

Trockensubstanz, Stickstoff und Mineralstoffe von Baumarten während einer Vegetationsperiode.

Von

E. Ramann und H. Bauer.

Untersuchungen über das Verhalten der Baumarten beim Austriebe im Frühlinge sind ziemlich zahlreich ausgeführt worden; es fehlen aber noch Bestimmungen, die den Baum als Ganzes erfassen und die Veränderungen feststellen, welche den verschiedenen Abschnitten der Vegetationszeit entsprechen.

Diese ergeben sich ohne weiteres aus dem Verlauf einer Vegetationszeit. Bis Februar und Mitte März reicht der Zustand der Winterruhe, April und Anfang Mai beginnen die Knospen zu schwellen und der Austrieb erfolgt je nach der Witterung und Baumart. Die volle Ausbildung der jungen Triebe und neugebildeten Blattorgane ist in der Regel Mitte bis Ende Mai erfolgt, bis Mitte Juli nehmen die Blätter den Charakter der Sommerblätter an, bis Mitte September ist die Trennungsschicht des Blattstieles vorgebildet und der Blattabfall erreicht im November sein Ende. Wintergrüne Baumarten sind gegenüber blattabwerfenden im Vorteil, da ihr dauernder Besitz von Blattorganen ihnen erlaubt, bereits zu einer Zeit zu assimilieren, in der die winterkahlen Bäume noch entlaubt stehen. Es kann daher nicht auffallen, daß die einzelnen Abschnitte im Verlaufe der Vegetationszeit bei den Bäumen mit vollem Laubfall schärfer hervortreten als bei wintergrünen Baumarten.

Bekannt ist, daß der Austrieb im Frühling überwiegend auf Kosten im Baumkörper gespeicherter Reservestoffe erfolgt; ganz charakteristisch trat dies bei den Untersuchungen von A. Möller

hervor, der nachwies, daß die Entwicklung des Frühjahrstriebes der Kiefer von der Ernährung des vorangehenden Jahres abhängig ist¹⁾.

Zur Untersuchung des Verhaltens der Pflanzen während einer Vegetationsperiode bedarf man einer genügenden Anzahl gleichmäßig entwickelter Individuen; diese Forderung ist für Baumarten nur bei ganz jungem Material erfüllbar. Unsere Analysen beziehen sich daher auf ein- bis vierjährige Pflanzen und sind je nach der Entwicklung mit 50 bis mehreren hundert Exemplaren ausgeführt worden. Die Zusammenstellungen zeigen, daß diese Zahl ausreichte, das charakteristische Verhalten erkennbar zu machen.

Für uns kam es zunächst darauf an, Richtlinien festzulegen, es war deshalb richtiger, eine größere Anzahl von Arten zur Untersuchung heranzuziehen als eine einzelne Baumart erschöpfend zu behandeln. Die Kenntnis des Verhaltens der Baumarten ist gegenüber den landwirtschaftlichen Pflanzen stark zurückgeblieben, eine erste Untersuchung muß sich zunächst auf summarische Bestimmungen beschränken.

Die zur Untersuchung verwendeten Pflanzen sind zumeist aus dem staatlichen Pflanzgarten in Rosenheim bezogen; Tannen und Buchen lieferte das Forstamt Schlüsselfeld; Eichen erhielten wir aus Knittelsheim in der Rheinpfalz. Es ist uns eine angenehme Pflicht, den Herren Forststrat E. Hofmann in Rosenheim, Forstmeister L. Schmitt in Schlüsselfeld und Dr. Schott in Knittelsheim unseren Dank für die Mühe und Sorgfalt auszusprechen, welche sie auf Gewinnung ausgeglichenen Materials verwendet haben.

Der Boden des Pflanzgartens in Rosenheim ist ein fruchtbarer, mit Kompost und Latrinendünger gut versehener tiefgründiger Lehmboden; der Boden des Pflanzkampes in Schlüsselfeld ist nur durchhackter, nicht weiter gedüngter schwerer und wenig fruchtbarer Tonboden der Keuperformation.

Die Pflanzen wurden sofort nach der Werbung verpackt und dem bodenkundlichen Laboratorium der forstlichen Versuchsanstalt in München eingeschickt; hier erfolgte die Zerlegung der Pflanzen in ihre Teile.

Der Austrieb der Baumpflanzen im Frühling.

Der Austrieb erfolgt auf Kosten von in den Pflanzen gespeicherten Stoffen; hierbei wird Arbeit geleistet, die hierzu nötige Energie

1) Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1905.

wird geliefert aus dem Abbau organischer Substanz und diese Tatsache beweist sich durch einen mehr oder weniger starken Gewichtsverlust. Je jünger der Baum ist, um so schärfer wird dies hervortreten, da das prozentische Verhältnis zwischen der Menge der Gerüststoffe und der umwandelbaren Reservestoffe mit steigendem Alter des Baumes immer weiter wird.

Dem Verbrauch vorgebildeter Stoffe steht der Gewinn durch neueinsetzende Assimilation gegenüber, die bei den Baumarten verschieden stark sein wird und namentlich bei den wintergrünen Nadelhölzern früh beginnt. Es ist dies der Grund, daß bei diesen die Gewichtsabnahme beim Austriebe gering ist und selbst ganz verdeckt werden kann.

