, indem Proben auch zu verschiedenen Tageszeiten gesammelt wurden. In den Wintermonaten und im Vorfrühling wurden im allgemeinen nur an jedem Versuchstag zwei Versuchsreihen geprüft, nämlich vom Morgen bis Mittag und vom Mittag bis zum nächsten Morgen. Dies schien zu dieser Zeit ausreichend, da in Rostock nur wenige Vormittagsstunden hell sind und nachmittags die Dunkelheit sehr früh eintritt. Vom April ab dagegen wurde die Untersuchung noch auf andere Tageszeiten ausgedehnt. Ab Juni konnten auch die jungen Blätter analysiert werden. Bei *Hedera* unterscheiden sich schon im Juli die alten Blätter kaum mehr von den jüngeren, weshalb von da ab nur noch eine Serie abgenommen wurde. Bei *Ilex* dagegen wird der derbe Blattbau der alten Blätter von den jungen erst spät erreicht, so daß bis in den August junge und alte Blätter unterschieden werden konnten. Die Analysen von *Pinus* geben nur einen Einblick in die Gewichtsverhältnisse des Stickstoffes in bezug auf die Trockensubstanz, die Blattfläche mußte vernachlässigt werden, da ihre genaue Bestimmung kaum möglich ist. Bei *Ilex Aquifolium* und *Hedera Helix* wurde bei jedem Versuch auch die Blattfläche bestimmt. Bei *Syringa vulgaris* wurde das Verfahren vereinfacht, indem das durchschnittliche Blattrockengewicht pro 1 qdm an ganz jungen Blättern, dann an 3 Wochen älteren und schließlich an ganz ausgewachsenen Blättern errechnet wurde. Die jeweilige Blattfläche bestimmte ich durch Kopieren der Blätter auf Leonar-Celloidin-papier. Mit Hilfe des bekannten Wägeverfahrens erfolgte dann die Umrechnung auf 1 qdm. Um den N-Stoffwechsel im Laufe des Tages möglichst einwandfrei festzustellen, wurde die SACHSSche Blatthälftenmethode (siehe auch GUTTENBERG-PREISINGS Veröffentlichung 1928) gewählt. Trotz ihrer Mängel (erhöhte Transpiration, Wundreizerscheinungen) hat diese Methode doch den Vorzug, daß der Tages- und Nachtstoffwechsel an denselben Blättern beobachtet wird, wovon bessere Ergebnisse zu erhoffen waren, als wenn verschiedene Blätter herangezogen werden, die sich stets in der Blattdicke unterscheiden. Sämtliches Material wurde nach dem Kopieren sofort im Trockenschrank bei etwa 50—60° C, dann im Exsikkator bis zur Gewichtskonstanz ge-

trocknet, fein gemahlen und ausgewogen. Der Gesamtstickstoff wurde nach der KJELDAHLSchen, das Reineiweiß nach der STUTZERSchen Methode ermittelt. Bei den Untersuchungen nach KJELDAHL folgte ich den Angaben in WIESSMANN'S „Agrikulturchemischem Praktikum“. Die STUTZERSche Methode findet sich im J. Landw. (1881) **29**, 473 und im Repertorium der analytischen Chemie **1885**, 162. Zur Titration fanden n/5 Natronlauge und n/5 Schwefelsäure Verwendung. Aus der Differenz zwischen dem Gesamtstickstoff und dem Eiweißstickstoff ergeben sich die löslichen stickstoffhaltigen Körper, wie Amide, Aminosäuren usw. Eine weitere Fraktionierung dieser löslichen Stoffe wurde angesichts der Schwierigkeiten, die sich einer genauen Bestimmung entgegensetzen, nicht vorgenommen. Sie war auch für die gestellte Frage zunächst nicht erforderlich.

### III. Untersuchungen.

#### A. Immergrüne Pflanzen.

##### 1. Tages-N-Stoffwechsel.

SCHULZE und SCHÜTZ (1909) haben sich eingehend mit dem Tages-N-Stoffwechsel von *Acer Negundo* beschäftigt. Sie fanden, daß der prozentuale Gesamtstickstoffgehalt der Morgen- und Abendblätter fast vollständig übereinstimmt, daß die Differenzen jedenfalls zu gering sind, um als Schwankung betrachtet werden zu können. Z. B. stellten sie am

6. Juni morgens	abends
3,906%	3,983%

Stickstoff im Trockengewicht fest. In den absoluten Mengen in je 200 Blättern zeigten sich dagegen Unterschiede, z. B.

	morgens	abends
7. Mai	0,734 g N	0,817 g N
5. Juli	1,211 g N	1,306 g N

Die eingangs erwähnte Blatthälftenmethode sollte dazu dienen, den Tages- und Nacht-N-Stoffwechsel bei immergrünen Pflanzen zu klären. In den Wintermonaten wurden Versuche in den Zeiten 8—12 und 12—4 Uhr oder 8—4 Uhr angestellt, vor- und nachher war es dunkel. Im Sommer wurde auf Unterschiede zwischen den Zeiten 6—10, 10 bis 3, 3—8 Uhr, zum Teil auch in anderen Abstufungen, geprüft. Die Gesamtzahl der Analysen war somit sehr groß und erstreckte sich auf alle Monate des Jahres. Die gefundenen Unterschiede waren dagegen so klein, daß von einem nennenswerten Aufbau oder Abbau nicht gesprochen werden kann. Einige Angaben mögen dies veranschaulichen,

Tabelle 1. *Hedera Helix*.

		Gesamt-N in 1 g Trocken- substanz	Eiweiß-N in 1 g Trocken- substanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensub- stanz
30. I.	8 Uhr früh. . . . .	0,02198	0,02045	0,00153
	4 „ nachmittags . . . . .	0,02115	0,02003	0,00112
27. VI.	6 „ früh, jung . . . . .	0,02274	0,02228	0,00046
	1 „ mittags . . . . .	0,02317	0,02268	0,00049
28. IX.	7 „ früh . . . . .	0,02141	0,02097	0,00044
	$\frac{1}{2}$ 1 „ mittags . . . . .	0,02102	0,02077	0,00025

Tabelle 2. *Ilex Aquifolium*.

		Gesamt-N in 1 g Trocken- substanz	Eiweiß-N in 1 g Trocken- substanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensub- stanz
28. I.	8 Uhr früh. . . . .	0,01829	0,01762	0,00067
	4 „ nachmittags . . . . .	0,01856	0,01691	0,00165
20. VI.	6 „ früh, jung . . . . .	0,02914	—	—
	1 „ mittags . . . . .	0,02928	—	—
28. IX.	7 „ früh . . . . .	0,01965	0,01882	0,00083
	$\frac{1}{2}$ 1 „ mittags . . . . .	0,02000	0,01860	0,00140

Es wurde deshalb zur Feststellung des Tages-N-Stoffwechsels derart vorgegangen, daß der Durchschnitt sämtlicher monatlicher Morgen- und Mittagwerte genommen wurde. Die folgenden Tabellen bringen diese Werte.

Tabelle 3. *Hedera Helix*.

