

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 116 (1965)
Heft: 3

Artikel: Modellversuche zur Düngung von Ballenpflanzen
Autor: Keller, T.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767376>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Modellversuche zur Düngung von Ballenpflanzen

Von *Th. Keller*, EAFV Birmensdorf

Oxf. 232.425

1. Einleitung

In neuerer Zeit hat sich die Forstliche Versuchsanstalt im Hinblick auf die großen Aufforstungsvorhaben in Kastanienzone und Gebirgswald wieder dem Problem der Ballenpflanzung angenommen (Fischer und Beda, 1961). Da für die Ballenpflanzen «Topferde» bereitgestellt werden muß, ist es naheliegend, dieser Topferde eine Düngergabe beizumischen, um der Pflanze beim Start behilflich zu sein. Die bewährte Mischung (40% Kompost, 40% Torf und 20% tonreiche Gartenerde) bedarf zufolge der Nährstoffarmut des Torfes ohnehin einer Grunddüngung von etwa 3 bis 5 kg/m³ (Surber, 1964).

Sowohl im Tessin wie im Gebirge haben wir es in der Regel mit oberflächlich stark versauerten und nährstoffarmen Böden zu tun. Angesichts der starken Konkurrenz der üppig wuchernden Unkrautflora in den verlichteten Selven der klimatisch begünstigten Kastanienzone liegt es nahe, durch eine Startdüngung die Höhenzuwachsleistung der Heister kurzfristig zu steigern, um möglichst rasch auf die Jungwuchspflege verzichten zu können. Im Gebirge dagegen zwingt die kurze Vegetationsperiode zur Vorsicht. Werden die Pflanzen zu stark getrieben, so steigt die Gefahr einer Schädigung durch die ersten Fröste. In diesen Lagen steht daher eine allgemeine Steigerung der Vitalität (Frosthärte, Dürresistenz) im Vordergrund. Allerdings läßt die weitverbreitete gelbliche Färbung der Benadelung frisch angelegter Aufforstungen auf Nährstoffmangel (Stickstoff) schließen, und Neuwinger (1964) konnte die Sterblichkeit von Jungarven durch Düngung stark herabsetzen.

Im folgenden befassen wir uns mit zwei Versuchen, die vor allem eine Wuchssteigerung bewirken sollten. Dazu angeregt wurden wir durch die Beobachtung, daß im Versuchsprojekt Copera (ob Giubiasco TI) verschiedene Baumarten unter Chlorosen (asiatische Kastanien) und Wuchsstockungen (Nußbaum, Tulpenbaum) litten, während im Gegensatz dazu Bergahorn, Birke, Lärche, Strobe und Douglasie ganz gewaltige Wuchssteigerungen zeigten an Stellen, auf welchen größere Mengen Schlagabraum verbrannt worden waren. Im Frühjahr 1960 war daher bereits ein kleiner Düngungsversuch mit Nußbaum, Weißerle, Winterlinde und Fichte angelegt worden, in welchem Harnstoff (N), Thomasmehl (P), Patentkali (K, Mg) bzw. Kali-

chlorid (für -Mg) verwendet wurden. 15 g Harnstoff, 30 g Thomasmehl und 30 g Kalichlorid oder 40 g Patentkali wurden pro Pflanze aufs Pflanzloch gestreut und leicht eingehackt.

Eine erste Messung nach drei Vegetationsperioden ergab die in Tabelle 1 zusammengestellten Höhen.

Tabelle 1

Behandlung	Erle		Fichte		Linde	
	cm	%	cm	%	cm	%
Nullprobe	140	100	32	100	38	100
N-KMg (-P)	140	100	32	100	38	100
NPK (-Mg)	230	164	38	119	45	118
-PKMg (-N)	260	186	40	125	42	110
NPKMg (Voll)	260	186	39	122	54	142

Wenn auch die absolute Wuchssteigerung bei Fichte und Linde enttäuschend klein blieb, so zeigte sich doch, daß alle drei Arten für eine Phosphorgabe dankbar sind. Dies trifft vor allem für die Weißerle zu, die dank ihrer Wurzelsymbionten Stickstoff der Luft zu verwerten vermag und deshalb besonders rasch ein ungünstiges N/P-Verhältnis erreicht. Die fehlende Stickstoffwirkung ist wohl auf die verabreichte ungünstige Stickstoffform (Harnstoff) zurückzuführen (Evers, 1963).

2. Versuch 1963

2.1. Fragestellung und Versuchsmethodik

In diesem ersten Versuch mit Ballenpflanzen ging es um die Abklärung der Fragen:

- Welche Düngung erweist sich im sauren Tessiner Boden als günstige Starthilfe?
- Wie und wann reagieren verschiedene Arten auf eine derartige Startdüngung?