Je reichlicher die Menge der neugebildeten Blätter sowohl absolut, wie im Verhältnis zum Holzkörper ist, je rascher der Austrieb erfolgt, um so stärker wird der prozentische Gewichtsverlust an organischem Material sein. Es kann daher nicht auffallen, daß bei den Baumarten verschiedenes Verhalten auftritt.

Von den untersuchten Baumarten zeigten Gewichtsabnahme (in absoluten Gewichten und Prozenten der vorher vorhandenen Trockensubstanz):

	Datum	Gewicht von 100 Pflanzen in g		Gewichts- ab- nahme %
Spitzahorn, 3-jähr.	2. V. — 21. V.	2. V. 1263	21. V. 738	41,6
Roterle, 2-jähr.	27. IV.—18. V.	keine Gewichtsabnahme		
Esche, 2-jähr.	4. V. — 21. V.	4. V. 2432	21. V. 1596	44,4
Buche, 2-jähr.	27. II. — 21. V.	27. II. 335	21. V. 191	43,0
Buche, 2-jähr.	4. IV.—14. V.	4. IV. 119	14. V. 92	22,8
Feld-Ulme, 2-jähr.	2. V. — 18. V.	2. V. 2575	18. V. 1773	31,2
Lärche, 2-jähr.	27. IV.—21. V.	keine Gewichtsabnahme		

Die Zahlen zeigen hinreichend, welche kolossalen Gewichtsverluste junge Baumpflanzen beim Austrieb im Frühlinge erleiden können. Das interessanteste Beispiel für diese Verhältnisse bietet die Stieleiche, von der sowohl Pflanzen im Frühlinge als auch im Sommer mit und ohne Johannistrieb untersucht wurden.

Die Gewichte für je 100 Pflanzen in g waren

5. III.	24. V.	25. VI.	31. VIII.	31. VIII.
			ohne Johannistrieb	mit Johannistrieb
629	606	938	1169	809

Der Gewichtsverlust im Frühjahr betrug nur 4 %, dagegen bei den Pflanzen mit Johannistrieb 15 %, trotzdem bei den letzteren eine große Anzahl lebensfähiger Blätter vorhanden war.

Verhalten von Stamm und Wurzel beim Austrieb.

Bei allen untersuchten Baumarten tritt nach dem Austriebe Gewichtsabnahme bei Stamm und Wurzel auch dann hervor, wenn ein absoluter Gewichtsverlust des ganzen Pflanzenkörpers nicht nachweisbar ist.

In Prozenten der vor dem Austriebe vorhandenen Trockensubstanz betragen die Verluste der untersuchten Pflanzen

	Datum	Gewichtsverlust %	
		Stamm	Wurzel
Spitzahorn	2. V. — 21. V.	47,0	44,4
Roterle	27. IV. — 18. V.	1,2	46,4
Esche	4. V. — 21. V.	29,6	36,1
Buche	27. IV. — 21. V.	16,6	38,9
Feldulme	2. V. — 18. V.	27,0	36,2
Lärche	27. IV. — 21. V.	20,5	15,5
Fichte	27. II. — 22. V.	6,0	23,0
Tanne	2. V. — 14. V.	7,1	5,9
Kiefer	11. III. — 22. V.	19,9	
Stieleiche	15. III. — 24. V.		24,8
Stieleiche(Johannis- trieb)	25. VI. — 31. VIII.	8,9	27,4

Zwischen den verschiedenen Baumarten treten eigentümliche Unterschiede hervor, die auf physiologisch verschiedenes Verhalten deuten. Im allgemeinen werden die Wurzeln stärker erschöpft als der Stamm. Die einzige nennenswerte Ausnahme von dieser Regel, das Verhalten der Lärche, läßt sich vielleicht auf biologische Eigentümlichkeiten zurückführen, da bei dieser Holzart Austrieb bei sehr niedriger Bodentemperatur stattfindet.

Unter den Laubhölzern zeigen Erle und Eiche geringe Beanspruchung des Stammes bei starker Erschöpfung der Wurzeln. Die Eiche verhält sich hierbei sowohl im Frühlinge als bei Bildung von Johannistrieben gleichartig, so daß man wohl eine zum Ausdruck kommende Eigentümlichkeit der Art annehmen kann.

Bei den wintergrünen Nadelhölzern zeigt sich regelmäßig nur mäßige Beanspruchung der Reservestoffe, die, wie es scheint,

stärker den Wurzeln als dem Stamm entzogen werden; einen erheblichen Teil der organischen Substanz liefert offenbar die Assimilation der alten Nadeln.

Die Bildung der Trockensubstanz während der Vegetationsperiode.

Über den Verlauf der Ablagerung der Trockensubstanz gibt Tabelle I Auskunft. Die Menge des Ausgangsmaterials ist stets gleich 100 gesetzt.

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus den vorliegenden Daten noch nicht ableiten, zumal es sich um junge Pflanzen handelt, bei denen die Einnahme an organischen Stoffen prozentisch umso mehr hervortritt, je geringer das Gewicht der Ausgangspflanzen ist. Immerhin lassen die Zahlen erkennen, daß große Unterschiede zwischen den einzelnen Arten vorhanden sind, die sowohl beim Wachstum des Stammkörpers wie der Wurzeln sich geltend machen.