	Gesamt-N in 1 g Trocken- substanz	Eiweiß-N in 1 g Trocken- substanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensub- stanz
morgens . . . . .	0,02139	0,02046	0,00093
mittags. . . . .	0,02132	0,02034	0,00098

Tabelle 4. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
morgens . . . . .	0,01524	0,01454	0,00070
mittags. . . . .	0,01536	0,01462	0,00074

Wie die Tabellen 3, 4, 5, 6 zeigen, ergibt sich auch bei dieser Berechnungsmethode annähernde Konstanz, sowohl für Gesamtstickstoff als auch für Eiweißstickstoff und Reststickstoff.



Tabelle 5. *Ilex Aquifolium*.

	Gesamt-N in 1 g Trocken- substanz	Eiweiß-N in 1 g Trocken- substanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensub- stanz
morgens . . . . .	0,01977	0,01836	0,00141
mittags. . . . .	0,01973	0,01855	0,00118

Tabelle 6. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
morgens . . . . .	0,02467	0,02292	0,00175
mittags. . . . .	0,02524	0,02370	0,00154

Nach diesen Versuchen scheint eine tägliche Neubildung stickstoffhaltiger Substanz nicht stattzufinden. Vorsichtig gemacht durch die Erfahrungen PREISINGS, aus welchen hervorging, daß der Stoffwechsel halbiert Blätter sich in mancher Beziehung verändert, verglich ich schließlich die Werte der Kontrollblätter miteinander. Diese Methode hat den Nachteil, daß verschiedene Blätter miteinander verglichen werden. Da aber für jeden Versuch 30—40 Blätter verwendet wurden, war zu hoffen, daß der sich daraus ergebende Fehler nicht allzu groß würde. Für *Ilex* lagen entsprechende Werte für die Monate April bis Dezember vor.

Sie sind in Tabelle 7 zusammengefaßt und geben ein Bild, das von dem der Hälfenmethode erheblich abweicht. Wir finden im April vormittags ein Ansteigen um etwa 2, nachmittags ein Absinken des Gesamtstickstoffwertes um etwa 4 mg pro 1 qdm. Das Ansteigen wird durch Zunahme der löslichen Körper bedingt, der Eiweißstickstoff sinkt sogar etwas. Nachmittags findet sich gerade das umgekehrte Verhalten. Im Juni zeigen die Blätter im Gesamtstickstoff ein ähnliches Bild, im Juli dagegen dauert die Zunahme des Gesamtstickstoffes den ganzen Tag über, ebenso die Eiweißzunahme. Dasselbe gilt für den August, während sich im September wieder ein ähnliches Verhalten findet wie im April. Im Oktober bis Dezember sind die Schwankungen gering, es liegt nur eine schwache abendliche Abnahme vor. Diese Ergebnisse sprechen deutlich dafür, daß während der Assimilationsmonate tagsüber eine freilich geringe Bildung von stickstoffhaltigen Substanzen stattfindet. Diese werden von April bis Juni und später im September schon am Nachmittag zum Teil oder auch gänzlich wieder abgeleitet, im Juli und August dagegen in der Nacht.

Bei *Hedera* läßt sich dies nicht erkennen. Die Schwankungen sind nämlich auch bei den Kontrollen äußerst gering, betragen meist weniger

Tabelle 7.

		Gesamt-N in 1 qdm in g	Eiweiß-N in 1 qdm in g	Gehalt löslicher Körper in 1 qdm in g
18. IV.	6 Uhr früh . . . . .	0,02797	0,02391	0,00406
	10 „ „ . . . . .	0,03011	0,02285	0,00726
	3 „ nachmittags . . . . .	0,02774	0,02702	0,00072
	$\frac{1}{2}$ 8 „ abends . . . . .	0,02593	—	—
30. V.	10 „ früh . . . . .	0,02897	0,02740	0,00157
	$\frac{1}{2}$ 9 „ abends . . . . .	—	0,02029	—
20. VI.	6 „ früh, jung . . . . .	0,01747	—	—
	1 „ mittags . . . . .	0,02014	—	—
	9 „ abends . . . . .	0,01930	—	—
26. VI.	1 „ mittags, alt. . . . .	0,02051	0,01964	0,00087
	9 „ abends . . . . .	0,01993	0,01945	0,00048
16. VII.	6 „ früh, jung . . . . .	0,01747	0,01651	0,00096
	1 „ mittags . . . . .	0,01816	0,01745	0,00071
	9 „ abends . . . . .	0,01939	0,01765	0,00174
	1 „ mittags, alt. . . . .	0,01912	0,01869	0,00043
	9 „ abends . . . . .	0,02103	0,02044	0,00059
20. VIII.	6 „ früh . . . . .	0,02215	—	—
	1 „ mittags . . . . .	0,02444	—	—
	8 „ abends . . . . .	0,02517	0,02405	0,00112
28. IX.	7 „ früh . . . . .	0,02530	0,02423	0,00107
	$\frac{1}{2}$ 1 „ mittags . . . . .	0,02858	0,02539	0,00319
	6 „ abends . . . . .	0,02163	0,02076	0,00087
25. X.	7 „ früh . . . . .	0,02678	0,02542	0,00136
	$\frac{1}{2}$ 6 „ abends . . . . .	0,02535	0,02399	0,00136
30. XI.	8 „ früh . . . . .	0,02439	0,02347	0,00092
	4 „ nachmittags . . . . .	0,02479	0,02359	0,00120
18. XII.	8 „ früh . . . . .	0,02445	0,02195	0,00250
	$\frac{1}{2}$ 4 „ nachmittags . . . . .	0,02300	0,02120	0,00180

als 1 mg pro 1 qdm und zeigen keine bestimmte Richtung. Es mag dies mit dem erheblich differenten Blattmaterial dieser Pflanze zusammenhängen.

## 2. Nacht-N-Stoffwechsel.

Über den nächtlichen N-Stoffwechsel liegen verschiedene, einander widersprechende Angaben vor. FRANK und OTTO (1890) fanden, daß ausgewachsene Blätter ihrer Versuchspflanzen (meist Leguminosen, teils andere Pflanzen) am Abend stets stickstoffreicher waren als am Morgen. Sie führen dies auf eine nächtliche Abnahme des Asparagins zurück, dessen Menge in den Abendblättern 0,973%, in den Morgenblättern nur 0,277% beträgt.

SAPOSCHNIKOW (1894) stellte bei *Vitis* eine nächtliche Eiweißabnahme fest. SUZUKI (1897/98) hat auf SAPOSCHNIKOWS Ergebnisse hin weitere Versuche angestellt und gefunden, daß sowohl der Gesamtstickstoff als auch Eiweiß und Asparagin eine nächtliche Verminderung erfahren. Daraus schloß er, daß die Pflanze in der Nacht Reserveproteide zerlege und die Zersetzungsprodukte ableite. Im Gegensatz zu den eben angeführten Forschern stellte KOSUTANY (1897) bei *Vitis riparia* „savage“ nachts eine Vermehrung des Gesamt- und Eiweißstickstoffes fest. Jedoch verschwinden im Blatt mehr als die Hälfte der nicht als Eiweiß vorhandenen Stickstoffverbindungen. Aus ihnen sollen Eiweißstoffe gebildet werden.