Es wurden daher Tanne (2/0, Monthey 70), Fichte (2/0, Winterthur 506) und Aspe (1/0, Truns 7/11) Anfang April in schwarze Plastikbeutel (900 ml Inhalt) vertopft, und zwar jeweils in 3 Wiederholungen à 15 Pflanzen. Als Topferde diente «Copera» Oberboden (humoser, sandiger Lehm; 20% organische Substanz; pH 4,5), dem folgende Düngermengen zugegeben wurden (innige Vermischung in einem kleinen Betonmischer):

Nr.	Düngung
1	Nullprobe
2	20 Volumen-% Erlenkompost
3	5 g/lt Geistlich 8-8-8
4	5 g/lt Hauert Rebe II (5-8-8)
5	10 g/lt Rebe II
6	50 g/lt Thomasmehl
7	5 g/lt Patentkali
8	3 g/lt Harnstoff
9	50 g/lt Thomasmehl, 5 g/lt Patentkali, 5 g/lt Hornspäne
10	50 g/lt Thomasmehl, 8 g/lt Patentkali, 3 g/lt Harnstoff

Die Kosten für die Düngemittel liegen zwischen Fr. 2.—/1000 Pflanzen (4,8) und Fr. 15.—/1000 Pflanzen (9).

Die Ballenpflanzen wurden ins Topfquartier des Versuchsgartens verbracht, wobei die einzelnen Wiederholungen der Düngervarianten jeweils durch einen 30 cm breiten Streifen aus Torf (mit Plastik eingefaßt) getrennt wurden. In der Folge wuchsen die Pflanzenwurzeln in das darunterliegende Sand-Kies-Substrat und auch in den Torf, doch ist zufolge der Nährstoffarmut dieser Medien keine Verfälschung des Düngereffektes zu befürchten.

Im Dezember 1963 wurde den Fichten am obersten Astquirl je ein Ästchen abgeschnitten und deren Nadeln auf Chlorophyll untersucht (Azetonauszug nach Mackinney, 1941).

2.2. Resultate

Auffallend war das gegenüber der Nullprobe verspätete Austreiben aller Pflanzen, wobei die Pflanzen der Behandlungen 8 und 10 überhaupt nur zum kleinsten Teil austrieben (Mortalität $> 80\%$). Diese negative Auswirkung ließe sich wohl in den meisten Fällen dadurch umgehen, daß der Dünger dem Boden einige Zeit vor der Versackung der Pflanze beigemischt würde. Bei den Düngungen 8 und 10 liegt die Ursache des Versagens jedoch darin, daß N in ungünstiger Form angeboten wurde. Erst nach der Düngung wurde die Arbeit von Evers (1963) bekannt, der an Fichte und Pappel nachwies, daß diese Baumarten in saurem Milieu auf Ammonium-Stickstoff negativ reagieren, ja daß sich bei Pappel sogar ausgesprochene Wuchshemmungen und Schädigungen einstellen können.

Die Tanne reagierte weder im ersten noch im zweiten Jahr auf irgendeine Düngung. Dies stimmt mit den Beobachtungen überein, wonach ihr Jugendwachstum auf guten wie schlechten Standorten allgemein langsam ist. Wenn es auch bis zu einem gewissen Grade bedauerlich ist, daß die

jungwuchspflegebedürftige Periode von Tannenkulturen offenbar auf dem Umweg über die Düngung nicht zu verkürzen ist, so ist es andererseits fraglich, ob es auf lange Sicht sinnvoll wäre, diesen natürlichen Rhythmus zu sprengen.

2.2.1. Das Verhalten der Fichte

In Tabelle 2 ist der Höhenzuwachs der Fichten in den Jahren 1963 und 1964 zusammengestellt. Es fällt sofort auf, daß die Volldüngung mit N, P und K in diesem nährstoffarmen Boden der einseitigen Düngung (6, 7) überlegen ist. Die 20prozentige Kompostbeigabe (2) genügte offensichtlich nicht, um den Fichten zu einem wirklich zügigen Wachstum zu verhelfen. Die für Landwirtschaft und Gartenbau formulierten Handelsdünger (3, 4, 5), selbst die halborganischen (4, 5), enthalten offensichtlich einen Großteil leicht löslicher Nährstoffe. Diese wurden auch von den Fichten rasch aufgenommen und insofern noch im laufenden Jahr verwertet, als das Höhenwachstum 1963 durch die Johannistriebbildung gesteigert wurde. Tabelle 2 enthält auch die prozentualen Anteile der Johannistriebbildner in den verschiedenen Düngervarianten.