Einmaliger Frühjahrstrieb und dauerndes Spitzenwachstum.

Das Spitzenwachstum der Bäume kann man in zwei Gruppen einteilen: 1. in Bäume, die einen Frühjahrstrieb machen, dessen Länge im Laufe der Vegetationszeit nicht mehr wesentlich zunimmt und 2. in Bäume mit Spitzenwachstum während der ganzen Vegetationszeit. Eine Unterabteilung der ersten Gruppen umfaßt Baumarten, die mehr oder weniger regelmäßig Johannistriebe bilden.

Im allgemeinen sind die Bäume der ersten Gruppen durch Ausbildung starker Endknospen ausgezeichnet.

Von den untersuchten Baumarten gehören zur

Gruppe 1: Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Esche; mit Johannistrieb: Buche, Eiche, selten Tanne, Kiefer.

Gruppe 2: Spitzahorn, Feldulme, Erle.

Ganz scharf läßt sich diese Trennung nicht durchführen, namentlich nicht bei jungen Pflanzen; so ist z. B. das Wachstum der Johannistriebe der Eichen, des Gipfeltriebes der Lärche bei günstigen Vegetationsbedingungen nicht immer streng begrenzt.

Johannistriebe. Je nach Ernährung der Pflanzen und der herrschenden Witterung treten Johannistriebe bei Buche und Eiche auf oder ihre Bildung unterbleibt. Oft stehen Pflanzen mit und ohne Johannistrieb auf demselben Beete nebeneinander. Es handelt

sich hier offenbar um Ausnutzung angesammelter Reservestoffe und um günstige Lebensbedingungen; namentlich scheint genügende Wasserversorgung von Einfluß zu sein. Man geht wohl nicht fehl, wenn man den Johannistrieb mit reichlichen sömmerlichen Niederschlägen in Verbindung bringt.

Es ist zweifelhaft, ob man die Bildung von Johannistrieben als günstig oder ungünstig für die Art zu betrachten hat. Als günstig kommt in Betracht rascher Höhenwuchs und frühes Überschreiten der frostgefährdeten tieferen Luftschichten; andererseits verholzen die Johannistriebe langsam, sie bleiben vielfach schwach entwickelt und leiden unter Frühfrösten. Zumal bei der Eiche können die Beschädigungen bei ungünstigem Herbst sehr empfindlich werden. Die Pflanzen mit Johannistrieben gehen daher in der Regel weniger gefestigt in den Winter und ihr Vorrat an Reservestoffen für den kommenden Frühjahrsaustrieb bleibt stark hinter dem der Pflanzen ohne Johannistrieb zurück. Nutzen oder Schaden der Johannistriebe ist daher von der Witterung des Herbstes abhängig. Im allgemeinen wird man aber, in nicht frostgefährdeten Lagen, den Pflanzen ohne Johannistrieb günstigere Lebensbedingungen zuschreiben müssen; wenigstens gilt das für die Eiche.

Frühjahrsholz und Herbstholz. Die Bildung des Frühjahrsholzes und Herbstholzes der Jahresringe hängt eng mit den Lebensbedingungen der Pflanzen beim Austrieb junger Sprosse zusammen. Frühjahrsholz wird überwiegend aus gespeicherten und reichlich vorhandenen Reservestoffen im Verlaufe weniger Tage oder Wochen, also in kurzer Zeit gebildet; das Herbstholz hingegen ist das Produkt fortschreitender Assimilation und langsamer Ablagerung organischer Stoffe.

Für die Bäume ist es vorteilhaft, wenn der Austrieb rasch verläuft, denn die jungen Triebe sind den Angriffen feindlicher Einflüsse (Frost, starker Verdunstung, mechanischen Beschädigungen, tierischen Feinden, Parasiten) mehr ausgesetzt als ältere Pflanzenteile. Für unsere Baumarten ist die Abhängigkeit des Austriebes vom Klima unverkennbar.

Die Lebensbedingungen beim Beginn des Frühjahrsaustriebes sind für die Baumarten ungewöhnlich günstig. Im Baumkörper sind organische Reservestoffe und anorganische Nährstoffe gespeichert; der Boden ist im Frühling reich an Wasser, die Verdunstung ist im allgemeinen infolge der noch niederen Temperatur mäßig stark. Alles dies führt dazu, daß im Frühling ein dem Baum sonst fremdes

üppiges Wachstum einsetzt, welches in der Bildung eines großzelligen Gewebes seinen Ausdruck findet. Man kann von einer temporären Überernährung sprechen. Die Berechtigung dieses Vergleiches ergibt sich z. B. aus dem Verhalten der Kiefer auf nährstoffreichem Niedermoor; hier trägt ihr Holz fast ganz den Charakter des „Frühlingsholzes“. Der reichliche Vorrat an Wasser kann hierfür nicht ausschließlich entscheidend sein, denn Kiefern auf nährstoffarmem Hochmoor haben nur kleine, dünnwandige Zellen.

Mit dieser Auffassung steht im Einklange, daß in den Johannis-trieben sich gleichfalls ein Holzring bildet, sowie daß Baumarten mit fortgesetztem Spitzenwachstum die Jahrringbildung meist weniger scharf hervortreten lassen.