OTTO und KOOPER (1910) stellten in den Abendblättern mehr Stickstoff fest als in den Morgenblättern. Als Versuchspflanzen benutzten sie *Syringa vulgaris*, *Phlox Drummondii*, *Philadelphus coronarius* und *Aesculus hippocastanum*. Das Blattalter spielt nach ihren Beobachtungen auch eine Rolle, mit zunehmendem Blattalter verschimmen die Unterschiede mehr und mehr. Ihre Angaben beziehen sich auf das Frischgewicht. Auch MOTHES (1926) fand in ausgewachsenen Blättern eine nächtliche Stickstoffauswanderung. Seine Werte beziehen sich, wie bei OTTO und KOOPER, auf das Frischgewicht. Auch nach seinen Beobachtungen spielt das Alter der Blätter eine Rolle, nur ausgewachsene Blätter zeigen die Veränderungen, insbesondere eine erhebliche Abnahme des Amidstickstoffes.

Im ganzen sprechen also die bisherigen Arbeiten dafür, daß eine nächtliche Abwanderung von stickstoffhaltigen Stoffen stattfindet. Meine aus der Blatthälftenmethode gewonnenen Ergebnisse konnten dies nicht bestätigen. Die Abend- und Morgenwerte unterscheiden sich kaum, insbesondere nahm der Amidstickstoff nachts manchmal etwas ab, manchmal etwas zu. Die Differenzen waren dabei stets sehr gering. Das gilt für alle Monate des Jahres, keine der zahlreichen Analysen machte davon eine Ausnahme. Daher wurden bei der Feststellung des Nacht-N-Stoffwechsels in ähnlicher Weise wie beim Tagesversuch sämtliche Abend- und Morgenwerte addiert und dann der Durchschnitt genommen.

Wie die folgenden Tabellen 8, 9, 10, 11 erkennen lassen, treten nennenswerte Veränderungen auch nach dieser Berechnungsmethode nicht auf.

Tabelle 8. *Hedera Helix*.

	Gesamt-N in 1 g Trocken- substanz	Eiweiß-N in 1 g Trocken- substanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensub- stanz
abends . . . . .	0,02100	0,02053	0,00047
morgens . . . . .	0,02052	0,01964	0,00088

Tabelle 9. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
abends . . . . .	0,01536	0,01486	0,00050
morgens . . . . .	0,01517	0,01452	0,00065

Tabelle 10. *Ilex Aquifolium*.

	Gesamt-N in 1 g Trockensubstanz	Eiweiß-N in 1 g Trockensubstanz	Gehalt löslicher Körper in 1 g Trockensubstanz
abends . . . . .	0,01953	0,01807	0,00146
morgens . . . . .	0,01955	0,01881	0,00074

Tabelle 11. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
abends . . . . .	0,02309	0,02148	0,00161
morgens . . . . .	0,02311	0,02205	0,00106

Bei *Hedera* wurde auch untersucht, ob tagsüber im Dunkeln eine Ableitung erfolgt. Es wurden daher im Sommer nach Abnahme der Kontrollhälften die am Stamm verbleibenden Hälften mit schwarzem Papier verdunkelt. Die Verdunkelung dauerte von 10—3 Uhr; eine Veränderung im Stickstoffgehalt war kaum eingetreten, sie betrug 1 mg pro 1 qdm und bezog sich auf Eiweißstickstoff. Solche geringe Abnahmen können aber auch an unverdunkelten Blättern auftreten. Im Juni wurden in gleicher Weise junge Blatthälften während 4 Tagen verdunkelt gehalten. Es ergab sich eine Zunahme von etwa 0,1% Eiweißstickstoff, die löslichen Verbindungen blieben unverändert. Blatthälften dagegen, die fast 4 Tage am Licht verblieben, zeigten eine deutliche Abnahme des Gesamtstickstoffes, nämlich 0,3%. Der Eiweißgehalt war um fast 0,4% gesunken, der Amidwert entsprechend gestiegen. Da halbierte Blätter schließlich abfallen, ist diese Auswanderung nicht überraschend, auffällig ist nur, warum sie nicht auch an verdunkelten Blättern auftritt.

Auch für die Nacht lassen sich schließlich Anhaltspunkte aus den Werten der Kontrollblätter gewinnen. Bei *Ilex* sind im Juni, Juli und August die Morgenwerte deutlich geringer als die Abendwerte. Es ist kaum daran zu zweifeln, daß hier nächtliche Abwanderung vorliegt. Sie beträgt 2—3 mg pro 1 qdm. Im April und September, wo wir Abwanderung schon am Nachmittag beobachteten, fehlt sie nachts, die Morgenwerte sind sogar etwas höher.

## 3. Jahres-N-Stoffwechsel.

So zahlreich die Arbeiten über sommergrüne Pflanzen sind, so spärlich sind die Untersuchungen der immergrünen Flora hinsichtlich des N-Stoffwechsels, vor allem fehlen alle Angaben über das Verhalten der Blätter im Winter. Eine ältere Arbeit KELLNERS (1887) bringt Beobachtungen am Teestrauch. Mit zunehmendem Blattalter stellte KELLNER einen wachsenden Gehalt an Rohfaser und Fett, dagegen eine Verarmung an Eiweiß fest. Wie schon oben erwähnt, wurden für *Hedera* und *Ilex* in jedem Monat mehrere Werte ermittelt, z. B. am Morgen, Mittag und Abend. Man könnte daher alle Monats-, Morgen-, Mittags- und Abendwerte miteinander vergleichen. Das ist deshalb nicht vorteilhaft, weil die absoluten Stickstoffwerte der jeweils zu den einzelnen Analysen verwendeten Blattmengen (30—40 Blätter) schwankten. Diese Schwankungen beziehen sich, wie erwähnt, nur zum Teil auf bestimmte Tagesstunden, zum anderen Teil sind sie darauf zurückzuführen, daß der Stickstoffgehalt verschiedener Blätter an sich nicht ganz gleich ist. Daher schien es vorteilhafter, für jeden Monat den Durchschnittswert zu wählen. Die folgenden Tabellen enthalten diesen in Prozenten des Trockengewichts und pro 1 qdm.

Tabelle 12. *Hedera Helix*.

	Gesamt-N in 100 g Trocken- substanz in %	Eiweiß-N in 100 g Trocken- substanz in %	Gehalt löslicher Körper in 100 g Trocken- substanz in %
30. I. . . . .	2,156	2,024	0,132
Mitte II. . . . .	2,257	2,137	0,120
3. III. . . . .	2,221	1,962	0,259
19. IV.. . . . .	2,256	2,134	0,122
31. V. . . . .	1,719	1,627	0,092
8. VI., jung . .	2,674	2,468	0,206
27. VI., jung . .	2,261	2,176	0,085
16. VII. . . . .	2,118	2,053	0,065
20. VIII. . . . .	2,009	1,955	0,054
28. IX. . . . .	2,133	2,045	0,088
25. X. . . . .	2,161	2,063	0,098
30. XI. . . . .	2,145	2,090	0,055
18. XII. . . . .	2,054	1,943	0,011

Tabelle 12 erweckt den Anschein, als ob das ganze Jahr hindurch sowohl im Gesamt- als auch im Eiweißstickstoff nur geringe Schwankungen stattfänden. Stärkere Abweichungen zeigen sich nur an alten Blättern im Mai und an jungen Anfang Juni. Der geringe Wert im Mai fällt mit der Bildung der neuen Blätter in diesem Monat zusammen. Die alten Blätter nehmen um diese Zeit im Gesamt- und Eiweißstickstoff um etwa 0,5% ab. Anfang Juni besitzen die jungen Blätter etwa

Tabelle 13. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
39. I. . . . .	0,01743	0,01636	0,00107
Mitte II. . . . .	0,01774	0,01697	0,00077
3. III. . . . .	0,01630	0,01440	0,00190
19. IV. . . . .	0,01978	0,01871	0,00107
31. V. . . . .	0,01419	0,01348	0,00071
8. VI., jung . .	0,01138	0,01050	0,00088
27. VI., jung . .	0,01201	0,01156	0,00045
16. VII. . . . .	0,01359	0,01318	0,00041
20. VIII. . . . .	0,01391	0,01353	0,00038
28. IX. . . . .	0,01543	0,01477	0,00066
25. X. . . . .	0,01536	0,01465	0,00071
30. XI. . . . .	0,01320	0,01481	0,00039
18. XII. . . . .	0,01440	0,01362	0,00078

Siehe auch Abb. 1.