Tabelle 2

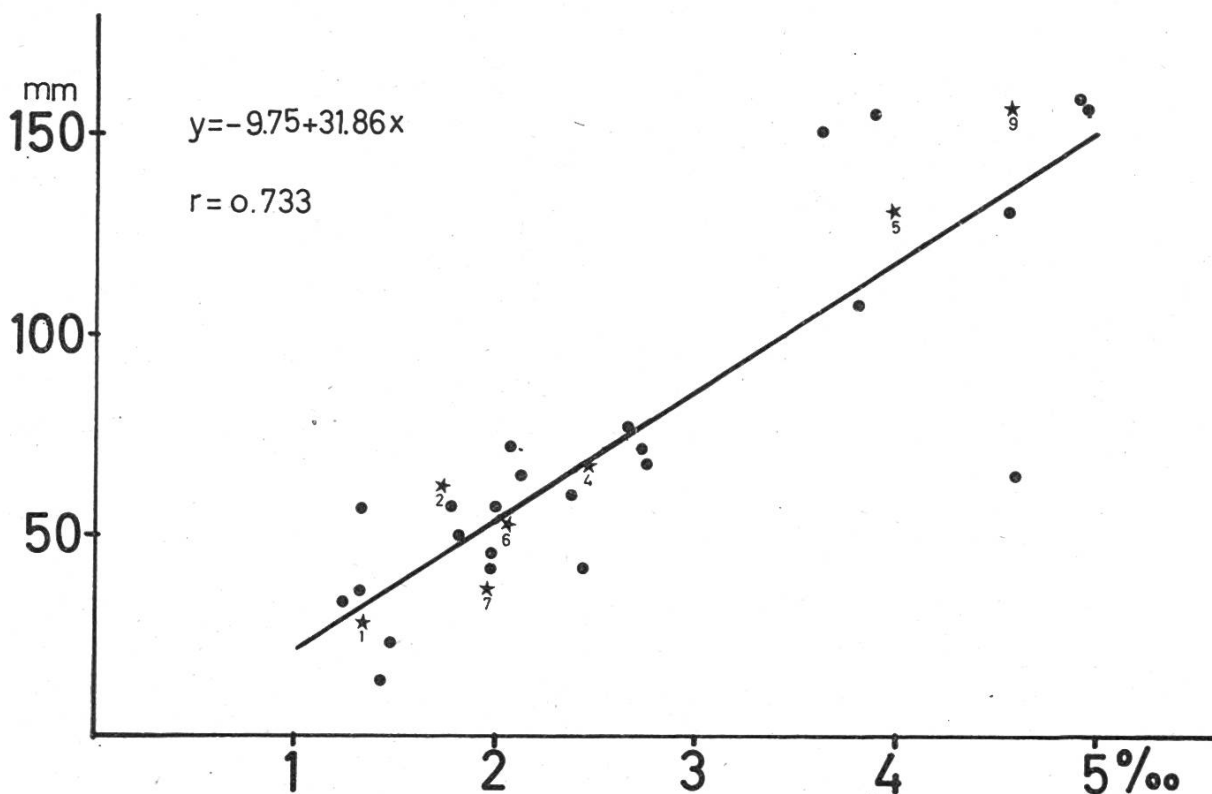
Durchschnittlicher Höhenzuwachs 1963 und 1964 der verschieden gedüngten Fichten (gesamte Höhe und durch Düngung erzielter Mehrzuwachs) in mm und Prozentsatz der Johannistriebbildner 1963

Behandlung	1963				1964		
	Höhe	Δ	%	% Joh.	Höhe	Δ	%
1 Nullprobe	70	—	0	0	28	—	0
2 Kompost	85	15	21	0	62	34	121
3 Geistlich	106	36	51	20	67	39	139
4 Hauert, 5 g	112	42	60	11,3	67	39	139
5 Hauert, 10 g	117	47	67	25	130	102	364
6 Thomasmehl	78	8	12	2,2	52	24	86
7 Patentkali	70	0	0	0	36	8	29
9 Voll (eigene Mischung)	76	6	9	6,7	156	128	457

Wenn wir die absoluten Triebblängen in Tabelle 2 betrachten, so fällt sofort auf, daß der Höhenzuwachs recht gering blieb. Die relativen Werte offenbaren zwar beachtliche Düngewirkungen, doch ist eine Wuchssteigerung von 4 bis 13 cm im Hinblick auf die 80 bis 100 cm hohe Unkrautvegetation bescheiden. Die absoluten Zahlen zeigen auch, daß die Zuwachsleistung 1963 mit Ausnahme von Behandlung 5 und 9 deutlich größer war als 1964, so daß man schließen könnte, die Düngung hätte im ersten Jahr

stärker gewirkt als im zweiten, um so mehr, als im zweiten Jahr auch keine Johannistriebe mehr gebildet wurden. Nun ist bekannt, daß die Reaktion vieler Nadelbaumarten auf eine Düngung sowohl beim Höhentrieb (Madgwick, 1962) als auch beim Dickenwachstum (Zöttl und Kennel, 1963) vorwiegend erst im Folgejahr eintritt und daß der Längenzuwachs in der Regel stärker durch die Speicherstoffe des Vorjahres bestimmt wird als durch die Witterung des laufenden Jahres (Kozłowski und Ward, 1957). Der Widerspruch gegenüber unsern Befunden ist nur scheinbar, was besonders deutlich wird, wenn wir die durch die Düngung erzielte zusätzliche Trieblänge Δ (Differenz gegenüber der Nullprobe) berechnen. Dann findet sich nur für die Behandlung 4 1964 eine gegen 1963 geringere Zuwachsteigerung. Die 1962 im Saatbeet gebildeten Reserven führten 1963 auch bei der Nullprobe zu normalen Höhentrieben, und der Nährstoffmangel des Tessiner Bodens wirkte sich erst 1964 voll aus.