Verhalten des Stickstoffes beim Austrieb der Bäume.

Beim Austrieb der jungen Sprosse der Bäume wandern mit den organischen Stoffen gleichzeitig Stickstoff und Aschenbestandteile.

Bei den untersuchten jungen Baumpflanzen ist der auf Trockensubstanz berechnete absolute Gehalt an Stickstoff im Stammkörper und Wurzelkörper annähernd je zur Hälfte enthalten. Im höheren Baumalter werden sich wahrscheinlich andere Verhältnisse ergeben, da bei der gleichen Baumart der Stickstoffgehalt mit Abnahme des Durchmessers der Sortimenten wächst; es nimmt also der durchschnittliche Gehalt an Stickstoff um so mehr ab, je größer der prozentische Anteil des Holzkörpers gegenüber dem Rindenkörper wird.

Beim Austriebe wandert der Stickstoff in den untersuchten Bäumen oft stärker als die organischen Stoffe und nicht selten wird über die Hälfte des vorhandenen Stickstoffes an die jungen Triebe abgeführt. Es tritt also zunächst eine starke Erschöpfung der älteren Pflanzenteile an Stickstoff ein, die erst im Laufe der Vegetationszeit durch Neuaufnahme wieder ausgeglichen wird. Der zeitliche Verlauf der Stickstoffaufnahme zeigt bei den Holzarten erhebliche Verschiedenheit, so daß der Stickstoffvorrat des Bodens je nach der Baumart zu bestimmten Zeiten gar nicht, schwach oder stark und selbst sehr stark beansprucht wird. Dies Verhalten hat nicht nur theoretisches Interesse, sondern gewinnt auch praktische Bedeutung für die Düngung der forstlichen Pflanzkämpfe und deutet den Weg an, der auch hier von der Bodendüngung zur Pflanzendüngung führt.

Die zeitliche Aufnahme des Stickstoffes.

Bei den untersuchten Baumarten setzt die Neuaufnahme von Stickstoff aus dem Boden in der Regel erst nach vollendetem Austriebe im Frühling ein; nur die Tanne machte eine Ausnahme, die ihren Stickstoffbedarf schon zeitig im Frühjahr deckt.

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick der gefundenen Verhältnisse, wobei die Aufnahme von Stickstoff als fehlend (keine) sehr schwach, schwach, mäßig, stark, sehr stark bezeichnet wurde. Die absoluten Zahlen sind in den Tab. II und III niedergelegt. Als maßgebend ist die auf je 100 Pflanzen berechnete Stickstoffaufnahme zu betrachten, da nur durch diese Form der Darstellung vergleichbare Zahlen gewonnen werden können.

Stickstoffaufnahme erfolgt:

	Februar bis Mitte Mai	Mitte Mai bis Mitte Juli	Mitte Juli bis Mitte Sept.	Mitte Sept. bis Ende Nov.
Spitzahorn . . .	keine	sehr stark	sehr stark	keine
Roterle . . .	sehr schwach	sehr stark	sehr stark	sehr stark
Esche	mäßig	stark	schwach	keine
Buche	keine	mäßig	stark	keine
Feldulme . . .	keine	stark	sehr stark	keine oder sehr schwach
Fichte	keine	sehr stark	schwach	keine
Tanne	stark	keine	keine	schwach
Kiefer	keine	mäßig	sehr stark	mäßig
Lärche	mäßig	sehr schwach oder keine	sehr stark	stark
Eiche	mäßig	mäßig	mäßig	keine

Eichenpflanzen mit Johannistrieben zeigten während des zweiten Austriebes keine Stickstoffaufnahme, während die Eichen ohne Johannistrieb ihren Gehalt gleichmäßig erhöhten.

Die Erlen assimilieren mit Hilfe ihrer Wurzelbakterien elementaren Stickstoff; diese Aufnahme war beim Beginn der Vegetationszeit gering, setzte dann stark ein und erhielt sich bis zum Spätherbst auf beträchtlicher Höhe. Der absolute Gehalt der Pflanzen hatte sich vom 18. Mai bis zum 9. Juli bereits verdoppelt.

Die Esche nahm bereits vor dem Austrieb beträchtliche Mengen Stickstoff auf, dessen Hauptmenge bis Mitte Juli assimiliert war.

Für Buche liegen zwei Untersuchungsreihen vor (Rosenheim und Schlüsselfeld). Obgleich Ernährungsbedingungen und Wuchs erheblich abweichen, zeigte sich doch gleiches Verhalten in bezug

auf die Stickstoffaufnahme, die bis Anfang Juli nur mäßig stark fortschritt und erst nach dieser Zeit beträchtlich wurde.

Die Lärche charakterisiert sich durch starke Aufnahme in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit.

Die Fichte deckt fast ihren gesamten Bedarf in der Zeit nach dem Austrieb bis Anfang bzw. Mitte Juli, stellt also in dieser Zeit ganz beträchtliche Ansprüche an den Stickstoffgehalt des Bodens.

Die Kiefer beginnt nach dem Austriebe ihre Stickstoffaufnahme, die aber erst in der zweiten Hälfte der Vegetationszeit stark wird und bis zum Spätherbst andauert.