1% mehr Stickstoff als die alten Blätter am 31. Mai. Dieser höhere prozentuale Gehalt der Trockensubstanz hat früher mehrere Untersucher

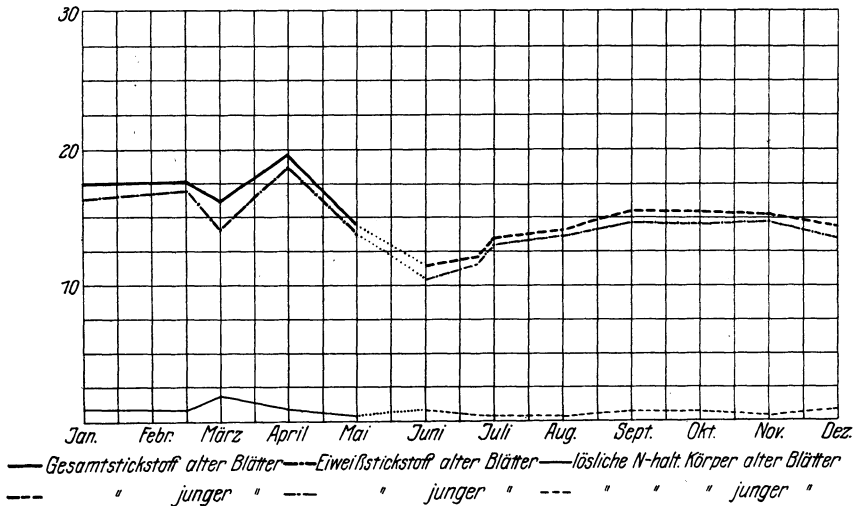


Abb. 1. *Hedera Helix*. Stickstoffwerte im Laufe eines Jahres in mg pro 1 qdm.

irreführt, nämlich zu der Behauptung veranlaßt, daß junge Blätter stickstoffreicher wären als alte. Dem ist jedoch nicht so, denn wie Tabelle 13, die sich auf die Blattfläche bezieht, zeigt, sind die jungen Blätter bedeutend stickstoffärmer. Der hohe prozentuale Stickstoffgehalt rührt davon her, daß auf 1 g Trockensubstanz bedeutend mehr junge Blätter kommen als alte, was sich daraus erklärt, daß die jungen

Blätter sehr dünn und zart sind, während die alten derber und dicker werden. Beispielsweise wog 1 qdm alter Blätter im April 0,8549 g, während junge Juniblätter nur ein Gewicht von 0,4721 g aufwiesen. Man ersieht daraus, daß die Berechnung auf die Flächeneinheit die einzig richtige Methode ist. Wie Tabelle 13 zeigt, besitzen die jungen Blätter am wenigsten Gesamtstickstoff, seine Menge steigt dann bis Ende August allmählich an und bleibt von September bis Dezember annähernd konstant. Im Januar steigt der Wert plötzlich wieder an, sinkt etwas im März, erreicht im April sein Maximum, um im Mai wieder stark zu sinken. Der Eiweißstickstoff zeigt denselben Turnus, dagegen ist offensichtlich der Höchstgehalt an löslichen Stickstoffverbindungen von Januar bis April zu finden, während ein Minimum im Juli und August auftritt. Bevor aus diesem Gesamtverhalten Schlüsse gezogen werden, sollen erst die entsprechenden Werte der anderen Versuchspflanzen mitgeteilt werden.

Tabelle 14. *Ilex Aquifolium*.

	Gesamt-N in %	Eiweiß-N in %	Gehalt löslicher Körper in %
28. I. . . . .	1,842	1,726	0,116
Mitte II. . . . .	1,821	1,746	0,075
3. III. . . . .	1,683	1,543	0,149
18. IV.. . . . .	2,089	1,969	0,120
30. V. . . . .	1,711	1,586	0,125
26. VI., alt . . .	1,543	1,489	0,054
20. VI., jung . .	2,862	2,774	0,088
16. VII., alt . .	1,644	1,602	0,042
16. VII., jung . .	2,102	1,980	0,122
20. VIII., jung .	2,017	1,931	0,086
28. IX. . . . .	2,010	1,868	0,142
25. X. . . . .	2,198	2,063	0,135
30. XI. . . . .	2,030	1,935	0,095
18. XII. . . . .	2,116	1,949	0,167

*Ilex Aquifolium* verhält sich, wie die Tabellen 14 und 15 zeigen, im Jahreslauf ähnlich wie *Hedera*. Wieder geben nur die Werte, die sich auf die Flächeneinheit beziehen, klare Auskunft. Auch hier täuscht der hohe prozentuale Stickstoffwert junger Blätter im Juni. Diese haben geringeren Stickstoffgehalt, ebenso aber auch alte Blätter um die gleiche Jahreszeit, und zwar von Juni bis August. Bei *Ilex*, wo zwischen jungen und alten Blättern sicherer zu unterscheiden ist als bei *Hedera*, geht dies deutlicher als bei letzterem Objekt hervor. Die herbstliche Zunahme erfolgt plötzlich, dann findet sich wieder ein annähernd konstanter Wert, der hier aber länger, nämlich bis zum Februar, dauert. Im März erfolgt ein Abfall wie bei *Hedera*, das April-Maximum tritt auch hier





immergrünen Gewächse keinen Herbstlaubfall besitzen, ist es verständlich, daß die in den Blättern vorhandenen Stickstoffverbindungen in diesen erhalten bleiben und nicht in den Stamm zurückgezogen werden. Wenn KELLNER in seiner Arbeit über den Teestrauch im Herbst eine Abnahme des gesamten Eiweißstickstoffes findet, so erklärt sich dies vielleicht daraus, daß *Thea* an ganz andere klimatische Verhältnisse angepaßt ist.

Tabelle 16. *Pinus Cembra*.