Bei der Triebmessung im Spätherbst 1963 fiel auf, daß einzelne Behandlungen leicht an einer chlorotisch-gelblichen, bzw. blaugrünen Nadelfarbe zu erkennen waren. In einer früheren Arbeit hatten wir eine enge, lineare Korrelation zwischen Chlorophyllgehalt und CO_2 -Aufnahme von Koniferensämlingen nachgewiesen (Keller und Wehrmann, 1963). Der Schluß liegt nahe, daß von den chlorophyllreichsten Fichten der längste Höhentrieb im folgenden Jahr zu erwarten ist, weil sie entsprechend viel Speicher-



Darstellung 1

Beziehung zwischen dem Chlorophyllgehalt der Fichtennadeln im Winter 1963/64 und der Länge des Höhentriebes 1964. (* = Mittelwerte der Behandlungen)

stoffe zu assimilieren vermochten. Daher wurden im Winter 1963/64 Chlorophyllanalysen vorgenommen. Die Analysenresultate sind in Darstellung 1 dem Höhentrieb 1964 gegenübergestellt, woraus hervorgeht, daß in der Tat eine enge Beziehung besteht und daß der Chlorophyllgehalt durch die Düngung gewaltig beeinflußt wurde.

Das Verhalten der chlorophyllreichsten Fichten (5 und 9) sei noch etwas näher betrachtet. In Behandlung 9 dienten Hornspäne als Stickstoffquelle. Der Stickstoff stand den Pflanzen somit nicht unmittelbar zur Verfügung, sondern bedurfte erst noch mikrobieller Umsetzungen. Dies ist jedoch als Vorteil zu betrachten, da Holzgewächse den Stickstoff erst relativ spät in der Vegetationsperiode aufnehmen (Mayer-Krapoll, 1956). Weil die mikrobielle Tätigkeit mit der Bodentemperatur zunimmt, wird gerade dann am meisten Stickstoff aus den Hornspänen angeliefert, wenn ihn die Pflanzen brauchen. Die Gefahr von Verlusten durch Auswaschung ist dadurch auf ein Minimum reduziert. Die langsame N-Anlieferung führte denn auch zu einer wesentlich geringeren Johannistriebbildung als in den Behandlungen 3 und 5. Bei Behandlung 5 war der Stickstoff teilweise in organischer, langsam löslicher Form vorhanden, doch war gegenüber 9 mehr Stickstoff rasch löslich, was die Johannistriebbildung stimulierte. Durch letztere wurde jedoch die Chlorophyllkonzentration herabgesetzt und ein Teil der Reserven bereits verbraucht. Dementsprechend blieb der Höhentrieb 1964 gegenüber Behandlung 9 kürzer.

Ein Vergleich der Behandlungen 3 und 4 zeigt, daß in geringeren Dosierungen kein wesentlicher Unterschied zwischen mineralischen und halborganischen Düngern besteht hinsichtlich ihrem Einfluß auf den gesamten Höhenzuwachs der Fichte. Bei beiden Behandlungen blieb der absolute, in den beiden Jahren erzielte Mehrzuwachs gleich. Der wesentlichste Unterschied besteht in der stärkeren Stimulierung der Johannistriebbildung durch Mineraldünger (3).

2.2.2. Das Verhalten der Aspe

Im Gegensatz zu dem schubweisen Wachstum der meisten Koniferen erstreckt sich das Längenwachstum vieler Laubbäume bis tief in den Sommer hinein (Kozlowski und Ward, 1957). Dementsprechend werden die assimilierten Aufbaustoffe lange fortlaufend investiert, und es ist eine unmittelbare Düngerwirkung zu erwarten.

Gegenüber den Koniferen ist der Einfluß der Düngung auf das Höhenwachstum der Aspe sehr augenfällig. Abbildung 1 zeigt Pflanzen einiger Behandlungen, die im September 1963 für eine gaswechselphysiologische Untersuchung vorübergehend in torfgefüllte Steintöpfe verbracht wurden. Um die Pflanzen nicht allzu hoch werden zu lassen, wurde im Frühjahr 1964 der Trieb 1963 abgeschnitten. In Tabelle 3 finden sich Angaben über Höhenzuwachs und Gewichtszunahme der verschieden gedüngten Aspen. Zuzugabe der Mehrwipfligkeit der geköpften Pflanzen wurde Ende 1964 die