Auf das eigenartige Verhalten der Tanne mit ihren starken Anforderungen im Frühjahr und schwacher Aufnahme im Spätherbst ist bereits hingewiesen worden.

Im allgemeinen scheinen Beziehungen zwischen Stickstoffaufnahme und Wurzelwachstum der einzelnen Arten zu bestehen, ohne jedoch sehr eng zu sein.

In auffällig kurzer Zeit decken ihren Stickstoffbedarf: die Tanne vor dem Austriebe, die Esche bis Juli, die Fichte im Juni, die Kiefer von Juli bis Spätherbst.

Zur Vervollständigung des Bildes der Stickstoffgehalte der Fichte möge hier noch folgende Zusammenstellung eingeflochten sein.

Im Februar enthielten je 100 Fichten (Wurzel, Stamm und Nadeln):

1-jährig	0,1439 g N	4-jährig	12,0318 g N
2-jährig	0,7240 g N	5-jährig	36,0227 g N
3-jährig	4,6956 g N		

Es ist dies ein gutes Beispiel, um den minimalen Bedarf junger Baumpflanzen zu zeigen und sein rasches Ansteigen mit höherem Alter bis zu einem Maximum, welches nach Art und Entwicklung (Ertragklasse) in verschiedener Zeit erreicht wird, sich bisher als abhängig von der Blattmasse erwiesen hat.

Aufnahme der Mineralstoffe durch die Baumpflanzen.

Bisher sind die Aschenanalysen der untersuchten Baumarten für die Nadelhölzer fertig gestellt und von H. Bauer selbstständig verwertet worden¹⁾. Es soll daher an dieser Stelle nur eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten in Frage kommenden Nährstoffe und die Zeit der Aufnahme gegeben werden.

1) Dissertation, München 1910.

K a l i u m :

	Februar bis Mitte Mai	Mitte Mai bis Mitte Juli	Mitte Juli bis Mitte Sept.	Mitte Sept. bis Ende Nov.
Lärche	schwach	schwach	sehr stark	keine
Kiefer	keine	mäßig	stark	keine
Fichte	schwach	stark	mäßig	mäßig
Tanne	stark	keine	mäßig	mäßig

C a l c i u m :

Lärche	mäßig	mäßig	sehr stark	keine
Kiefer	keine	keine	mäßig	mäßig
Fichte	mäßig	stark	sehr stark	keine
Tanne	gleichmäßig bis November			

M a g n e s i u m :

Lärche	gleichmäßig bis September			keine
Kiefer	keine	schwach	mäßig	mäßig
Fichte	keine	mäßig	mäßig	keine
Tanne	keine	schwach	mäßig	mäßig

P h o s p h o r s ä u r e :

Lärche	keine	schwach	schwach	sehr stark
Kiefer	keine	keine	stark	keine
Fichte	keine	mäßig	mäßig	keine
Tanne	mäßig	mäßig	keine	keine

Bereits diese vier Baumarten zeigen sehr große Unterschiede in ihrem Verhalten und es ist anzunehmen, daß sich auch bei den übrigen Arten wechselnde Verhältnisse ergeben werden.

Die Veranlassung zu diesen Abweichungen sind in physiologischen und biologischen Eigentümlichkeiten der Bäume zu suchen, deren tiefere Ursachen noch ganz dunkel sind. Dagegen gestatten die vorliegenden Untersuchungen bereits einen Hinweis auf die Ernährungsverhältnisse in reinen und gemischten Beständen, die voraussichtlich noch größeres Interesse gewinnen werden, wenn auch die Aschenanalysen der Laubhölzer zum Abschluß gebracht worden sind.

Man stelle sich reine Bestände der vier Nadelhölzer und andererseits Waldungen vor, in denen mehrere Arten gemischt vorhanden sind. In der folgenden Zusammenstellung bedeutet ein senkrechter Strich schwache, zwei Striche mäßige, drei starke, vier

Striche sehr starke Aufnahme des betreffenden Nährstoffes und damit entsprechende Beanspruchung des Bodenvorrates in den einzelnen Vegetationszeiten.

Stickstoff:

	Februar bis Mitte Mai	Mitte Mai bis Mitte Juli	Mitte Juli bis Mitte Sept.	Mitte Sept. bis Ende Nov.
Fichte				
Kiefer				
Lärche				
Tanne				

Kalium:

Fichte				
Kiefer				
Lärche				
Tanne				

Phosphorsäure:

Fichte				
Kiefer				
Lärche				
Tanne				

Dieser einfache Überblick ist sehr lehrreich und zeigt namentlich, daß die in der Regel am sparsamsten vorhandenen und von den Bäumen stark beanspruchten Nährstoffe des Bodens zu verschiedenen Zeiten aufgenommen werden.

So fällt der Bedarf an Stickstoff für Fichte, Kiefer, Tanne überhaupt oder doch für die Zeit der stärksten Beanspruchung des Bodens zeitlich auseinander. Für Phosphorsäure gelten ähnliche Beziehungen für alle vier Baumarten.