	Gesamt-N in %	Eiweiß-N in %	Gehalt löslicher Körper in %
18. I. . . . .	1,802	1,693	0,109
II./III. . . . .	2,033	1,784	0,249
18. IV. . . . .	2,138	1,897	0,241
30. V. . . . .	2,192	1,887	0,305
26. VI., alt . . .	1,764	1,686	0,078
20. VI., jung . .	1,638	1,585	0,053
16. VII., alt . .	1,796	1,707	0,089
16. VII., jung . .	1,646	1,542	0,104
8. VIII., alt . .	1,990	1,900	0,090
8. VIII., jung . .	1,911	1,783	0,128
28. IX., alt . . .	1,898	1,820	0,078
28. IX., jung . .	1,774	1,721	0,053
25. X., alt, . . .	1,842	1,695	0,147
25. X., jung . .	1,742	1,661	0,081
30. XI., alt . . .	1,965	1,857	0,108
30. XI., jung . .	2,046	1,922	0,124
18. XII. alt, . .	1,817	1,703	0,114
18. XII., jung . .	1,705	1,632	0,073

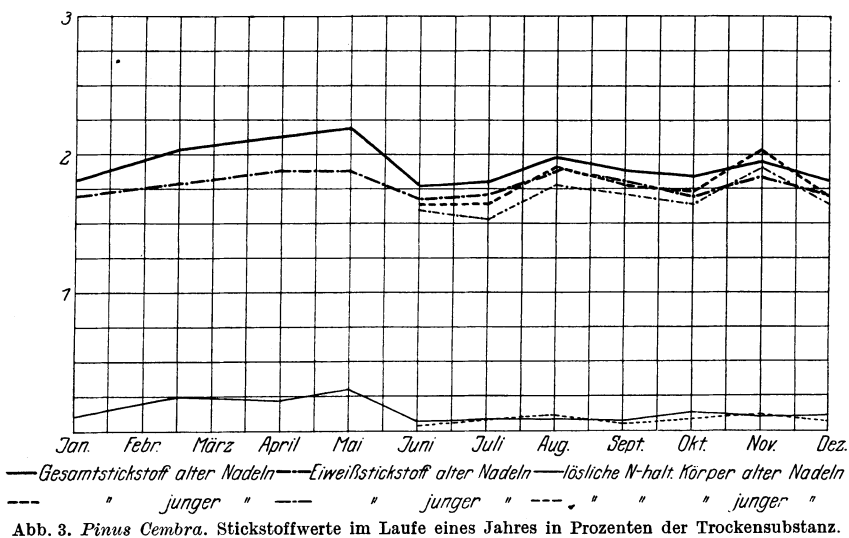
Siehe auch Abb. 3.

*Pinus* zeigt gegenüber *Hedera* und *Ilex* keine grundsätzlichen Unterschiede, doch sind die Schwankungen geringer. Die absoluten Werte junger Nadeln sind sicher kleiner als es die prozentualen Zahlen erkennen lassen, doch sind junge Nadeln fast ebenso dick wie alte, somit ist der Unterschied nicht so groß wie bei Laubblättern. Jedenfalls zeigen Juni und Juli den geringsten Gehalt an Gesamtstickstoff, und zwar junge Nadeln erheblich weniger als alte. Dasselbe gilt für Eiweißstickstoff, während die löslichen Stickstoffverbindungen zwar geringe, aber stark schwankende Werte ergeben. In den folgenden Monaten erfolgt unter Schwankungen im allgemeinen eine schwache Zunahme aller Werte. Von Februar bis März, also etwa wie bei *Hedera*, steigt der Gesamtstickstoffwert deutlich, doch bezieht sich diese Zunahme nicht auf Eiweiß, sondern auf die löslichen Stoffe, die jetzt ein deutliches Maximum zeigen.

Bei Betrachtung aller drei Pflanzen ergibt sich viel Gemeinsames, das noch einmal kurz zusammengefaßt werden soll.

Junge Blätter zeigen einen geringen Stickstoffgehalt, im August erreichen sie etwa den Wert vorjähriger Blätter. Auch diese besitzen im Sommer ein Stickstoffminimum. Im Januar, oder auch etwas später, steigt der Wert plötzlich an. Der Eiweißgehalt ist ähnlichen Schwankungen unterworfen (nicht aber bei *Pinus Cembra*). Sehr deutlich erscheint überall der Abfall vom Vorfrühling zum Frühjahr (April/Mai oder Mai/Juni). Ferner ist sehr auffällig das Minimum an löslichen Stickstoffverbindungen im Sommer und das Maximum etwa von Januar bis April.

Es fragt sich jetzt, welche weiteren Schlüsse dieses Verhalten gestattet. Dabei ist besonders der Vergleich mit dem jeweiligen Kohlen-



hydratgehalt der Blätter, der in PREISINGS Arbeit enthalten ist, von Belang. Zur Zeit der größten Kohlenhydratmengen im Blatt, also im Juli und August, ist der Gehalt an Stickstoffverbindungen am geringsten, zur Zeit des völligen Mangels an Kohlenhydraten am größten. Dies gestattet den Schluß, daß beide Bildungsvorgänge voneinander weitgehend unabhängig sind. Die Temperatur kann nicht der ausschlaggebende Faktor sein, sonst müßten die Werte des Spätherbstes denen der Frühlingsmonate gleicher Temperatur ähneln. Der erhöhte Gehalt im Januar/Februar, besonders bei *Hedera*, kann nur durch Zuleitung aus dem Stamm erklärt werden, da das Blatt fast keine Kohlenhydrate mehr besitzt. Man wird so geneigt sein, die um diese Zeit reichlich auftretenden löslichen Verbindungen wenigstens zum Teil als zugeleitete Stoffe zu betrachten. Sie dürften dem Eiweißaufbau dienen; dessen Menge sinkt bei allen Objekten im Dezember etwas ab, also zur Zeit, wo die Kohlenhydrate verschwinden, und es ist anzunehmen, daß jetzt

durch Atmung Eiweißverluste entstehen. Diese werden durch Stoffzuleitung nicht nur ausgeglichen, sondern die Mengen an Gesamt- und Eiweißstickstoff werden sogar erhöht, so daß jetzt Atmungsstoffe bereitstehen. Natürlich ist es möglich, daß ein Teil der löslichen Körper auch Abbauprodukte aus dem Dissimilationsprozeß darstellt. Die Annahme der Stoffeinwanderung in die Blätter findet eine Stütze in PREISINGS Ergebnissen. Dieser fand um dieselbe Jahreszeit eine schwache nächtliche Gewichtszunahme der Blätter. Der starke Abfall im Eiweiß- und Gesamtstickstoffgehalt im Mai bzw. Juni tritt zur Zeit der Bildung neuer Blätter auf. Es ist demnach kaum daran zu zweifeln, daß die alten Blätter an die jungen einen Teil ihrer Stickstoffsubstanzen abgeben. Als Vorbereitung finden wir durchweg im März und April die größten Mengen löslicher Stickstoffverbindungen, die anscheinend für den Abtransport bereitgestellt werden.

Vergleichen wir die Monatsschwankungen mit den Tagesschwankungen, die aus den Kontrollblättern ermittelt wurden. Wir fanden solche bei *Ilex* von April bis September, und zwar Tageszunahme mit Ableitung am Nachmittag (April bis Juni, September), oder in der Nacht (Juli, August). Es fällt auf, daß die Monate der nächtlichen Ableitung die geringsten Stickstoffwerte aufweisen. Es läßt dies vermuten, daß auch tagsüber stickstoffhaltige Körper auswandern, die Bildung also größer ist als die ermittelten Werte erkennen lassen. April und September dagegen zeigen höhere Stickstoffwerte bei starker Zunahme der löslichen stickstoffhaltigen Körper. Dies mag damit zusammenhängen, daß die niedrigere Nachttemperatur die Auswanderung verhindert, so daß die tägliche Neubildung nicht vollständig auswandern kann.