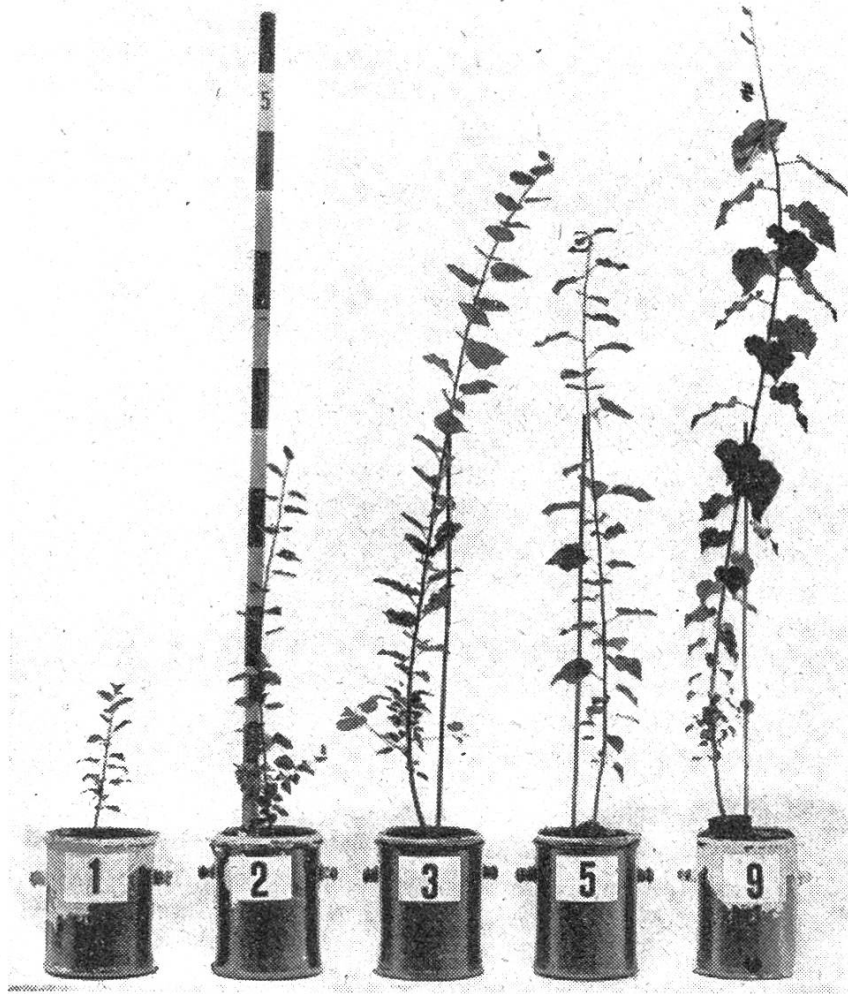


Abb. 1

Aspenballenpflanzen (in Plastiksäcken) der Behandlungen 1, 2, 3, 5 und 9 fünfteinhalb Monate nach der Düngung (man beachte die Blattgrößen)

Tabelle 3
Höhen- und Gewichtszuwachs der Aspen

Düngung	Trieb 1963		Trieb 1964
	Höhe, cm	Tr. Gewicht g	Tr. Gewicht g
1 Nullprobe	36,0	0,51	0,34
2 Kompost	50,7	1,46	1,94
3 Geistlich	86,7	5,14	5,28
4 Hauert	77,3	3,19	1,51
5 Hauert	77,3	3,52	2,82
6 Thomasmehl	75,0	2,96	4,22
7 Patentkali	56,7	1,40	1,71
9 Volldünger	110,3	11,29	21,80

Höhe nicht mehr ermittelt. Aus diesen Zahlen geht sehr schön hervor, daß die Messung des Höhentriebes allein ein unvollständiges Bild der Düngewirkung ergibt. Die Trockensubstanzproduktion wird durch die Düngung viel stärker beeinflußt, als aus der Trieblänge hervorgeht, denn auch das Dickenwachstum verhält sich ungefähr proportional zum Höhenwachstum. Die Gewichtszunahme beweist eindrucklich, daß die Düngung nicht etwa die Bildung «schwammigeren», poröseren Holzes verursachte. Auch die mikroskopische Betrachtung ergibt keinerlei strukturelle Verschlechterung des Holzes gedüngter Aspen gegenüber der Nullprobe (Abbildung 2).