Legt man diese Erfahrungen zugrunde, so genügt schon die zeitliche Aufnahme der wichtigsten Nährstoffe, um die Überlegenheit gemischter Waldungen gegenüber reinen Beständen hervortreten zu lassen. Gesellen sich hierzu noch biologische Einwirkungen, wie sie schon zahlreich bekannt und in den meisten Fällen für gemischte Bestände günstig sind, so läßt sich auch theoretisch begründen, was allen walderfahrenen Forstmännern längst bekannt ist: die Notwendigkeit gemischter Waldungen zur Erhaltung der Bodenkraft und des dauernden Gedeihens eines ertragreichen Waldes.

Aus den Untersuchungen lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

1. Der Austrieb der Bäume im Frühling erfolgt bei den Laubhölzern auf Kosten der in den Pflanzen aufgespeicherten Reservestoffe; bei den Nadelhölzern werden neben den Reservestoffen gleichzeitig gebildete Assimilate mit verwendet.

2. Während des Austriebes wird eine beträchtliche, bei jungen Laubholzpflanzen prozentisch oft sehr große Menge der Pflanzensubstanz für die Arbeitsleistung des Austriebes zersetzt und veratmet.

3. Die Bildung von Johannistrieben erfolgt unter ähnlicher Beanspruchung der Pflanzensubstanz wie die der Frühlingstriebe.

4. Die Aufnahme der Pflanzennährstoffe aus dem Boden ist bei den Baumarten zeitlich verschieden.

5. Die einzelnen Nährstoffe werden in verschiedenen Vegetationszeiten aufgenommen.

Tabelle I.

Gewichtsverhältnisse von Laub- und Nadelholzpflanzen innerhalb der Vegetationsperiode 1908.

Gewichte pro 100 Pflanzen in Grammen Trockensubstanz.

I. Buchen aus dem Pflanzgarten des k. Forstamts Rosenheim. 2-jährig:						
Zeit der Entnahme	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.	
Blätter		93,40	280,93	587,01	352,09	
Stamm	142,39	92,90	316,36	1288,10	995,63	
Wurzeln	193,11	98,92	334,59	1389,20	1287,51	
Sa. 100 Pflanzen	335,50	284,92	931,88	3264,31	2635,23	
Sa. Stamm u. Wurzel	335,50	191,52	650,95	2677,30	2283,14	

II. Buchenpflanzen aus dem Pflanzgarten des K. Forstamts Schlüsselfeld. 2-jährig:						
Zeit der Entnahme	2. Mai	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.	
Blätter		18,01	67,66	78,71		
Stamm	23,66	35,10	79,34	149,23	170,93	
Wurzeln	69,73	56,70	146,85	258,67	300,36	
Sa. 100 Pflanzen	93,39	109,81	293,85	486,61	471,29	
Sa. Stamm u. Wurzel	93,39	91,80	226,19	407,90	471,29	

III. Ahornpflanzen aus Rosenheim. 3-jährig:						
Zeit der Entnahme	27. Febr.	2. Mai	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	
Blätter			256,63	1869,95	2057,70	
Stamm	477,46	473,45	298,53	1567,87	4050,95	
Wurzeln	792,40	789,95	439,22	807,20	3008,85	
Sa. 100 Pflanzen	1269,86	1263,40	994,38	4245,02	9117,50	
Sa. Stamm u. Wurzel	1269,86	1263,40	737,75	2375,07	7059,80	

IV. Erlenpflanzen aus Rosenheim. 2-jährig:

Zeit der Entnahme	27. Febr.	18. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		867,84	3234,56	2119,72	
Stamm	1785,42	1606,32	3450,48	8312,84	9776,56
Wurzeln	1624,12	1117,84	1824,28	2861,44	
Sa. 100 Pflanzen	3409,54	3592,00	8509,32	13294,00	
Sa. Stamm u. Wurzel	3409,54	2724,16	5274,76	11174,28	

V. Eschenpflanzen aus Rosenheim. 2-jährig:

Zeit der Entnahme	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		610,11	1701,80	1281,30	
Stamm	630,32	625,62	1901,77	3044,50	3070,87
Wurzeln	1427,10	970,82	2115,00	3642,63	3285,70
Sa. 100 Pflanzen	2057,42	2206,55	5718,57	7968,43	6356,57
Sa. Stamm u. Wurzel	2057,42	1596,44	4016,77	6687,13	6356,57

VI. Ulmenpflanzen aus Rosenheim. 2-jährig:

Zeit der Entnahme	27. Febr.	18. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		461,56	1720,84	1080,00	
Stamm	1925,06	1120,28	3025,76	5602,12	7078,76
Wurzeln	1439,58	652,48	1225,56	3002,88	3253,48
Sa. 100 Pflanzen	3364,64	2234,32	5972,16	9685,00	10332,24
Sa. Stamm u. Wurzeln	3364,64	1772,76	4251,32	8605,00	10332,24

VII. Fichtenpflanzen aus Rosenheim. 4-jährig:

Zeit der Entnahme	27. Febr.	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Alte Nadeln	451,27	372,04	310,72	297,32	298,66
Junge Nadeln		201,00	775,53	667,95	756,99
Stamm	410,55	386,61	451,02	985,16	1019,64
Wurzeln	303,59	232,73	287,73	429,34	485,04
Sa. 100 Pflanzen	1164,41	1192,38	1825,00	2379,77	2560,33
Sa. Stamm u. Wurzeln	713,14	619,34	738,75	1414,50	1504,68