### B. Sommergrüne Pflanzen.

Dem Verhalten der immergrünen Pflanzen sei in der Folge noch kurz das einer sommergrünen Pflanze, nämlich von *Syringa vulgaris*, während der verschiedenen Monate gegenübergestellt.

Aus Tabelle 17, in der die Blattfläche nicht berücksichtigt ist, läßt sich im Mai an den jüngsten Blättern der prozentuale Maximalgehalt an Gesamt- und Eiweißstickstoff klar ersehen. Schon etwa nach 3 Wochen, am 7. Juni, war eine deutliche Abnahme beider Werte zu bemerken, der im Juli eine weitere folgt. Der Augustwert steht nicht sehr hinter dem Juliwert zurück. Im September fällt der Stickstoffgehalt mäßig, worauf im Oktober ein starkes Fallen folgt. Es findet sich nur noch etwa 46% des Maigehaltes. Die löslichen stickstoffhaltigen Körper lassen dagegen keine deutliche Gesetzmäßigkeit erkennen. Zur Zeit der Blattentwicklung findet sich der höchste Wert.

Diese Ergebnisse können leicht zu Trugschlüssen führen, insbesondere zu der Annahme, daß die jüngsten Blätter am stickstoffreichsten seien.

Wieder gibt nur die Beziehung der Werte auf die Flächeneinheit ein richtiges Bild. Die jungen Blätter besitzen in 1 qdm viel weniger Stickstoff als etwas ältere oder gar ausgewachsene Blätter. Die Verschiedenheit in den Tabellen 17 und 18 wird sofort klar, wenn man z. B. die Blattgewichte von 1 qdm im Mai und 1 qdm im Juni vergleicht. Am 15. Mai wog 1 qdm von *Syringa* 0,3978 g, am 7. Juni 0,5332 g. 1 g Substanz umfaßt also im Mai eine erheblich größere Blattfläche bzw. Blattzahl als im Juni, ebenso bezieht sich der höhere Stickstoffwert in 1 g auf eine entsprechend größere Blattzahl. In den folgenden Monaten ändert sich das Blattgewicht nicht mehr allzu sehr. Erst im Spätherbst

Tabelle 17. *Syringa vulgaris*.

	Gesamt-N in %	Eiweiß-N in %	Gehalt löslicher Körper in %
15. V. . . . .	4,12	3,8	0,32
7. VI. . . . .	3,91	3,2	0,11
12. VII. . . . .	2,93	2,76	0,17
13. VIII. . . . .	2,92	2,82	0,10
28. IX. . . . .	2,70	2,60	0,10
Ende X. . . . .	1,93	1,81	0,12

Tabelle 18. In der Blattflächeneinheit = 1 qdm.

	Gesamt-N in g	Eiweiß-N in g	Gehalt löslicher Körper in g
15. V. . . . .	0,01639	0,01511	0,00128
7. VI. . . . .	0,01765	0,01706	0,00059
12. VII. . . . .	0,02124	0,02000	0,00124
13. VIII. . . . .	0,02015	0,01946	0,00069
28. IX. . . . .	0,01863	0,01794	0,00069
Ende X. . . . .	0,01332	0,01249	0,00083

werden die Blätter infolge der Auswanderung der Kohlenhydrate wieder leichter. Die herbstliche Auswanderung der Kohlenhydrate und Eiweißkörper ist schon lange bekannt und immer wieder bestätigt worden, so z. B. von RISSMÜLLER (1874), WEHMER (1892), TUCKER (1900) u. a.

SCHULZE und SCHÜTZ (1909) fanden auf Grund ihrer Untersuchungen bei *Acer Negundo*, daß der prozentuale Stickstoffgehalt der Blattrocks substanz im Mai am höchsten ist. Von da ab sinkt die Menge bis zum Laubfall auf ziemlich die Hälfte der Maiblätter.

MOTHES (1926) machte bei seinen Untersuchungen über den N-Stoffwechsel höherer Pflanzen ähnliche Feststellungen. Er fand, daß die Blätter nach Erreichung des Maximalgehaltes an Gesamtstickstoff ständig abnehmen. Wenn er aber sagt, „daß Blattfläche und Frischgewicht eine annähernd gleich gute Konstante darstellen“, so ist dies wenigstens für junge Blätter nicht richtig. In seiner Tabelle 5 haben

junge Blätter von *Vicia Faba* einen viel höheren Stickstoffgehalt als alte, was sicher auch bei dieser Pflanze nur prozentual und nicht für die Fläche gilt. Pflanzen mit Kohlenhydrathunger zeigen bei ihm Stickstoffabnahme, wobei das Eiweiß sich verringert, während lösliche Körper zunehmen. Das Verhalten der Pflanzen im Winter lehrt aber, daß in den Versuchen von MOTHEs nicht der Kohlenhydrathunger die Ursache der Erscheinung war, sondern die lange Verdunkelung. Diese führt zum Vergilben der Blätter, die vorher ihre Stickstoffkörper zum Teil abführen und schließlich abfallen.

Entgegen der Annahme von MOTHEs muß aus meinen Ergebnissen gefolgert werden, daß der Abbau der Eiweißkörper und das reichliche Auftreten löslicher Stickstoffverbindungen hauptsächlich der Auswanderung der Stoffe dient und weniger der Veratmung. MOTHEs fand freilich, daß der Abbau nur bei höheren Temperaturen eintritt, nicht bei niederen, und so könnte man den fehlenden Abbau im Winter auf die niedere Temperatur zurückführen. Das dürfte auch zutreffen, auch wir fanden die höchsten Werte von löslichen Stickstoffverbindungen bei der wieder ansteigenden Temperatur im März/April. Aber zu dieser Zeit sind die Kohlenhydrate wieder in Zunahme begriffen. Die kalt gestellten Versuchsblätter von MOTHEs blieben grün, und das allein genügt zur Erklärung des mangelnden Abbaus. In der Kälte unterbleibt das Vergilben, daher auch die Auswanderung.

In verschiedenen Arbeiten hat COMBES (1926, 1927) die herbstliche Rückwanderung von stickstoffhaltigen Stoffen in Stamm und Wurzel festgestellt. Er untersuchte die ganzen Pflanzen, Blätter, Stengel, Stamm und Wurzel. In einer Arbeit über die junge Eiche fand er, daß im Frühjahr Wurzel und Stamm etwa die Hälfte ihrer Stickstoffsubstanz verlieren, andererseits vor dem Laubfall an solcher wieder zunehmen. Der Winter zeigt Stickstoffreichtum in Stamm und Wurzel. COMBES nimmt deshalb, wie die schon oben erwähnten Forscher, eine herbstliche Entleerung der Blätter an.

RAMANN und BAUER (1912) sowie RIPPEL (1921) beobachteten ähnliches.

#### IV. Zusammenfassung.

Aufgabe der Untersuchungen war, den bisher nicht näher studierten Stickstoffwechsel immergrüner Pflanzen aufzuklären. Als Untersuchungsmaterial wurden *Hedera Helix*, *Ilex Aquifolium*, *Pinus Cembra* gewählt und als laubwerfende Vergleichspflanze *Syringa vulgaris*.