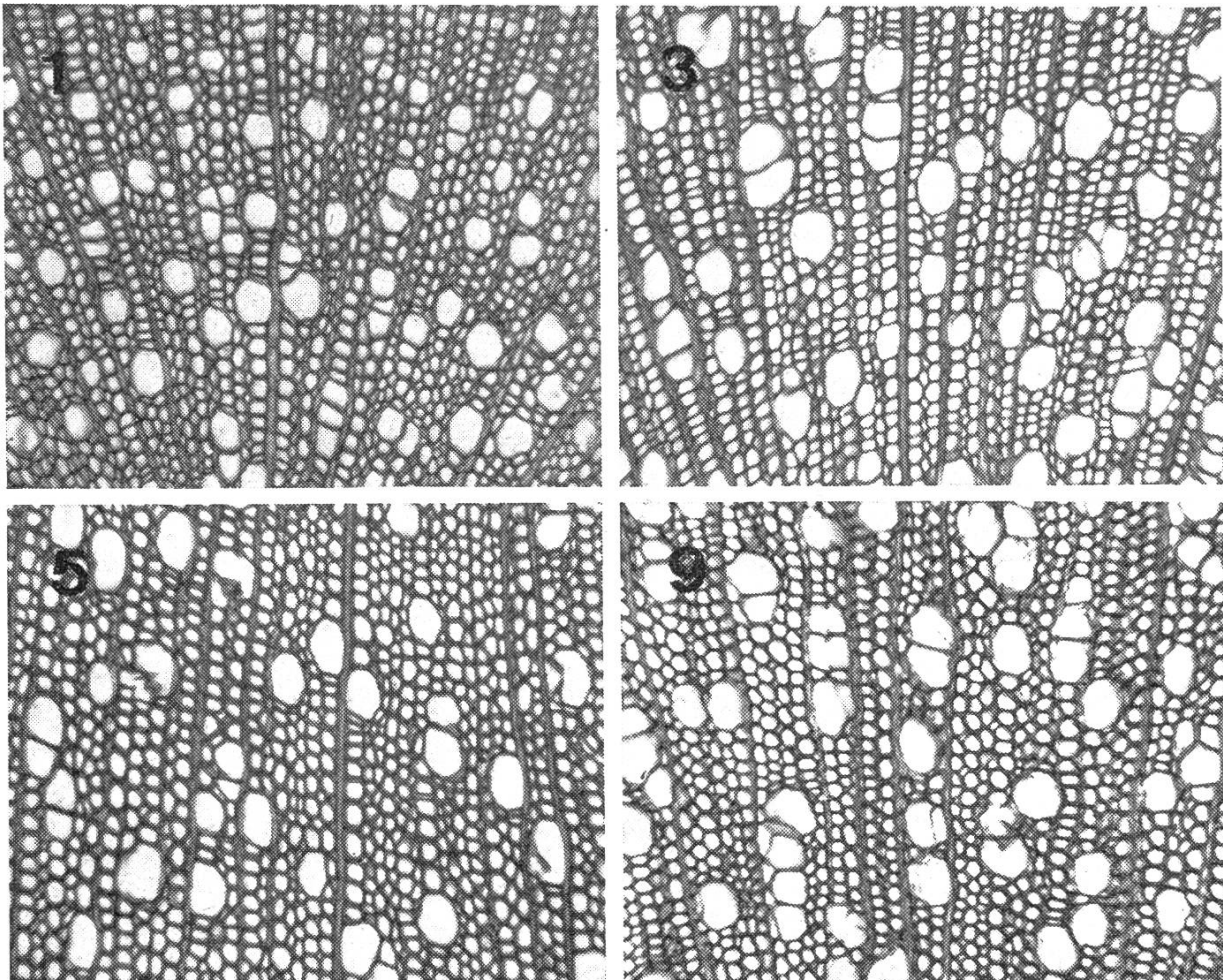


Abb. 2

Mikrophotos aus der Mitte des Jahringes der Aspen, die mit den Düngervarianten 1, 3, 5 bzw. 9 behandelt wurden (Vergrößerung 95fach)

Diese massive Produktionszunahme ist in erster Linie darauf zurückzuführen, daß die gedüngten Aspen einen wesentlich größeren Assimilationsapparat aufbauten als die Nullproben. Diese Düngewirkung ist in der Landwirtschaft wohlbekannt und wird auch bei Pappeluntersuchungen immer wieder festgestellt. Die Zunahme von Blattzahl und -größe, und damit der gesamten Blattfläche, findet sich in den Zahlen von Tabelle 4, in welchen die Nullprobe fehlt, weil im Zeitpunkt der Messungen (Ende Sep-

tember 1963) deren Pflanzen schon den Großteil der Blätter verloren hatten. Durch die Düngung wird also auch die assimilierende Lebensdauer der Blätter erhöht, außerdem wird die Assimilationsintensität/Blattflächeneinheit vergrößert, wie wir das früher nachweisen konnten (Keller und Koch, 1962, 1964). Dies ist wohl größtenteils auf den erhöhten Chlorophyllgehalt zurückzuführen.

Tabelle 4
Quantitative Merkmale der Blattmasse und Chlorophyllgehalt

Behandlung	mittl. Blattgröße dm ²	Blattzahl/Sproß ¹	Gesamtfläche dm ²	Chlorophyll mg/Blatt
1 Nullprobe	—	—	—	0,15
2 Kompost	0,127	29,6	3,78	0,37
3 Geistlich	0,236	38,2	8,36	0,73
4 Hauert, 5 g	0,191	38,9	7,45	0,49
5 Hauert, 10 g	0,208	39,9	8,30	0,74
6 Thomasmehl	0,171	34,7	5,96	0,71
7 Patentkali	0,112	29,7	3,32	0,40
9 Volldünger	0,446	47,1	21,00	2,86

¹ Die Unterschiede wären noch größer, wenn nicht die Aspen von der Pilzkrankheit *Pollaccia radiosa* befallen worden wären, welche vor allem in Behandlung 3, 5, 7 und 9 bis zu 80 % der Gipfeltriebe zum Verdorren brachte.

3. Versuch 1964

3.1. Fragestellung und Versuchsanordnung

Im Bestreben, eine möglichst anhaltende Düngewirkung zu erzielen, soll den Ballenpflanzen eine möglichst große Düngermenge zugegeben werden. Obwohl im Vorjahr die angewandten Düngermengen bis an die obere für Handelsdünger empfohlene Dosis gingen oder diese gar überschritten, zeigten sich — abgesehen von den Harnstoffdüngungen — keine Verbrennungsschäden. Die Fragestellung lautete daher diesmal:

— Welche Düngerdosis kann ohne ungünstige Auswirkungen verabfolgt werden?

Für diesen Versuch wurden die französischen Zellulosefaserbecher (Surber, 1964) gewählt, weil sie nur 700 cm³ Erde fassen, gegenüber den Plastiksäcken also rund 20 Prozent weniger, weshalb die Düngung noch konzentrierter wird, wenn eine bestimmte Menge verabreicht werden soll.