VIII. Lärchenpflanzen aus Rosenheim. 3-jährig:

Zeit der Entnahme	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Nadeln		358,23	448,62	793,06	200,02
Stamm	325,82	315,43	479,71	1641,60	2264,48
Wurzeln	223,26	158,76	228,73	546,07	701,60
Sa. 100 Pflanzen	549,08	832,42	1157,06	2980,73	3166,10
Sa. Stamm u. Wurzeln	549,08	474,19	708,44	2187,67	2966,08

IX. Föhrenpflanzen aus Rosenheim. 2-jährig:

Zeit der Entnahme	11. März	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Alte Nadeln	24,80	13,05	13,02		
Junge Nadeln		33,99	125,80	324,13	380,62
Stamm	34,78	10,89	50,42	130,17	140,64
Wurzeln	34,78	16,79	36,11	100,26	126,87
Sa. 100 Pflanzen	59,58	74,12	225,35	554,56	648,13
Sa. Stamm u. Wurzeln	34,78	27,68	86,53	230,43	267,51

X. Tannenpflanzen aus Schlüsselfeld. 4-jährig:

Zeit der Entnahme . .	10. März	2. Mai	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.
Alte Nadeln	156,49	192,06	173,64	156,04	127,58	154,22
Junge Nadeln			53,34	325,00	342,04	404,84
Stamm	195,52	287,72	266,92	396,64	496,36	613,24
Wurzeln	252,25	323,06	304,58	273,24	431,62	564,80
Sa. 100 Pflanzen	604,26	802,84	798,48	1150,92	1397,60	1737,10
Sa. Stamm u. Wurzeln . .	447,77	610,78	571,50	669,88	927,98	1178,04

XI. Stieleichen (Knittelsheim) 1909:

Zeit der Entnahme . .	15. März	24. Mai	25. Juni	31. Juli	31. Juli m. J.	19. Sept.
Johannistriebe					124,44	
Blätter		62,02	201,52	182,92	111,07	218,88
Stamm	209,15	218,29	221,29	296,13	199,53	396,91
Wurzeln	420,30	326,21	515,61	689,73	373,98	656,23
Sa. 100 Pflanzen	629,45	606,52	938,42	1168,78	809,02	1272,02
Sa. Stamm u. Wurzeln . .	629,45	544,50	736,90	985,86	573,51	1053,14

Tabelle II.

Tausend Teile Trockensubstanz enthalten Stickstoff:

Buche (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		32,36	25,48	25,09	20,06
Stamm	16,29	11,27	10,12	9,81	12,34
Wurzel	17,67	11,96	9,34	10,89	10,30

Buche (Schlüsselfeld):

	4. April	2. Mai	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.
Blätter			25,13	24,93	20,65	10,68
Stamm	20,57	17,90	15,30	10,89	11,88	14,82
Wurzel	8,18	23,25	19,83	8,67	11,45	14,51

Eiche (Knittelsheim):

	15. März	24. Mai	25. Juni	31. Juli	31. Juli	10. Sept.
Johannistriebe					24,11	
Blätter		40,02	24,26	29,31	27,48	23,24
Stamm	9,64	8,82	6,05	6,86	5,84	6,53
Wurzel	10,53	9,17	5,09	4,51	4,58	6,17

Erle (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		44,65	29,34	28,56	25,83
Stamm	17,80	10,82	8,03	11,26	12,56
Wurzel	20,00	15,20	13,83	11,33	15,75

Esche (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		31,58	16,94	12,24	
Stamm	11,34	7,83	5,87	6,69	8,23
Wurzeln	11,80	9,67	5,89	5,86	7,07

Ahorn (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		44,27	27,60	22,35	
Stamm	17,08	11,98	9,46	8,97	10,57
Wurzeln	17,52	17,47	8,45	8,42	9,06

Ulme (Rosenheim):

	27. Febr.	18. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Blätter		49,63	26,81	23,70	
Stamm	14,53	11,85	5,54	10,34	11,08
Wurzeln	16,55	18,62	7,92	8,98	12,22

Lärche (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Nadeln		27,46	23,39	22,06	14,13
Stamm	19,72	9,33	7,46	8,19	10,33
Wurzeln	12,77	10,84	8,84	7,58	7,61

Fichte (Rosenheim):

	27. Febr.	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Junge Nadeln		23,81	14,14	16,33	13,73
Alte Nadeln	17,18	12,79	11,70	10,18	10,73
Stamm	7,71	6,21	6,49	6,80	6,58
Wurzeln	5,92	6,23	7,20	5,60	4,49

Föhre (Rosenheim):

	17. März	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Junge Nadeln		21,17	19,20	19,30	17,98
Alte Nadeln	23,53	20,71	13,41		
Stamm		9,42	9,41	12,18	11,77
Wurzeln		13,86	9,42	9,78	10,53

Tanne (Schlüsselheld):

	10. März	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.
Junge Nadeln		38,36	14,39	13,83	13,73
Alte Nadeln	22,46	21,38	16,31	14,88	14,01
Stamm	12,61	11,51	8,85	7,25	5,72
Wurzeln	9,04	9,41	7,84	6,08	6,18

Tabelle III.