Die Ergebnisse sind:

1. *Hedera Helix* läßt weder bei Tag noch bei Nacht eine Zu- bzw. Abnahme im Gesamt- und Eiweißstickstoff erkennen, sowohl auf die Trockensubstanz bezogen als auch auf die Blattfläche.

2. *Ilex Aquifolium* dagegen läßt am Tage eine Zunahme an Gesamtstickstoff erkennen. Diese dauert von April bis Juni und im September vom Morgen bis Mittag, während am Nachmittag Ableitung stattfindet. Im Juli und August finden sich Zunahme bis zum Abend und nächtliche Auswanderung. In den Wintermonaten bleibt der Wert tagsüber konstant oder sinkt etwas ab.

3. Bei Betrachtung des Verhaltens während des ganzen Jahres ist zunächst festzustellen, daß die jungen Blätter nur in Prozenten des Trockengewichts einen wesentlich höheren Stickstoffgehalt als ausgewachsene zeigen. Bei Berechnung auf die Einheit der Blattfläche ergibt sich; daß die jungen Blätter am wenigsten Stickstoff enthalten, weniger als ältere ausgewachsene.

4. Im Sommer zeigen auch vorjährige Blätter die geringsten Stickstoffwerte.

5. Die Blätter nehmen dann gegen den Herbst zu kontinuierlich an Stickstoff zu.

6. Bei allen drei Pflanzen fehlt die herbstliche Auswanderung, die von laubwerfenden Bäumen bekannt ist und auch bei *Syringa* gefunden wurde, gänzlich. Vielmehr bleibt der Stickstoffwert von September bis November auf gleicher Höhe und sinkt nur im Dezember ein wenig ab.

7. Auffällig ist bei allen Pflanzen eine deutliche Zunahme des Gesamtstickstoffs im Januar, dann erfolgt bei *Ilex* und *Hedera* ein allmähliches Absinken bis März, eine Zunahme im April.

8. Im Mai und Juni, zur Zeit der Entwicklung der jungen Blätter und Triebe, tritt bei *Hedera* und *Ilex* eine deutliche Abnahme des Stickstoffes in den alten Blättern auf; ähnlich verhalten sich die alten Nadeln von *Pinus*.

9. Die Menge der löslichen Stoffe ist in den Winter- und Frühlingsmonaten und besonders zu Beginn der Neubildung der Blätter wesentlich höher als im Sommer.

10. Beim Vergleich mit dem jeweiligen Kohlenhydratgehalt fällt auf, daß die Monate des größten Kohlenhydratgehaltes die geringsten Stickstoffwerte zeigen. Man wird annehmen können, daß um diese Zeit eine stärkere Auswanderung von Stickstoffsubstanzen stattfindet, während eine solche bei niederer Temperatur verhindert wird. Daher findet in den kälteren Monaten eine Anhäufung der löslichen Körper statt, die nur zum Teil zum Eiweißaufbau in den Blättern verwendet werden. Die hohe Anreicherung an löslichen Körpern vor der Bildung der neuen Blätter hingegen muß als Vorbereitung zum Abtransport aufgefaßt werden. Tatsächlich verlieren die alten Blätter bald darauf erhebliche Stickstoffmengen, die zum Aufbau der neuen Blätter verwendet werden dürften.

Herrn Professor Dr. H. VON GUTTENBERG, der mich zu der vorliegenden Arbeit anregte, danke ich für das lebhafte Interesse, das er dieser jederzeit entgegenbrachte.

### Literaturverzeichnis.

**Combes, R.:** Etude de la migration automnale des substances azotées chez le chêne par l'analyse de plantes entières. C. r. Acad. Sci. 182, Nr 16 (1926). Ref.: Ber. Biol. 2, 144 (1927). — La migration des substances azotées chez le hêtre au cours du jaunissement automnal. C. r. Acad. Sci. 182, Nr 19 (1926). Ref.: Ber. Biol. 2, 583 (1927). — La substance azotée chez une plante ligneuse au cours d'une année de végétation. C. r. Acad. Sci. 184, Nr 9 (1927). Ref.: Ber. Biol. 4, 432 (1927). — Emigration des substances azotées des feuilles vers les tiges et les racines des arbres au cours du jaunissement automnal. Rev. gén. Bot. 38, Nr 452, 453, 454, 455, 456 (1926). Ref.: Ber. Biol. 4, 674 (1927). — Absorption et migration de l'azote chez les plantes ligneuses. Ann. de Physiol. 3, Nr 3 (1927). Ref. Ber. Biol. 5, 800 (1928). — **Combes, R. et Echevin:** Vitesse de l'émigration automnale des substances azotées vers les tiges chez les plantes ligneuses. C. r. Acad. Sci. 185, Nr 20 (1927). Ref.: Ber. Biol. 6, 836 (1928). — **Frank und Otto:** Untersuchungen über die Stickstoffassimilation in der Pflanze. Ber. dtsh. bot. Ges. 331 (1890). — **v. Guttenberg:** Studien über das Verhalten des immergrünen Laubblattes der Mediterranflora zu verschiedenen Jahreszeiten. Planta 4, 5 (1927). — **v. Guttenberg:** F. A. Preisings Untersuchungen über den Kohlenhydratstoffwechsel immergrüner Blätter im Laufe eines Jahres. Ebenda 6, 5 (1928). — **Kellner:** Die Zusammensetzung der Teeblätter in verschiedenen Vegetationszeiten. Landw. Versuchsstat. 33, 370 (1887). — **Kosutany:** Untersuchungen über die Entstehung des Pflanzeneiweißes. Ebenda 48, 13 (1897). — **Mothes, Kurt:** Die Bedeutung der Säureamide für den Stickstoffwechsel der Pflanze. Planta 1, 317 (1926). — Ein Beitrag zur Kenntnis des N-Stoffwechsels höherer Pflanzen. Ebenda 1, 472 (1926). — Über den Stickstoffwechsel der Coniferen. Ber. dtsh. bot. Ges. 15, 7 (1927). — Die Wirkung des Wassermangels auf den Eiweißumsatz in höheren Pflanzen. Ebenda, 1. Generalvers. (59) (1928). — **Otto und Kooper:** Beiträge zur Abnahme bzw. Rückwanderung der Stickstoffverbindungen aus den Blättern während der Nacht sowie zur herbstlichen Rückwanderung von Stickstoffverbindungen aus den Blättern. Landw. Jb. 39, 167 (1910). — **Ramann und Bauer:** Trockensubstanz, Stickstoff u. Mineralstoffe von Baumarten während einer Vegetationsperiode. Jb. f. wiss. Bot. 50, 67 (1912). — **Rippel:** Untersuchungen über die Mobilisation der Aschenbestandteile und des Stickstoffs in Zweigen beim frühjährlichen Austreiben. Biochem. Z. 113, 115 (1921). — **Rißmüller:** Über die Stoffwandlung in der Pflanze. Landw. Versuchsstat. 17, 17 (1874). — **Sachs:** Ein Beitrag zur Kenntnis der Ernährungstätigkeit der Blätter. Würzburg. Arb. 3, 1 (1888). — **Sapozhnikow:** Eiweißstoffe und Kohlenhydrate der grünen Blätter als Assimilationsprodukte. Ref.: Bot. Zbl. 63, 246 und Justs Bot. Jber. 1, 297 (1895). — **Schulze und Schütz:** Die Stoffwandlungen in den Laubblättern des Baumes, insbesondere ihre Beziehungen zum herbstlichen Blattfall. Landw. Versuchsstat. 71, 299 (1909). — **Tucker:** Über den Gehalt der Platanenblätter an Nährstoffen und die Wanderung dieser Nährstoffe beim Wachstum und Absterben der Blätter. J. Landw. 39 (1900). — **Wehmer, G.:** Zur Frage nach der Entleerung absterbender Organe, insbesondere der Laubblätter. Landw. Jb. 21, 513 (1892).