Anfang März wurde die Erdmischung hergestellt (40 Prozent Waldkompost, 40 Prozent Boswiler Moorerde, 20 Prozent toniger Lehm vom Pflanzgarten Großmatt) und im Betonmischer der Dünger dazugegeben, und zwar:

- Nr. 1 Nullprobe
2 50 g Thomasmehl, 5 g Patentkali, 5 g Hornspäne (= 9/1963)
3 wie 2, zusätzlich 5 g Blutmehl (raschwirkender Stickstoff)
4 10 g Hauert «Rebe II» (= 5/1963)
5 20 g Hauert «Rebe II»
6 10 g Geistlich Baumdünger «Primasol»
7 5 g Lonza Baumdünger (wasserlöslich) 12/6/18
8 10 g Lonza Baumdünger

Als Versuchspflanzen dienten einjährige Bergulmensämlinge (Schänis), die am 4. März maschinell vertopft und in fünf Wiederholungen à 15 Pflanzen ins Topfquartier Großmatt verbracht wurden (gleiche Anordnung wie in 2.1. beschrieben).

3.2. Resultate

Die Behandlungen 5, 6 und 8 fielen sogleich dadurch auf, daß die Pflanzen viel später und auch dann nur sehr zögernd austrieben, so daß zum Beispiel noch Mitte Mai zahlreiche Knospen geschlossen waren. Die durchschnittliche Blattgröße dieser Pflanzen blieb während der ganzen Vegetationsperiode merklich kleiner. Ausfälle waren keine zu verzeichnen (allerdings wurden die Pflanzen gewässert).

Im Mai/Juni besaßen die Pflanzen der Behandlung 3 eine auffallend blaugrüne Farbe, doch wirkte sich diese auf den Stickstoff des Blutmehls zurückzuführende Farbänderung nicht auf den Höhenzuwachs aus (vgl. Tabelle 5).

Obwohl die Bergulme eher als anspruchsvolle Baumart gilt, ist die Düngewirkung selbst in den günstigsten Fällen geringer als im Vorjahr bei den als anspruchslos angesehenen Aspen, wie aus Tabelle 5 und Abbildung 3 hervorgeht. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß die Topferde (Nullprobe) fruchtbarer war als der im Vorjahr verwendete Tessiner Boden, denn im Gegensatz zu den Aspen-Nullproben wuchsen die Ulmen-Nullproben recht gut.

Wie im Vorjahr erwiesen sich Hornspäne wiederum als sehr günstiger Stickstoffdünger für Ballenpflanzen. Dagegen waren die angewendeten Handelsdüngermengen bereits überoptimal, wobei sich wiederum die halborganischen Dünger den rein mineralischen überlegen erwiesen, indem letztere bei gleichen Mengen stärkere Wuchshemmungen erzeugten (zum Beispiel 4-6-8).

Wo also eine Vorratsdüngung von länger anhaltender Wirkung angestrebt wird, scheiden die mineralischen Düngemittel aus und sind durch organische zu ersetzen. Dabei ist zu beachten, daß Wurzelverbrennungen durch die leichtlöslichen Mineraldünger auftraten, obwohl die Topferde sehr viel organische Substanz enthielt, welche zufolge ihrer hohen Ionenaustauschkapazität eine stark puffernde Wirkung ausübt. Die im ersten Versuch angewandten Düngermengen dürften somit etwa den optimalen

Tabelle 5
Höhenwachstum der Ulmen 1964 (Großmatt)

Behandlung	Trieb 1964 cm	%
1 Nullprobe	37	100
2 Volldünger (Eigenmischung)	54	146
3 wie 2, + Blutmehl	52	141
4 Hauert, 10 g	36	97
5 Hauert, 20 g	28	76
6 Geistlich, 10 g	22	59
7 Lonza, 5 g	28	76
8 Lonza, 10 g	13	35



Abb. 3

Ulmensballenpflanzen (in Faserbechern) sechs Monate nach der Düngung

Düngeeffekt ergeben. Immerhin ist jedoch darauf hinzuweisen, daß diese Versuchsergebnisse durch weitere Versuche in Aufforstungen zu überprüfen sind.

4. Schlußfolgerungen

1. Durch eine Düngergabe zur Topferde von Ballenpflanzen läßt sich eine Wachstumssteigerung erzielen, die sich jedoch hinsichtlich einer Abkürzung der Jungwuchspflegeperiode bei Fichte nicht wesentlich und bei Tanne gar nicht auswirkt. Laubbölzer hingegen reagieren, gerade auf

armen Standorten, so stark, daß das Freischneiden der Kulturen um 1 bis 2 Jahre früher wegfallen kann.

2. Bei Ballenpflanzen haben sich langsam wirkende, schwer lösliche organische oder halborganische Dünger besser bewährt als leicht wasserlösliche Mineraldünger. Dies gilt ganz besonders für Stickstoff. Organische Dünger sind zwar teurer, es können aber größere Mengen verabreicht werden, ohne Schäden zu verursachen, was vor allem bei den kleinen Erdvolumina der Faserbecher ins Gewicht fällt. Außerdem sind in Trockenjahren geringere Verluste durch Wurzelverbrennungen zu befürchten, und die Johannistriebbildung der Nadelhölzer wird nicht so stark stimuliert.
3. Die Düngung wirkt sich auf das Höhenwachstum der Fichte im zweiten Jahr stärker aus als im ersten (Tabelle 2 und Darstellung 1). Dies ist auf die vermehrte Bildung von Speicherstoffen durch die stärker assimilierenden, chlorophyllreicheren Nadeln zurückzuführen. Die Tanne dagegen reagierte auf die Düngung weder durch dunklere Nadelfarbe noch durch rascheres Wachstum.
4. Harmonisch gedüngte Ballenpflanzen vergeilen nicht, sondern weisen einen kräftigen Habitus auf. Der Zuwachs an Holzsubstanz übertrifft beim Laubholz den Höhenzuwachs ganz wesentlich. Die Zellen werden durch die Düngung nicht etwa dünnwandiger oder voluminöser (Abb. 2).
5. Über die Nachhaltigkeit der Düngewirkung kann noch keine Aussage gemacht werden, um so mehr, als sie stark von der natürlichen Fruchtbarkeit des Standortes abhängt. Außerdem ist es möglich, daß sich die Pflanzen unter den Bedingungen einer Aufforstungsfläche anders verhalten werden als in diesen Modellversuchen. Entsprechende Versuche sind daher im Gange.

Abschließend sei Förster R. Keiser für die sorgfältigen Chlorophyllanalysen und Frau G. Knight für die Mikroschnitte und -photos herzlich gedankt.

Résumé

Essai de fumure en pépinière de plantes élevées en mottes

La présente étude examine l'effet de la fumure sur la croissance en longueur de jeunes plantes forestières en mottes; fumure appliquée dans le but de réduire la durée des soins culturaux.

Le sapin n'a pas du tout réagit à ce traitement, alors que les semis d'épicéa de deux ans crurent au maximum 14 cm en plus jusqu'à l'âge de quatre ans. Les feuillus par contre poussèrent si fortement que l'on peut abandonner le dégageement des cultures une à deux années plus tôt.

Dans ces essais, les engrais organiques se sont révélés plus appropriés. On peut ajouter de plus grandes quantités sans causer de dégâts significatifs, même dans

les années sèches les brûlures aux racines restent petites. Chez l'épicéa, la formation des pousses de la St-Jean n'a été que faiblement stimulée. Des rognures de corne, en particulier, ont donné d'excellents résultats comme engrais azoté à lente action.

On constate une bonne corrélation chez l'épicéa entre la teneur en chlorophylle des aiguilles en hiver au début de la période de végétation et la longueur de la pousse terminale (fig. 1). Cette essence réagit donc à l'engrais par une croissance en hauteur accrue, qui se manifeste surtout dans la deuxième année après la fumure. Au cours de la première année, on note une augmentation de la teneur en chlorophylle (couleur vert foncé des aiguilles) qui provoque une assimilation plus intensive, d'où une plus forte production en substances de réserve. Les plantes judicieusement traitées n'ont pas une croissance luxuriante, mais possèdent simplement un aspect plus massif. Par exemple, les cellules ligneuses du tremble (fig. 2) ne deviennent par la fumure ni plus volumineuses, ni les parois cellulaires plus épaisses. Les plantes pouvant se comporter autrement dans les reboisements qu'en pépinière, nous poursuivons cette étude par des essais sur le terrain.

Traduction O. Lenz

Literatur

- Evers F. H. (1963): Die Wirkung von Ammonium- und Nitratstickstoff auf Wachstum und Mineralstoffhaushalt von *Picea* und *Populus*. Z. f. Botanik 51 (1), 61—79
- Fischer F. und Beda G. (1961): Zur Frage der künstlichen Bestandesbegründung unter besonderer Berücksichtigung der Ballenpflanzverfahren.
Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 37 (5), 419—457
- Keller Th. und Koch W. (1962): Der Einfluß der Mineralstoffernährung auf CO₂-Gaswechsel und Blattpigmentgehalt der Pappel. I. Stickstoff.
Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 38 (2), 253—282
- Keller Th. und Koch W. (1964): The effect of iron chelate fertilization of poplar upon CO₂-uptake, leaf size, and content of leaf pigments and iron.
Plant and Soil 20 (1), 116—126
- Keller Th. und Wehrmann J. (1963): CO₂-Assimilation, Wurzelatmung und Ertrag von Fichten- und Kiefern sämlingen bei unterschiedlicher Mineralstoffernährung.
Mitt. Schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 39 (4), 217—242
- Kozlowski T. T. und Ward R. C. (1957): Seasonal height growth of conifers.
For. Sci. 3 (1), 61—66
- Mackinney G. (1941): J. Biol. Chem. 14 D, 315; zitiert in: Moderne Methoden der Pflanzenanalyse IV, 159. Springer-Verlag, Berlin—Göttingen—Heidelberg (1955)
- Madgwick H. A. I. (1962): Studies in the growth and nutrition of *Pinus resinosa* Ait.
Ph. D. Thesis, Syracuse N. Y. USA
- Mayer-Krapoll H. (1956): Die Anwendung von Handelsdüngemitteln, insbesondere von Stickstoff in der Forstwirtschaft. Bochum. 126 pp.
- Neuwinger I. (1964): Wirkungen von Substrat und Düngung auf das Wachstum von Jungzirben. Forstw. Cbl. 83, 173—181
- Surber E. (1964): Ballenpflanzen — ein Mittel zur Dehnung und Verlagerung der Pflanzzeit. Kurzmitt. 27, Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen
- Zöttl H. und Kennel R. (1963): Ernährungszustand und Wachstum von Fichten-Altbeständen nach Ammoniakgas- und Stickstoffsalzdüngung. Forstwiss. Cbl. 82, 76—100