Stickstoffgehalt der Gesamttrockensubstanz von 100 Pflanzen.

Buche (Rosenheim):						
	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.	
Blätter		3,03	7,17	14,73	7,08	
Stamm	2,27	1,05	3,19	12,67	12,35	
Wurzel	3,42	1,19	3,13	15,15	13,29	
Ganze Pflanze	5,69	5,27	13,49	42,55	32,72	
Stamm u. Wurzel	5,69	2,24	6,32	27,82	25,64	
Buche (Schlüsselfeld):						
	2. Mai	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.	
Blätter		0,45	1,69	1,63		
Stamm	0,42	0,36	0,86	1,77	2,53	
Wurzel	1,62	1,12	1,28	2,98	4,35	
Ganze Pflanze	2,04	1,93	3,83	6,38	6,88	
Stamm u. Wurzel	2,04	1,48	2,14	4,75	6,88	
Eiche (Knittelsheim):						
	15. März	24. Mai	25. Juni	31. Juli	31. Juli	19. Sept.
Johannistriebe					2,99	
Blätter		2,54	4,88	5,36	3,05	5,10
Stamm	2,02	1,92	1,34	2,03	1,16	2,59
Wurzel	4,41	2,99	2,63	3,11	1,71	4,05
Ganze Pflanze	6,43	7,45	8,85	10,50	8,91	11,74
Stamm u. Wurzel	6,43	4,91	3,97	5,14	2,87	6,64
Esche:						
	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.	
Blätter		19,28	28,73	15,74		
Stamm	7,18	4,90	11,17	20,44	25,27	
Wurzel	16,87	9,40	12,49	21,33	23,26	
Ganze Pflanze	24,05	33,58	52,39	57,51	48,53	
Stamm u. Wurzel	24,05	14,30	23,66	41,77	48,53	
Ahorn:						
Blätter		11,39	51,61	46,14		
Stamm	8,17	3,59	14,85	36,33	32,44	
Wurzel	13,86	7,68	6,82	25,37	21,84	
Ganze Pflanze	22,03	22,66	73,28	107,84	54,28	
Stamm u. Wurzel	22,03	11,27	21,67	61,70	54,28	
Erle:						
	27. Febr.	18. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.	
Blätter		38,80	94,93	60,63		
Stamm	31,86	17,39	27,70	93,90	123,23	
Wurzel	32,40	17,02	25,12	32,32	48,93	
Ganze Pflanze	64,26	73,21	147,75	186,85	172,16	
Stamm u. Wurzel	64,26	34,41	52,82	126,22	172,16	

Ulme:

Blätter		22,92	46,10	25,60	
Stamm	27,99	13,33	16,82	57,68	78,59
Wurzel	23,90	12,15	9,74	26,94	39,65
Ganze Pflanze . .	51,89	48,40	72,66	110,22	118,24
Stamm u. Wurzel .	51,89	25,48	26,56	84,62	118,24

Lärche (Rosenheim):

	27. Febr.	21. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Nadeln		9,85	10,51	17,53	2,83
Stamm	6,42	2,94	3,59	13,43	23,38
Wurzel	2,85	1,72	2,03	4,14	5,35
Ganze Pflanze . .	9,28	14,50	16,12	35,10	31,56
Stamm u. Wurzel .	9,28	4,66	5,61	17,58	28,73

Föhre (Rosenheim):

	11. März	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Junge Nadeln . .		0,72	2,42	6,25	6,86
Alte Nadeln . .	0,58	0,27	0,17		
Stamm		0,103	0,47	1,59	1,66
Wurzel	0,57	0,23	0,34	0,98	1,33
Ganze Pflanze . .	1,16	1,33	3,41	8,82	9,86
Stamm u. Wurzel .	0,57	0,34	0,81	2,56	3,00

Fichte (Rosenheim):

	27. Febr.	22. Mai	9. Juli	17. Sept.	17. Nov.
Junge Nadeln . .		4,78	10,94	10,89	10,37
Alte Nadeln . .	7,07	4,95	3,64	3,03	3,20
Stamm	3,17	2,40	2,93	6,70	6,71
Wurzel	1,79	1,45	2,07	2,40	2,18
Ganze Pflanze . .	12,03	13,59	19,58	23,02	22,46
Stamm u. Wurzel .	4,96	3,85	5,00	9,10	8,89

Tanne (Schlüsselfeld):

	10. März	14. Mai	10. Juli	18. Sept.	23. Nov.
Junge Nadeln . .		2,05	4,68	4,72	5,55
Alte Nadeln . .	3,53	3,72	2,54	1,91	2,16
Stamm	2,47	3,07	3,51	3,60	3,51
Wurzel	2,28	2,87	2,14	2,63	3,49
Ganze Pflanze . .	8,28	11,71	12,88	12,85	14,70
Stamm u. Wurzel .	4,75	5,94	5,65	6,22	7,00

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [50](#)

Autor(en)/Author(s): Ramann Emil

Artikel/Article: [Trockensubstanz, Stickstoff und Mineralstoffe von Baumarten während einer Vegetationsperiode. 67-83](#)