# Biologische Studienbücher

Herausgegeben von

Professor Dr. **Walther Schoenichen**

Berlin

- Band I: **Praktische Übungen zur Vererbungslehre** für Studierende, Ärzte und Lehrer. In Anlehnung an den Lehrplan des Erbkundlichen Seminars von Professor Dr. Heinrich Poll. Von Dr. **Günther Just**, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Berlin-Dahlem. Mit 37 Abbildungen im Text. 88 Seiten. 1923. RM 3.50
- Band II: **Biologie der Blütenpflanzen**. Eine Einführung an der Hand mikroskopischer Übungen von Professor Dr. **Walther Schoenichen**. Mit 306 Originalabbildungen. 216 Seiten. 1924. RM 6.60; gebunden RM 8.—
- Band III: **Biologie der Schmetterlinge**. Von Dr. **Martin Hering**, Vorsteher der Lepidopteren-Abteilung am Zoologischen Museum der Universität Berlin. Mit 82 Textabbildungen und 13 Tafeln. VI, 480 Seiten. 1926. RM 18.—; gebunden RM 19.50
- Band IV: **Kleines Praktikum der Vegetationskunde**. Von Dr. **Friedrich Markgraf**, Assistent am Botanischen Museum Berlin-Dahlem. Mit 31 Abbildungen. VI, 64 Seiten. 1926. RM 4.20; gebunden RM 5.40
- Band V: **Biologie der Hymenopteren**. Eine Naturgeschichte der Hautflügler von Dr. **H. Bischoff**, Kustos am Zoologischen Museum der Universität Berlin. Mit 224 Abbildungen. VII, 598 Seiten. 1927. RM 27.—; gebunden RM 28.20
- Band VI: **Biologie der Früchte und Samen (Karpobiologie)**. Von Professor Dr. **E. Ulbrich**, Kustos am Botanischen Museum der Universität Berlin-Dahlem. Mit 51 Abbildungen. VIII, 230 Seiten. 1928. RM 12.—; gebunden RM 13.20
- Band VII: **Pflanzensoziologie**. Grundzüge der Vegetationskunde. Von Dozent Dr. **J. Braun-Blanquet**, Montpellier. Mit 168 Abbildungen. X, 330 Seiten. 1928. RM 18.—; gebunden RM 19.40
- Band VIII: **Paläontologisches Praktikum**. Eine Anleitung für Sammler. Von Dr. phil. **O. Seitz**, Bezirksgeologe an der Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin, und Professor Dr. phil. **W. Gothan**, Kustos an der Preußischen Geologischen Landesanstalt Berlin a. o. Professor an der Techn. Hochschule, Honorarprofessor an der Universität Berlin. Mit 48 Abbildungen. IV, 173 Seiten. 1928. RM 9.60; gebunden RM 10.80
- Band IX: **Einführung in die Biologie der Süßwasserseen**. Von Dr. **Friedrich Lenz**, Hydrobiologische Anstalt der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in Plön (Holstein). Mit 104 Abbildungen. VIII, 221 Seiten. 1928. RM 12.80; gebunden RM 14.—

---

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN



# Beilsteins Handbuch der organischen Chemie

Vierte Auflage

Herausgegeben von der  
Deutschen Chemischen Gesellschaft

## Hauptwerk

die Literatur bis 1. Januar 1910 umfassend

Bearbeitet von **Bernhard Prager, Paul Jacobson †, Paul Schmidt, Dora Stern**

- Erster Band: **Leitsätze für die systematische Anordnung. Acyclische Kohlenwasserstoffe, Oxy- und Oxo-Verbindungen.** XXXV, 983 Seiten. 1918.  
Gebunden RM 128.—
- Zweiter Band: **Acyclische Monocarbonsäuren und Polycarbonsäuren.**  
VIII, 920 Seiten. 1920. Gebunden RM 116.—
- Dritter Band: **Acyclische Oxy-Carbonsäuren und Oxo-Carbonsäuren.**  
X, 938 Seiten. 1921. Gebunden RM 118.—
- Vierter Band: **Acyclische Sulfinsäuren und Sulfonsäuren. Acyclische Amine, Hydroxylamine, Hydrazine und weitere Verbindungen mit Stickstoff-Funktionen, Acyclische C-Phosphor-, C-Arsen-, C-Antimon-, C-Wismut-, C-Silicium-Verbindungen und metallorganische Verbindungen.** XVI, 734 Seiten. 1922. Gebunden RM 94.—
- Fünfter Band: **Cyclische Kohlenwasserstoffe.** VI, 796 Seiten. 1922.  
Gebunden RM 100.—
- Sechster Band: **Isocyclische Oxy-Verbindungen.** X, 1285 Seiten. 1923.  
Gebunden RM 162.—
- Siebenter Band: **Isocyclische Monooxo-Verbindungen und Polyoxo-Verbindungen.**  
VIII, 955 Seiten. 1925. Gebunden RM 128.—
- Achter Band: **Isocyclische Oxy-Oxo-Verbindungen.** VIII, 616 Seiten. 1925.  
Gebunden RM 80.—
- Neunter Band: **Isocyclische Monocarbonsäuren und Polycarbonsäuren.**  
XI, 1063 Seiten. 1926. Gebunden RM 160.—
- Zehnter Band: **Isocyclische Oxy-Carbonsäuren und Oxo-Carbonsäuren.**  
XII, 1124 Seiten. 1927. Gebunden RM 164.—
- Elfter Band: **Isocyclische Sulfinsäuren und Sulfonsäuren.** IX, 443 Seiten. 1928.  
Gebunden RM 90.—
- Zwölfter Band: **Isocyclische Reihe. Monoamine.** VIII, 1436 Seiten. 1929.  
Gebunden RM 260.—

## Erstes Ergänzungswerk

Die Literatur von 1910—1919 umfassend

Herausgegeben von der **Deutschen Chemischen Gesellschaft**

Bearbeitet von **Friedrich Richter**

- Erster Band: Als Ergänzung des ersten Bandes des Hauptwerkes. XIV, 492 Seiten. 1928. Gebunden RM 76.—
- Zweiter Band: Als Ergänzung des zweiten Bandes des Hauptwerkes. X, 355 Seiten. 1929. Gebunden RM 70.—

---

**System der organischen Verbindungen.** Ein Leitfaden für die Benutzung von **Beilsteins Handbuch der organischen Chemie.** Herausgegeben von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Bearbeitet von B. Prager, D. Stern, K. Ilberg. III, 246 Seiten. 1929. Gebunden RM 24.—

---

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN