

## Düngung und Melioration von Waldbeständen in ertragskundlicher Sicht

Von E. Assmann, München\*)

In einem Vortrag auf der Forsttagung in Wien 1957: „Standraumregelung und Ertragsleistung“<sup>1)</sup> versuchte der Verfasser, die beschränkten und zum Teil überschätzten Möglichkeiten aufzuzeigen, welche uns die übliche Waldbautechnik hinsichtlich der Ertragsleistung von Waldbeständen bietet. Diese Technik kann man überwiegend als eine Technik der Standraumregelung kennzeichnen. Sie geht darauf aus, mit Hilfe der Axt den ständigen Kampf der Baumindividuen um Licht und Lebensraum so zu steuern, daß die organische Produktion der Waldbestände den menschlichen Zielsetzungen optimal dienstbar gemacht wird. Auch die Verfahren der natürlichen Verjüngung, die Versuche, bestimmte Aufbauformen des Waldes, etwa die Plenterform, herbeizuführen, ja auch die Kulturtechnik bei der künstlichen Begründung neuer Bestände, vor allem, wenn es sich um Mischungen handelt, können als Verfahren der Standraumregelung angesehen werden. Man braucht diesbezüglich ja nur an das Problem der Pflanzverbände und der Mischungsformen zu denken.

### 1. Die beschränkten Möglichkeiten der Standraumregelung

Schon 1957 konnte der Verfasser aufzeigen, weshalb geringe Aussichten bestehen, durch eine möglichst günstiger erscheinende räumliche Verteilung der assimilierenden Blattmassen die Nettowerte der Stoffproduktion und so die Volumenleistung unserer Waldbestände zu erhöhen. In der 1961 erschienenen „Waldtragskunde“<sup>2)</sup> versuchte er dann in einer systematischen Gesamtdarstellung zu zeigen, inwieweit die Grundvorgänge der organischen Produktion im Walde ertragsgünstig ausgenutzt werden können. Es ließ sich dabei leider nicht vermeiden, überspannte Erwartungen zu enttäuschen und mit gewissen liebgewordenen, aber naturwissenschaftlich nicht mehr haltbaren Vorstellungen aufzuräumen.

Wenn wir durch Kronenfreihieb die Kronenausbildung und den Zuwachs einzelner Bäume fördern, geschieht dies stets auf Kosten des möglichen Zuwachses der Nachbarn im Bestand, die zugunsten dieser „besseren“ Bäume weichen müssen. Der erhöhte Volumzuwachs begünstigter Einzelbäume führt nur dann zu einem höheren Bestandeszuwachs, wenn nicht nur ihr absoluter Zuwachs ansteigt, sondern auch ihr auf die vergrößerte Standfläche bezogener Zuwachs. Wohlgermerkt handelt es sich hier um Eingriffe in den herrschenden Bestand. Die Entnahme unterdrückter und beherrschter Bäume kann, besonders auf Standorten mit knapper Wasserversorgung und so gegebener Konkurrenz der Bäume, den Bestandeszuwachs erhöhen. Eine Vergrößerung des standflächenbezogenen Zuwachses nach Eingriffen in den herrschenden Bestand ist nur zu erwarten nach ersten frühen Eingriffen in stammzahlreiche Bestände. Sie geht auf die Wuchsbeschleunigung zurück. Diese kann nur bei Bäumen positiv ausfallen, welche die Gipfelung des laufenden Zuwachses noch nicht erreicht haben. Und sie vermag nur dann den standflächenbezogenen Zuwachs des Einzelbaumes zu erhöhen, wenn seine Standfläche bei dem betreffenden Eingriff nicht zu stark vergrößert wird oder — was auf dasselbe hinausläuft — wenn die Stammzahl pro ha nicht zu stark vermindert wird.

In diesem frühen Stadium, das bedeutende positive Beschleunigungen der Wachstumsrhythmen erlaubt, liegt die optimale Bestandesgrundfläche, welche den höchsten Zuwachs erbringt, relativ niedrig. Sie beträgt z. B. bei der Fichte etwa 0,8 der maximal möglichen Grundfläche lebender Bäume. Dann

aber steigt der optimale natürliche Bestockungsgrad rasch an und nähert sich mit wachsendem Alter um so mehr dem Wert 1,0, je besser wasserversorgt der Standort ist. Bei der zuwachs-elastischeren Buche liegen die typischen Werte für die optimalen natürlichen Bestockungsgrade niedriger.

So kann man generell sagen, daß im Durchforstungswege die Volumenleistung auf lange Sicht überhaupt nicht nennenswert erhöht werden kann und daß wir die Wertproduktion von Beständen so nur dann beträchtlich steigern können, wenn größere Unterschiede in der Schaftgüte der Bäume bestehen. Bei unserem derzeitigen „Schmerzkind“ Rotbuche hat der Verfasser die mögliche prozentuale Steigerung gegenüber der bisherigen weniger intensiven Bestandespflege auf etwa 20 % veranschlagt. Angesichts der niedrigen derzeitigen Preise für schälfähige Buchen und der ständig steigenden Lohnkosten wird man diese Zahl leider reduzieren müssen.

Durch vertikale Staffelung und Schichtung kann die Volumenleistung gegenüber  $\pm$  einschichtigen Beständen nur erhöht werden, wenn eine Oberschicht von Lichtbaumarten mit einer zweiten Schicht von Schatt- und Halbschattbaumarten kombiniert wird. Die vergrößerte Holzproduktion, die dabei gegenüber reinen Lichtholzbeständen erzielt wird, geht großenteils darauf zurück, daß die meist üppige Bodenvegetation reiner Lichtholzbestände so in Holzproduktion überführt wird.

Die starke vertikale Staffelung und Altersmischung von Schatt- und Halbschattbäumen im Plenterwald vermag die Holzproduktion gegenüber einer Schlagwaldbetriebsklasse gleicher Baumartenmischung nicht zu erhöhen, natürliche Verjüngung bei der Schlagwaldbetriebsklasse vorausgesetzt. Hierzu wird auf die Feststellungen des Verfassers in der Waldtragskunde (S. 127—133 sowie S. 431—461) verwiesen. Diese werden auch durch die neuen Arbeiten von MITSCHERLICH und KERN<sup>3)</sup> bestätigt.

Immer wieder stößt man in forstlichen Kreisen auf die Ansicht, daß durch „Unterschieben“ der 1. und 2. Altersklasse unter die höheren Altersklassen erhebliche Zuwachsgewinne und Mehrleistungen erzielt werden könnten. Nach neubegonnenen Untersuchungen des Münchener Institutes für Ertragskunde über den Zuwachs in der Verjüngungsphase ist das offenbar nicht der Fall. Für die ersten Untersuchungen wurden, um möglichst einfache Verhältnisse zu haben, Fichtenbestände I. bis II. Höhenbonität in verschiedenen Auflichtungsstadien mit gut gelungenen Naturverjüngungen ausgewählt. Es zeigte sich, daß die Zuwachsverluste im aufgelichteten Mutterbestand unerwartet hoch und die Zuwächse der Jungwüchse, auch bei sehr lockerer Überschildung, außergewöhnlich niedrig sind. Nebenbei leisteten die geschlossen verbliebenen Partien der 70—80jähr. Altbestände noch Hektarzuwächse von  $\sim 20$  fm, allerdings im klimabegünstigten Jahrfünft 1956H—1961H. Die 20—30jähr. Jungwüchse haben dank ausgezeichneter Fälltechnik und Pflege hervorragende Qualität. Ihre Anfälligkeit gegen Rotfäule ist wahrscheinlich geringer als die von Pflanzbeständen und die Gefährdungen der nächsten Bestandesgeneration sind bei Kahlschlagbetrieb vermutlich größer. Aber die Zuwachsleistungen vergleichbarer Betriebsklassen dürften sich bei guter Kulturtechnik des konkurrierenden Kahlschlagbetriebes die Waage halten. Die unbestreitbaren Vorteile der Naturverjüngung, die bei guter Hiebstechnik einen fließenden Übergang des Produktionsprozesses vom Alt- auf den Jungbestand zu erreichen vermag, bestehen übrigens in gleicher Weise für den Schlagwald wie für den sogenannten „naturgemäßen Wirtschaftswald“. Auch erscheint

\*) Nach einem am 28. 9. 1964 in Linz gehaltenen Vortrag

<sup>1)</sup> Forstarchiv 1957, S. 217—223

<sup>2)</sup> Waldtragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. München, 1961, BLV-Verlagsges.

<sup>3)</sup> MITSCHERLICH, G. und KERN, E. G.: Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Waldluft im Plenterwald und Fichtenreinbestand. AFuJZ 1963, S. 281—290

die Argumentation, daß die Flächen dieser jungen Altersklassen im sogenannten „Altersklassenwald“ als „Minusflächen“ anzusehen seien, abwegig. Wir brauchen diese jungen Altersklassen in jeder Waldform; sie sind genauso unentbehrlich wie die jungen Generationen in einer menschlichen Bevölkerung, die ja bekanntlich erheblichen Pflegeaufwand erfordern und Lebensraum beanspruchen.

Es ist irrig, anzunehmen, daß hier plenterwaldähnliche Waldstrukturen einen Ausweg bieten. Im standortsgerechten Ta-Fi-Bu-Plenterwald, der heute für viele das anzustrebende Bestockungsideal darstellt, beträgt das mittlere Erntealter (= das mit dem Volumen der geernteten Bäume gewogene Alter) z. T. 200 Jahre und mehr. Das mittlere Erntealter ist übrigens niedriger als das Alter der ältesten Bäume bei deren Ernte und niedriger als das Grenzalter der obersten Altersklasse im Schlagwald. Es beträgt z. B. für eine Buchen-Betriebsklasse mit  $U = 140$  und starker Df. nach der Tafel von WIEDEMANN 112 Jahre. In einer Schlagwaldbetriebsklasse von 100 ha Fläche macht der prozentuale Anteil der jüngsten 1–20jähr. Altersklasse bei  $U = 80$  nicht weniger als 25 % aus, dagegen bei  $U = 200$  nur noch 10 %! Der Jungwuchsanteil ist also im Plenterwald schon infolge der hohen Erntealter relativ niedrig. Das „Unterschieben des Jungwuchses“ verschafft aber auch dem Plenterwald keine besonderen produktionstechnischen Vorteile. Denn die vertikale Stufung reduziert den Zuwachs der Unterschicht, die ja den summierten Schirmdruck der Mittel- und Oberschicht zu ertragen hat, auf ganz minimale Werte. Auch im Plenterwald muß auf die Bedürfnisse des Jungwuchses bzw. der Unterschicht Rücksicht genommen werden. Man muß ihm sozusagen nach oben „Luft machen“, und zwar durch relativ niedrige Vorratshaltungen. Die nachwuchsgerechten Vorratshaltungen des Plenterwaldes liegen zwar mit 350 bis 400 fm immer noch höher als die Vorräte von Schlagwaldbetriebsklassen mit  $U = 100$ ; sie sind aber niedriger als die Vorräte von Schlagwaldbetriebsklassen mit gleich hohen mittleren Erntealtern.

Unsere Forstbetriebe leiden heute weithin unter den Folgen einer „galoppierenden Schwindsucht“, nämlich der Übernutzungen. Deren schleichende Form ist vielerorts die sogenannte Altbestands- oder Endnutzungsdurchforstung. Sie beschert uns enorme Zuwachsverluste und verunkrautete Waldböden ohne Verjüngung, weil sie nicht mit systematischen Verjüngungsmaßnahmen gekoppelt zu werden braucht. Mit der Peitsche eines überhöhten Hiebssatzes im Nacken kann auch ein großer Waldbaukünstler keine planmäßigen Verjüngungen hervorzaubern, ohne den Rahmen des Betriebsplanes zu sprengen. Er muß dann eben auch jüngere Bestände anbauen. Die schönen Naturverjüngungsbilder, die dabei möglicherweise entstehen, werden mit entgangenem Zuwachs teurer bezahlt als man es heute wahrhaben will. Ein geregelter Überhaltbetrieb, zumal mit Lichtbaumarten und bei weiser Beschränkung der Überhälterzahl pro ha, ist sicherlich ein gutes Mittel, den Vorrat zu erhöhen und die Wertleistung zu verbessern. Aber die höheren Vorräte, die wir brauchen, um die Hektarerträge unserer Betriebsklassen anzuheben, bekommen wir nur durch ehrliches Sparen, das heißt durch Umtriebserhöhung und Reduktion der Hiebssätze. Die scharfe Sonde der Zuwachsmessung durchdringt unerbittlich den verhüllenden Mantel von Selbsttäuschungen, Wunschvorstellungen und wohlklingenden Phrasen.

Auch die Erwartungen, welche heute vielfach noch an frühbegonnene und sehr starke Durchforstungen geknüpft werden, erfüllen sich nicht. Diesbezüglich sind die Ergebnisse des Fich-

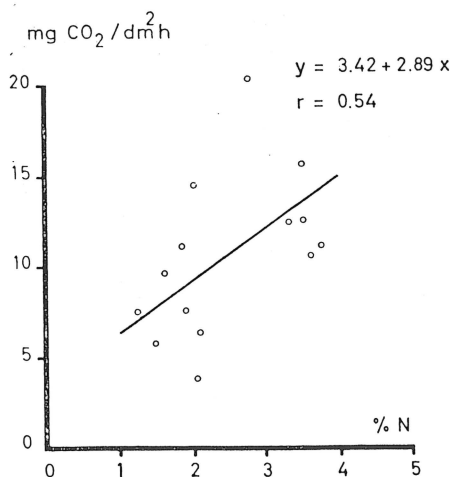


Abb. 1: Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Aufnahme vom Stickstoffgehalt in Blättern von *P. e. marilandica* (40 000 Lux).

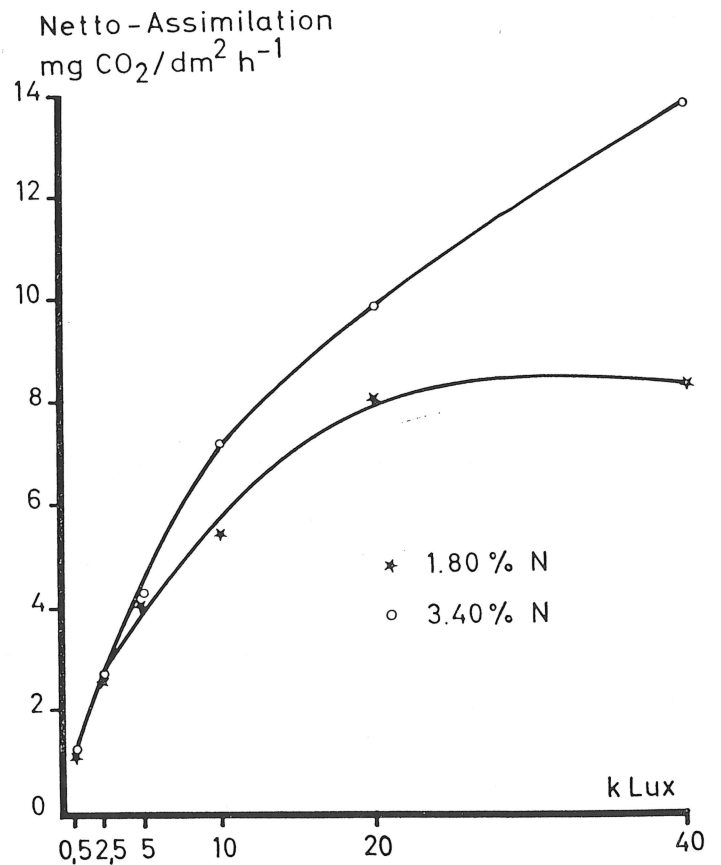


Abb. 2: CO<sub>2</sub>-Aufnahme (mg CO<sub>2</sub> · dm<sup>-2</sup> · h<sup>-1</sup>) von Pappelblättern (*P. e. marilandica*) verschiedenen Stickstoffgehaltes in Abhängigkeit von der Lichtstärke.

tendurchforstungsversuches BOWMONT in Schottland bemerkenswert, über dessen Leistungen in den ersten 15 Jahren HUMMEL (1947) und in weiteren 15 Jahren MACKENZIE (1962) berichtet<sup>4)</sup>. Dank des freundlichen Entgegenkommens seines schottischen Kollegen MACKENZIE, der bereitwillig alle Versuchsunterlagen zur Verfügung stellte, konnte der Verf.<sup>5)</sup> zeigen, daß die Zuwachsentwicklung der Unterflächen dieses Versuches völlig seiner Theorie entspricht. Die vorübergehende Mehrleistung der starken Niederdurchforstung ist eindeutig auf den Effekt der Wuchsbeschleunigung zurückzuführen.

Bei diesem Versuch hat sich bewahrheitet, was Robert HARTIG<sup>6)</sup> schon vor über 60 Jahren geschrieben hat:

„Nicht die Erzeugung der größten Blattmenge und Lichtwirkung in einem Bestand kann und darf das Ziel der wirtschaftlichen Operationen sein, sondern Erhaltung und Steigerung der Bodengüte; denn übermäßige Blattmenge und Lichtwirkung ist wirkungslos auf den Zuwachs, verschlechtert die Baumform (abgesehen von der Ästigkeit des erzeugten Holzes) und hat leichtes Holz zur Folge.“

## 2. Die Möglichkeiten zur Ertragsverbesserung mittels Melioration und Düngung

Robert HARTIG war es auch, der schon 1896<sup>7)</sup> erkannte und aussprach, „daß ein nährkräftiger Boden mit derselben Blattmenge das Doppelte an Holz zu produzieren vermag wie ein minderkräftiger“. Am Schluß seines Wiener Vortrages hat der Verf. als Ursache für die großen Leistungsunterschiede gleicher Blattmassen auf unterschiedlichem Standort die damals schon — besonders durch die Arbeiten von TAMM<sup>8)</sup> — gut belegte Tatsache herausgestellt, daß die assimilatorische Leistungsfähigkeit der Blätter und Nadeln hauptsächlich von ihrem Stickstoffgehalt abhängt, der auf besseren Standorten entsprechend höher ist.

<sup>4)</sup> HUMMEL, F. C.: The Bowmont . . . sample Plots. 1947, Forestry 21, S. 30; MACKENZIE, A. M., desgl., 1962, Forestry 36, S. 129

<sup>5)</sup> ASSMANN, E.: Der Fichten-Durchforstungsversuch Bowmont. AFuJZ 1964, S. 214–226

<sup>6)</sup> HARTIG, R.: Über den Einfluß der Kronengröße usw. Forstl. Naturwiss. Zeitschrift, VII, 1898, S. 73

<sup>7)</sup> HARTIG, R.: Wachstumsunters. an Fichte. Forstl.-Naturwiss. Z. V. 1896, spez. S. 6

<sup>8)</sup> TAMM, C. O.: Studies on Forest Nutrition. Mitt. d. Schwed. Forstl. F. A. Bd. 46, Nr. 3, 1956.

Inzwischen haben KELLER und KOCH<sup>9)</sup> im Institut von Prof. HUBER in München mittels Gasstoffwechselformen an Pappelzweigen, die in Nährlösungen unterschiedlicher Nährelementkonzentrationen verbraucht wurden, experimentell nachgewiesen, daß die photosynthetische Leistung der Pappelblätter mit der Erhöhung ihres Stickstoff- und Kaligehaltes ansteigt. Die Abb. 1 und 2, entnommen der erwähnten Arbeit von KELLER und KOCH, lassen diesen wichtigen Zusammenhang am Beispiel des Stickstoffes gut erkennen. Abb. 3 zeigt weiter, daß der Chlorophyllgehalt der Blätter mit deren Stickstoffgehalt eng korreliert ist. Die Abb. 4 nach einer Darstellung in einer Arbeit von WEHRMANN<sup>10)</sup>, wobei die Höhenbonitäten der Originalabb. in dGZ<sub>100</sub>-Leistungen umgerechnet wurden, läßt den Zusammenhang zwischen dem N-Gehalt der Kiefernadeln und der dGZ<sub>100</sub>-Leistung der Bestände erkennen. Diese steigt im großen Durchschnitt von etwa 2,5 fm bei einem mittl. N-Gehalt der Nadeln von etwa 1,35 % auf rd. 7,5, also das Dreifache, bei einem N-Gehalt von 1,7 %. Ein ähnlicher Zusammenhang besteht nach ZÖTTL<sup>11)</sup> zwischen der Mineralstickstoffanlieferung beim Brutversuch und den Ertragsleistungen der Fichten- und Kiefernbestände, aus denen die Brutproben entnommen wurden. Nach den Untersuchungen von STREBEL<sup>12)</sup> in

mg/dm<sup>2</sup> Chlorophyll

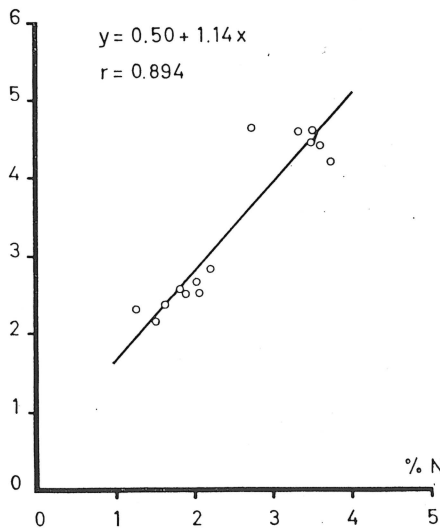
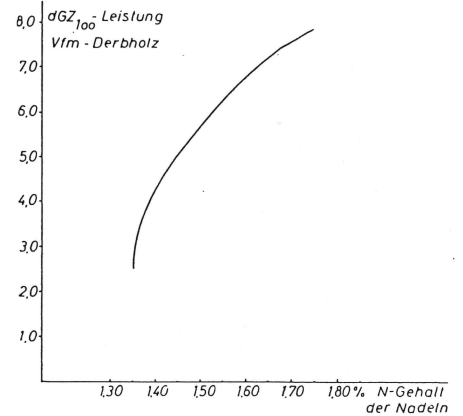


Abb. 3 (links): Beziehungen zwischen Chlorophyll- und Stickstoffgehalt in Blättern von *P. e. marilandica*. — Abb. 4 (rechts).

Wahrscheinliche mittlere dGZ<sub>100</sub>-Leistungen bayerischer Kiefernbestände bei gegebenen prozentischen N-Gehalten der Kiefernadeln  
Nach Untersuchungen von WEHRMANN (1959) umgerechnet



<sup>9)</sup> KELLER, Th. u. KOCH, W.: Der Einfluß d. Mineralstoffernährung auf CO<sub>2</sub>-Gaswechsel u. Blattpigmentgehalt d. Pappel. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. Bd. 35, H. 2, 1962  
<sup>10)</sup> WEHRMANN, J.: Die Mineralstoffernährung v. Kiefernbeständen in Bayern. Forstwiss. Cbl. 1959, S. 129  
<sup>11)</sup> ZÖTTL, H.: Dynamik d. Stickstoffmineralisation usw. II. Plant and Soil, 13, 183 1960.

zahlreichen bayer. Fichtenbeständen sind gute Wuchsleistungen an N-Konzentrationen der Fichtennadeln von 1,3 bis 1,7 % gebunden.  
Nun liegen die Dinge selbstverständlich nicht so einfach, daß man nur durch kräftige Stickstoffdüngung den N-Gehalt der Kiefernadeln von 1,4 auf 1,8 % zu erhöhen braucht, um den laufenden Zuwachs auf das Dreifache zu steigern. Denn nach WEHRMANN ist der Streubereich der Höhenbonitäten  
<sup>12)</sup> STREBEL, O.: Mineralstoffernährung und Wuchsleistung von Fichtenbeständen in Bayern. F.w. Cbl. 79. 1960, S. 17.

**Unerwünschten Baum- und Strauchwuchs beseitigt**

# U46 T-Ester



® = Registriertes Warenzeichen der BASF

U 46 T-Ester befreit Kulturen und Freiflächen von Heidekraut und Heidelbeere, von hartnäckigen Unkräutern und Stockausschlag.

U 46 T-Ester ist das geeignete Mittel zur Läuterung in Laubholzbeständen.



Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG  
6700 Ludwigshafen am Rhein



und entsprechenden Ertragsleistungen für gegebene N-Konzentrationen in den Nadeln doch sehr groß. Bei Konzentrationen von 1,4 % z. B. sind Leistungen von 3,4 bis 4,6 fm dGZ<sub>100</sub> möglich. Es kommt vielmehr auf die Gesamtkonstellation der Wachstumsfaktoren bzw. der vom Boden anlieferbaren sonstigen Nährelemente an. Hier ist wichtig, aufzuzeigen, daß man durch Vergrößern und günstig erscheinendes Verteilen der Blatt- oder Nadelmengen unserer Waldbestände die assimilatorische Leistung und damit den möglichen Ertrag nicht wirksam verbessern kann. Dies wird aber möglich, wenn wir die vom Boden mit dem aufsteigenden Transpirationsstrom anzuliefernden Nährelementmengen durch künstliche Zufuhr soweit erhöhen, daß optimale Assimilationsleistungen erreicht werden.

Nach den Düngungsversuchen von TAMM (1956) entfalten Kiefern ihre höchste Produktionsleistung, wenn ihre Nadeln wenigstens 2 % Stickstoff enthalten. Nach dem bekannten Gesetz von LIEBSCHER kann ein bestimmter Wachstumsfaktor um so wirksamer zur pflanzlichen Produktion ausgewertet werden, je günstiger gleichzeitig die anderen Wachstumsfaktoren sind. Wir müssen also, um zu höchsten Leistungen zu kommen, harmonisch düngen, wozu LAATSCH<sup>13)</sup> immer wieder ermahnt. Von ihm ist aber auch mehrfach betont worden, daß der Stickstoff nächst dem Wasser der wichtigste Minimumfaktor ist.

Nachdem im forstlichen Schrifttum in letzter Zeit wiederholt über bisherige Ergebnisse von Forstdüngungsversuchen berichtet wurde, so besonders von HAUSSER<sup>14)</sup>, darf das Ausmaß der bisher beobachteten Zuwachsausschläge als bekannt vorausgesetzt werden. Grob zusammengefaßt läßt sich sagen, daß diese Zuwachsausschläge bei den für uns wichtigen Baumarten Fichte und Kiefer im Rahmen von etwa 10 bis 50 % der jeweiligen ungedüngten Vergleichsfläche liegen. Es wird noch viel Experimentierarbeit erfordern, um den verwinkelten Zusammenhängen auf die Spur zu kommen, welche auf gegebenem Standort das bestmögliche Gedeihen unserer forstlich wichtigen Baumarten, vor allem auch der Laubhölzer, bestimmen. Hierbei ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Forstlichen Bodenkunde und der Ertragskunde notwendig und aussichtsreich.

Probleme und Aufgaben besonderer Art bietet die Melioration der Waldböden, welche durch jahrzehntelange, ja teilweise jahrhundertelange Streunutzungen devastiert sind. Sie nehmen in Bayern und Österreich große Flächen ein. Die Hauptursache für die erschreckende Herabminderung der potentiellen Zuwachseleistung dieser streugenutzten Waldböden ist bekanntlich extremer Mangel an pflanzenaufnehmbarem Stickstoff. Auf dieses Sonderproblem wird nachher, im Zusammenhang mit Meliorationsversuchen, noch eingegangen, an denen das Münchner Institut für Ertragskunde beteiligt ist. Hier sind noch einige Gesichtspunkte zur betriebswirtschaftlichen Seite der Forstdüngung herauszustellen.

Daß die geldwerten Mehrleistungen systematisch gedüngter Fichtenbestände den Düngungsaufwand weit übertreffen und daß der Wert des 5jährigen Mehrzuwachses bereits die aufgewendeten Düngungskosten um 100 bis 200 % übersteigt, hat HAUSSER schon 1961 nachgewiesen. Die weitere Entwicklung dieser Versuche läßt z. T. noch günstigere Verhältnisse erwarten.

In der Literatur hat der Verf. mehrfach darauf hingewiesen, daß die Düngung von mittelalten Beständen deshalb besonders wirtschaftlich ist, weil ein Teil des Mehrzuwachses bereits im Laufe der nächsten beiden Jahrzehnte geerntet werden kann. So ist der günstigste betriebswirtschaftliche Effekt auch bei Verzinsung der Düngekosten noch gegeben.

Betreffs der Durchforstung zu düngender Bestände ist hier eine Anmerkung zu machen. In Nadelholzbeständen mit geringer Differenzierung der Schaftgüte, wie etwa in Fichtenbeständen, wird das Maximum der durchschnittlich jährlichen Wertproduktion von Betriebsklassen bereits bei mäßiger Durchforstung erreicht, d. h. auf Standorten II. Höhenbonität nach WIEDEMANN mit einem Vornutzungsprozent im Alter 100 von nicht mehr als 40. Der optimale natürliche Bestockungsgrad beträgt auf solchen mittelguten

### Jährliche Hektarleistung von Kiefernbetriebsklassen

an 1 fm Derbholz o R (dGZ) und an ertekostenfreiem Wert (dWZ) bei verschiedener Höhenbonität und Umtriebszeit  
ET von WIEDEMANN, mäß. Df., Preise und Löhne vom 1. 1. 1963

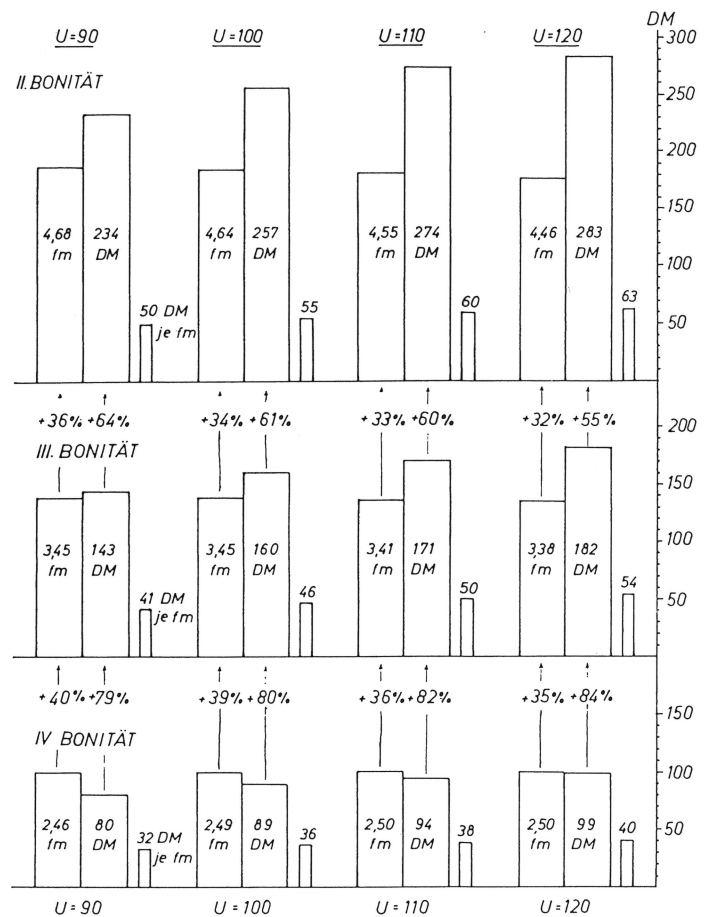


Abbildung 5

Standorten, die ja der Düngung besonders günstige Aussichten bieten, im Alter von 50–70 Jahren etwa 0,9, bezogen auf die dann mögliche maximale Grundfläche lebender Bäume. Dies gilt übrigens sowohl in bezug auf die Volumen- wie auf die Wertleistung. Wenn wir nun solche Standorte düngen, dann wird die mögliche Bestockungsdichte bzw. die entsprechende mögliche Grundflächenhaltung erhöht. Es können dann mehr Bäume gegebener Dimension auf dem betreffenden Standort ernährt werden. Auch hat sich gezeigt, daß gerade die mitherrschenden Bäume auf die Düngung besonders dankbar reagieren. Daher empfiehlt es sich, solche Bestände vor der Düngung nach Möglichkeit nur schwach (d. h. unter Entnahme der absterbenden Bäume) oder, wenn ein schwacher Eingriff finanziell unlohndend ist, überhaupt nicht zu durchforsten, damit der Düngungseffekt sich voll in Holzzuwachs umsetzen kann<sup>15)</sup>. Es dürfte auch finanziell günstiger sein, mit einer kräftigen Durchforstung etwa 5 bis 10 Jahre nach der Düngung über den normalen Ansatz hinaus zugleich einen Teil des erzielten Mehrzuwachses zu ernten. Ein solcher starker Hieb liefert ja auch einen kostengünstigen hohen Hektaranfall. Die „Angst vor dem Kronenschwund“ ist übrigens bei der spitzkronigen Fichte unbegründet. Auch kann man sich, wie die bayerischen Fichten-Durchforstungsversuche beweisen, ohne Schaden lange Durchforstungsintervalle, sagen wir von 10 Jahren, leisten, vorausgesetzt, daß keine besonderen pathogenen oder klimatischen Gefährdungen vorliegen.

Bei all diesen Überlegungen muß selbstverständlich auch die finanzielle Lage des Waldbesitzers beachtet werden. Handelt es sich z. B. um einen Landwirt mit kleinem Waldbesitz, der möglicherweise eigenhändig durchforstet, so kann ein „Schnellwuchsbetrieb“ mit früher und sehr starker Durchforstung durchaus angebracht sein. Sofern aber Be-

<sup>13)</sup> LAATSCH, W. u. a.: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Waldbodenmelioration. Mitt. a. d. Staatsforstverw. Bayerns, Heft 29, S. 50, 1957

<sup>14)</sup> HAUSSER, K. u. a.: Ergebnisse von neuen Forstdüngungsversuchen. AFZ 1957, S. 131. HAUSSER, K.: Ergebnisse von Düngungsversuchen zu ... Fichtenbeständen usw. AFuJZ 1961, S. 269–291

<sup>15)</sup> Eine Ausnahme ist angebracht bei Beständen auf stauwasserbeeinflussten, kaltgründigen Böden, weil hier kräftige Eingriffe durch die so bewirkte Wärmezufuhr das Bodenleben günstig beeinflussen und die stark verzögerte Düngungsreaktion beschleunigen können.

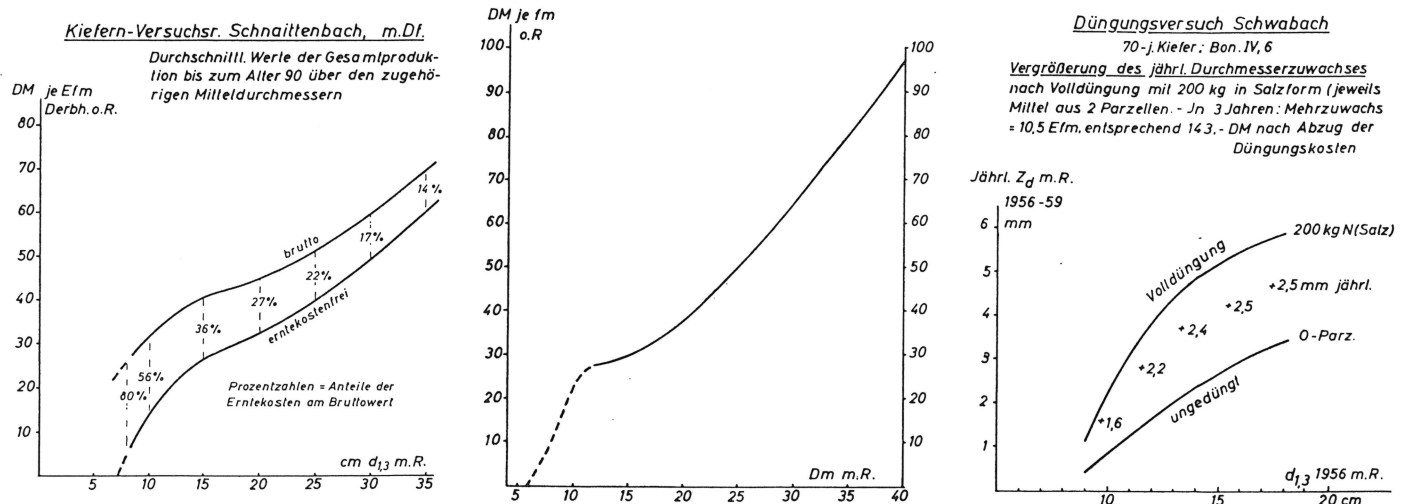


Abbildung 6 (links). — Abbildung 7 (Mitte): Kiefer. Erntekostenfreier Wert des Durchschnitts-Festmeters des verbl. Bestandes n. d. Sortentafel von MITSCHERLICH (1939) über dem Durchmesser des Grundfl.-Mittelstammes (Preise und Löhne mit Sozialzuschlägen vom 1. 1. 1963). — Abbildung 8 (rechts).

triebsklassen mit nachhaltgerechten mittleren bis hohen Vorräten gegeben sind, ist es überflüssig und unzweckmäßig, die Jahrringbreite der Fichte mit allen Mitteln, also auch mittels stärkster Durchforstung, extrem zu vergrößern, um rasch preisgünstig verwertbare Sortimente zu erzeugen. Denn dies geht, wie der erwähnte Bowmont-Versuch klar beweist, auf Kosten der Holzqualität und des Zuwachses, ganz abgesehen von den hohen Erntekosten bei den ersten Durchforstungen, die heute schon vielfach keine Überschüsse mehr erbringen. Halten wir unsere mittelalten Bestände in gutem Schluß, so bekommen wir nach ihrer Düngung mehr Holz als bisher mit nur wenig breiteren Jahrringen und von guter Qualität.

Das ist ja eben der grundlegende Vorzug, den hier Düngung und Melioration bieten: Wollen wir mit der forstüblichen Technik die Jahrringe verbreitern und über den Durchmesserzuwachs den Holzwert steigern, so müssen wir die Standräume der Bäume erweitern und ihre Kronen vergrößern. Vergrößerte Kronen transpirieren mehr Wasser. Infolgedessen bilden die Nadelbäume Tracheiden mit großen Leitungsquerschnitten: es wird weiltumiges Holz von minderer Qualität angelegt. Vergrößern wir die Kronen stark, so wächst der Kroneninhalte mehr als die assimilierende Mantelfläche. Den Kroneninhalte füllt aber im wesentlichen das tragende Sproßgerüst aus. Dieses respiriert und veratmet einen großen Teil des Assimilationsgewinnes. Dies ist übrigens der Hauptgrund für die schlechte Standraumökonomie der großkronigen Bäume in der obersten Sozialschicht. Die Düngung aber vermag die Jahrringe ohne Standraumerweiterung zu verbreitern; denn mit gleichbleibenden Mengen von Transpirationswasser werden den Bäumen größere Mengen der benötigten Nährelemente zugeführt. Dabei ist in mittelalten und älteren Beständen nach den mehrfachen Untersuchungen von v. PECHMANN<sup>16)</sup> keine Qualitätsminderung zu befürchten.

Ein besonders dankbares Objekt für Meliorations- und Düngungsmaßnahmen neben der Fichte ist die Baumart Kiefer, zumal auf armen und noch dazu streugenutzten Standorten. Hier sind die erntekostenfreien Hektarerträge vielfach so niedrig, daß sie heute nicht einmal den Mindestaufwand an Verwaltungs-, Kultur- und Wegebaukosten zu decken vermögen, der z. Z. in Bayern mit wenigstens 150 DM = 900 Schilling je ha zu veranschlagen ist. Eine Vorstellung vom Einfluß der Standortsgüte, ausgedrückt durch die Höhenbonität, und der Umtriebszeit auf den durchschnittl. jährl. Volum- und Wertzuwachs von Betriebsklassen vermittelt die Abb. 5. Man erkennt daraus, daß die prozentualen Vergrößerungen des dWZ bei Verbesserung der Höhenbonität weit größer und teils nahezu doppelt so groß sind wie die prozentualen Steigerungen des dGZ. Nun läuft ja der Düngungseffekt praktisch auf eine Standortverbesserung hinaus. Der sozusagen zusätzliche Steigerungseffekt in bezug auf den Wertzuwachs beruht vor allem auf der Durchmesservergrößerung. Mit steigendem Durchmesser der erzeugten Hölzer steigt nicht nur der Holzwert, sondern sinken auch die Werbungskosten je

fm, wie aus der Abb. 6 zu ersehen ist, welche den Bruttowert und erntekostenfreien Wert sämtlicher bis zum Alter 90 erzeugten Bäume der Kiefern-V. R. Schnaittenbach (Oberpfalz), Unterfläche für mäßige Df., über dem Durchmesser darstellt. Infolge der niedrigeren Werbungskosten für den fm stärkeren Holzes steigen die durchschnittl. Nettowerte je fm steiler an als die Bruttowerte. So ist der durchschlagende Erfolg steigender Mitteldurchmesser des Bestandes auf den erntekostenfreien Wert des erzeugten Durchschnittsfestmeters in der Abb. 7 leicht erklärlich. Dessen Wert steigt von rd. 30 DM bei 15 cm auf rd. 50 DM bei 25 cm und 80 DM bei 35 cm, wobei allerdings ansteigende Wertholzanteile (Dielungsholz) vorausgesetzt werden.

Beim Düngungsversuch Schwabach, auf einem trockenen Podsol aus nur schwach anlehmigem Grobsand, der einen Kümmerbestand beinahe V. Höhenbonität trägt, bewirkte, wie die Abb. 8 erkennen läßt, eine Volldüngung, wobei die 200 kg N je ha als Ammonsulfatsalpeter gegeben werden, beachtliche Steigerungen der Durchmesserzuwächse. So hat der Mittelstamm der gedüngten Parzellen im Durchmesser jährlich um 3,4 mm zugenommen gegenüber nur 1,9 mm der ungedüngten Vergleichsparzellen. Die so erreichten Jahrringbreiten sind hinsichtlich der Holzqualität unbedenklich.

Die prozentuale Steigerung des Wertzuwachses wird so auf längere Sicht noch bedeutend größer ausfallen müssen als die hier erreichte Erhöhung des Volumzuwachses um rd. 90%, absolut 3,5 fm jährlich.<sup>17)</sup>

Vorsichtiger werden wir beim Düngen von Kulturen vor allem mit N vorgehen müssen, um keine qualitätsmindernden Jahrringbreiten zu erzielen. Wenn wir aus Freikulturen der Kiefer Qualitätsholz erwarten wollen, müssen wir nach OLBURG (1950) ohnehin mit engsten Verbänden arbeiten. In diesem Fall dürften vorsichtige Düngungen unbedenklich sein.

### 3. Erfahrungen bei der ertragskundlichen Beobachtung von Düngungs- und Meliorations-Versuchen

Das Institut für Ertragskunde, München, hat derzeit 28 Düngungs- und Meliorationsversuche mit insges. 220 Unterflächen auf zus. 33,5 ha Bestandesfläche unter laufender Zuwachskontrolle. Der erste Versuch dieser Reihe ist der bekannte Düngungsversuch Speyer. Er wurde 1928 von der Versuchsstation Limburgerhof der BASF durch Dr. RÖMER auf Anregung von Forstmeister WEINKAUFF als einer der ersten

<sup>17)</sup> Im weiteren Verlauf der Linzer Arbeitstagung wurden u. a. Walddüngungsversuche im Mühlviertel besichtigt. Die hier auf Granit- und Gneisböden stockenden sekundären Kiefernwälder haben sich als Folge jahrhundertelanger Streunutzung aus ursprünglichen Buchen-Tannen-Fichten-Mischwäldern entwickelt. Während die momentane dGZ<sub>100</sub>-Leistung an Kiefer kaum höher als 4 Efm Derbh. liegen dürfte, beträgt die entsprechende potentielle dGZ<sub>100</sub>-Leistung an Fichte schätzungsweise 9—10 Efm Derbh. Die mögliche geldwerte Ertragsleistung liegt also mindestens doppelt so hoch wie die derzeitige. Wie die laufenden Versuche beweisen, läßt sich die Regeneration dieser Böden mittels Düngung, insbesondere Stickstoffzufuhr, in relativ kurzer Zeit erreichen. Damit erweitern sich zugleich die waldbaulichen Möglichkeiten in ungeahnter Weise, etwa in Richtung auf Fichten-Tannen-Mischbestände mit gruppenweiser Beimischung von Kiefern, die später einen Überhaltbetrieb gestatten.

<sup>16)</sup> v. PECHMANN, H. und WUTZ, A.: Haben Mineraldüngung und Lupinenanbau einen Einfluß auf die Qualität von Fichten- und Kiefernholz? Forstw. Cbl. 1960, S. 91

forstlichen Düngungsversuche mit mehrfacher Wiederholung angelegt und ist, soweit dem Verfasser bekannt, der erste forstliche Düngungsversuch mit mehrfacher Wiederholung. Die weiteren Versuchsanlagen datieren erst ab 1953 und sind in der überwiegenden Mehrzahl vom Institut für Bodenkunde und Standortslehre unter Mitwirkung des Institutes für Ertragskunde angelegt. Über die Ergebnisse einiger dieser neuen Versuche ist unlängst von ZÖTTL und KENNEL<sup>18)</sup>, also von Angehörigen beider Institute, berichtet worden. Freiwilliges und überzeugtes „team work“ auf benachbarten und sich teilweise überschneidenden Gebieten ist besonders erfolgreich.

Hier sollen lediglich einige vorläufige Ergebnisse von zwei großangelegten Meliorationsversuchen mitgeteilt werden, aus denen sich wertvolle Lehren für künftige Versuche ableiten lassen. Die Auswertung und statistische Prüfung ist noch nicht abgeschlossen; vor allem fehlen noch wichtige bodenkundliche Befunde. Es wird darüber zu gegebener Zeit berichtet werden.

**Die Meliorationsversuche Nr. 209 und 210 im Forstamt Bodenwöhr**

Diese beiden großzügigen Versuchsanlagen verdanken wir der Initiative von Oberregierungsrat Dr. SCHÖDEL († 1959), s. Z. Referent für Waldbau u. Forsteinrichtung an der Oberforstdirektion Regensburg.

Standörtlich handelt es sich um diluvial verlagerte Kreidesande des Bodenwöhr Beckens, die zwar ziemlich tiefgründige, aber überwiegend trockene, nach der Tiefe zu steinhaltige Sandböden, mit geringen und auf den Versuchsfeldern stark schwankenden Lehmantellen, geliefert haben. Im Unterboden finden sich mehrfach Letten, die örtlich Wasseranstau bewirken.

Der Versuch 209 „Unteres Lindach“ hat den schlechteren und trockeneren Boden mit nur 3–5 cm Humusauflage und i. D. 10 cm Auswaschungshorizont, während Versuch 210 „Reiherbusch“ mit stärkerer Humusauflage und etwas höherem Lehmanteil besser daran ist. Dies drückt sich auch in der Höhenbonität der aufstokenden 63jähr. bzw. 85jähr. Kiefernbestände aus, die beim Lindach i. M. IV, 1 (mit Schwankung von IV,6 bis III,4) nach WIEDEMANN, maß. Df., beträgt, beim Reiherbusch aber i. M. III,7. Im Bestand Reiherbusch war bezeichnenderweise auch Fichtenunterstand vorhanden, der bei der Versuchsanlage entfernt wurde. Die Bodenflora bilden vorwiegend Heide, Preisel- und Heidelbeere sowie, vor allem im Lindach, Cladonia.

Wir haben es hier mit Standorten zu tun, die bei ungünstigen ursprünghchen Bodeneigenschaften jahrhundertlang wenig pfleglich behandelt (Hüttenindustrie, Köhlereibetrieb) und vor allem stark streugenutzt wurden. In einer jüngst von der Staatswirtschaftl. Fakultät, München, angenommenen Dissertation von EMBERGER<sup>19)</sup> wurden u. a. für 44 typische bayerische Waldstandorte die Stickstoffvorräte in kg/ha bis zu 1 m Bodentiefe ermittelt und die korrelative Abhängigkeit dieser fruchtbarkeitsbestimmenden Vorräte von einzelnen Faktoren mittels multipler Korrelations- und Regressionsanalyse untersucht. Die festgestellten Vorräte schwanken zwischen rd. 1900 und 16000 kg/ha, wobei die Vorräte für die Gruppe „verlagerte Keuper- und Kreidesande“ mit 1900 bis 2500 kg am niedrigsten, für die Gruppe „Basalt“ mit 6200 bis 16000 kg(!) am höchsten lagen. Einige krasse negative Abweichungen von den Mittelwerten der Regressionsbeziehungen konnten als Folge besonders starker und örtlich bekannter Streunutzungen erklärt werden. Deren genaues Ausmaß ließ sich leider im Einzelfall nicht feststellen. Als charakterisierende Zahl für das Ausmaß der Streunutzungen in einem typischen Forstamt der Oberpfalz, nämlich Amberg, sei aus der Arbeit von EMBERGER wiedergegeben, daß nach forstamtl. Aufzeichnungen im Zeitraum 1921–1951 auf 664 ha Bestandesfläche je ha i. D. 132 Ster Streu genutzt worden sind, wobei die Nutzung zwischen 50 und 200 Ster schwankte. Man rechne einmal aus, was diesen Böden so an Stickstoff entzogen wurde! Für die Bodenverfassung der Bodenwöhrer Versuchsreihen bei Versuchsbeginn ist also vor allem extremer Stickstoffmangel kennzeichnend.

<sup>18)</sup> ZÖTTL, H. u. KENNEL, R.: Die Wirkung von Ammoniakgas- und Stickstoffsaldüngung in Kiefernbeständen. Forstw. Cbl. 1962 S. 65 bis 91

<sup>19)</sup> EMBERGER, S.: Die Stickstoffvorräte bayerischer Waldböden. Diss. München 1964.

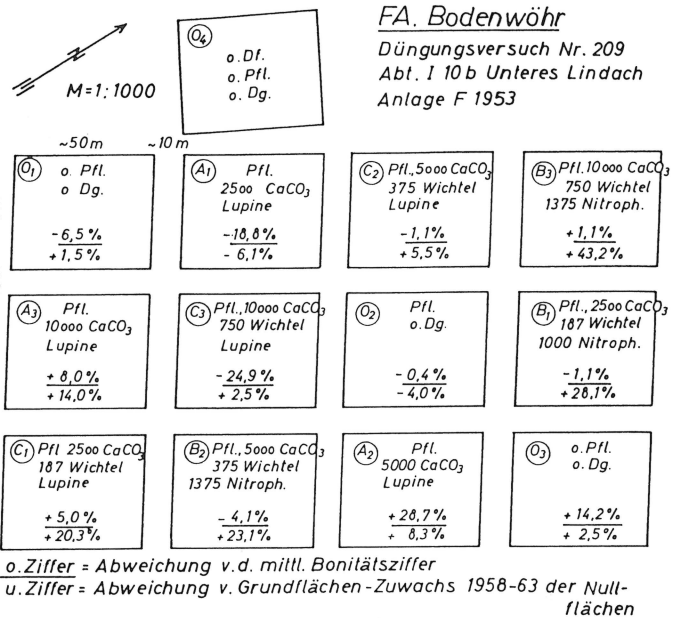


Abbildung 9

Beide Versuche wurden von der Forstverwaltung örtlich projektiert und vorgerichtet. Die bodenkundliche Beratung hatte das Institut für Bodenkunde, damals geleitet von Prof. Dr. G. KRAUSS; die ertragskundliche Betreuung übernahm das Institut des Verfassers.

In beiden Versuchsanlagen sollte vor allem die aus langer Beobachtung bereits bekannte günstige Wirkung eines Lupinen-Unterbaues erprobt werden. Um die erforderlichen Saatriefen mit dem Pfluge anlegen zu können, wurden die Bestände vor der Versuchsanlage sehr stark durchforstet bzw. gelichtet, so daß die Stammzahl pro ha im Lindach auf i. D. 750 und im Reiherbusch auf i. D. 400 reduziert wurde. Die ziemlich große Versäuerung mit pH-Werten im A<sub>1</sub>-Horizont zwischen 3,6 bis 4,8 (in H<sub>2</sub>O gemessen) ließ Kalkung geraten erscheinen, wobei Steigerungsgaben von 2500 bis 10000 kg Ca CO<sub>3</sub> im Lindach und von 1800 bis 7600 kg Ca CO<sub>3</sub> im Reiherbusch pro ha gewählt wurden.

Dazu wurde in einem Teil der Parzellen ein damals aufgekommener Humusdünger (Grundsubstanz Torf) „Wichtel“ in Gaben von 187 bis 750 kg/ha (Lindach) bzw. 120 bis 480 kg (Reiherbusch) auf den Riefen ausgestreut. Er enthält nach Angaben des Herstellers 6,5 % N, 6,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12 % K<sub>2</sub>O (Sulfat) sowie Spuren von Kupfer, Mangan und Bor. Im Versuch Reiherbusch wurde noch dazu ein Unterbau mit Roteiche erprobt.

Da nach der zweiten ertragskundlichen Aufnahme im Herbst 1958 beim Versuch Lindach überhaupt keine und beim Reiherbusch nur eine geringe Zuwachsreaktion erkennbar wurde, ließ der Verfasser im Einvernehmen mit Prof. Dr. LAATSCH die 3 lupinenfreien B-Parzellen im Lindach, sowie die ungekalkten Parzellen im Reiherbusch, mit einem Mehrnährstoffdünger (NPK) nachdüngen. Im Lindach wurden 1000 bzw. 1375 kg/ha und im Reiherbusch 1200 kg/ha „Nitrophoska“ mit 12 % N, 12 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 20 % K<sub>2</sub>O gegeben.

**Der Versuch Lindach**

Die Abb. 9 bietet einen Lageplan des Versuches Lindach. Es sind insges. 13 Parzellen von je etwas mehr als 20 a Größe mit 10 m breiten Zwischenstreifen. Von den ursprünglichen 3 Nullflächen wurde auf Veranlassung des Verf. eine beim Pflügen ausgespart, da nach den Erfahrungen beim Versuch Speyer mit einem negativen Effekt dieser Maßnahme gerechnet werden muß. Die vierte, im undurchforsteten Teil des Bestandes angelegt, ist die standörtlich und bonitätsmäßig schlechteste Parzelle und wird deshalb bei den vergleichenden Auswertungen und der Varianzanalyse nicht einbezogen.

Überall zur Unkrautbekämpfung

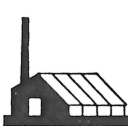
**Gramoxone**®

Schnelle Wirkung  
Sofortige Inaktivierung  
Keine Rückstände im Boden

Feldgemüse



Gartenbau



Obstbau-Forst



Gräben Teiche



Übersicht 1: Düngungsversuch Bodenwöhr 209 (Unt. Lindach), (Kiefer) — September 1963

Parz.- Nr.	Düngung (kg/ha)	Grundflächenzuwachs pro ha und Jahr			
		F 1953 — H 1958 m <sup>2</sup>	H 1958 — H 1963 m <sup>2</sup>	%	F 1953 — H 1963 m <sup>2</sup>
O 1	ungepflügt, ungedüngt	0,5790	0,5328	97,6	0,5580
2	gepflügt, ungedüngt	0,5475	0,5368	98,3	0,5427
3	ungepflügt, ungedüngt	0,5842	0,5683	104,1	0,5770
		0,5702	0,5460	100,0	0,5592
A 1	gepflügt, 2 500 Kalk, Lupine	0,4844	0,5127	93,9	0,4973
2	gepflügt, 5 000 Kalk, Lupine	0,5570	0,5915	108,3	0,5727
3	gepflügt, 10 000 Kalk, Lupine	0,6215	0,6223	114,0	0,6219
		0,5543	0,5755	105,4	0,5640
B 1	gepfl., 2 500 Kalk, 187 Wichteld., 1000 Nitroph.	0,4758	0,6992	128,1	0,5773
2	gepfl., 5 000 Kalk, 375 Wichteld., 1375 Nitroph.	0,5731	0,6722	123,1	0,6181
3	gepfl., 10 000 Kalk, 750 Wichteld., 1375 Nitroph.	0,5463	0,7821	143,2	0,6535
		0,5317	0,7178	131,5	0,6163
C 1	gepfl., 2 500 Kalk, 187 Wichteld., Lupine	0,7389	0,6567	120,3	0,7015
2	gepfl., 5 000 Kalk, 375 Wichteld., Lupine	0,5341	0,5758	105,5	0,5531
3	gepfl., 10 000 Kalk, 750 Wichteld., Lupine	0,5722	0,5595	102,5	0,5619
		0,6151	0,5973	109,4	0,6055
O 4	undurchforstet, ungepflügt, ungedüngt	0,5211	0,5033	92,2	0,5130

Alle anderen Parzellen wurden streifengepflügt mit 0,85 m breiten Streifen und gleichbreiten Zwischenstreifen. Es erhielten dann die Parzellen-Serie A

2500 bis 10 000 kg/ha CaCO<sub>3</sub>  
dazu Lupinensaat;

Serie B

gleiche Kalkmengen  
dazu 182 bis 750 kg/ha „Wichtel“,  
und im Frühjahr 1959 1000 bis 1375 kg/ha Nitrophoska.

Serie C

wurde bei gleichen Düngermengen wie B aber  
ohne Nitrophoska mit Lupinen besät.

Die sorgfältigen Messungen bei der Versuchsanlage ließen bedeutende Bonitätsunterschiede der Parzellen untereinander hervortreten. So beträgt die mittl. Standardabweichung der Höhenbonität ± 0,3 Gütestufen! Sie ist durch Verschiedenheiten im Bodenprofil, im Lehmenteil und in der Wasserführung verursacht und wird offenbar durch zahlreiche ehemalige Kohlenmeiler auf dem Versuchsfeld noch vergrößert. Die schlechteste Parzelle ist C<sup>3</sup> mit IV 6, die beste A<sub>2</sub> mit III 4 Höhenbonität zu Versuchsbeginn.

Bei der ersten Aufnahme wurden u. a. 4 je 10 m breite Probestreifen in gleichen Abständen über das Versuchsfeld gelegt, auf denen die Stammfußpunkte der Bäume eingemessen sowie deren Durchmesser und Höhen gemessen wurden. Nach den für je 5 m Streifenlänge berechneten Mittelwerten für d<sub>1,3</sub> und h wurden Durchmesser- und Höhenprofile gezeichnet. Diese zeigen mit ihren markanten positiven und negativen Ausschlägen bessere und geringere Bodenpartien des Versuchsfeldes an. Wegen zahlreicher Knickfalten läßt sich das Original leider nicht reproduzieren.

Bemerkenswert ist nun, daß sich der typische Profilverlauf auch bei den eingezeichneten Werten der Aufnahmen von 1958 und 1963 nicht verändert hat. Dies gilt weiter für die gleichfalls eingezeichneten Kurven des Durchmesserzuwachses. Eine Ausnahme bilden lediglich die Teilstücke dieser Profilkurven, welche über die 1959<sub>F</sub> mit NPK vollgedüngten Parzellen verlaufen und deutliche Anhebungen der Durchmesserzuwachskurven 1958—63 nach oben erkennen lassen. Offenbar werden die Zuwachsreaktionen dieses Versuches, mit der erwähnten Ausnahme, immer noch überwiegend von den Standortverschiedenheiten erheblich beeinflußt.

Um die Bonitätsverschiedenheiten der einzelnen Parzellen schärfer kennzeichnen zu können, wurde aus den Werten von d<sub>m</sub> und h<sub>m</sub> der Grundflächenmittelstämme eine Bonitätsziffer berechnet. In diese geht der Wert von d<sub>m</sub> nach Korrektur mit dem Quotienten „Grundfl. der Parzelle: a. M. der Grundfl. aller Parzellen“ ein, so daß sich der korrigierte Wert mit größerer Anfangsgrundfl. vergrößert und umgekehrt verkleinert. Als Bonitätsziffer dient dann das arithm. Mittel von h<sub>m</sub> und d<sub>m</sub> korrigiert. In der Abb. 10 ist in jeder Parzelle die prozentuale Abweichung von der mittl. Bonitätsziffer zu Versuchsbeginn oberhalb des Bruchstriches ersichtlich. Man erkennt deutlich regionale Depressionen z. B. bei den Parz. A<sub>1</sub> u. C<sub>3</sub> sowie Erhebungen z. B. bei Parz. A<sub>2</sub> u. O<sub>3</sub>. Die Ziffer unter dem Bruchstrich gibt die prozentualen Abweichungen vom arithm. Mittel des Grundflächenzuwachses der Nullflächen in der Zuwachsperiode 1958 bis 1963 an.

Auch hier wird deutlich, daß die Zuwachsreaktion wesentlich von den Standortverschiedenheiten bestimmt wurde. Eine klare Ausnahme bilden die 1959 mit Nitrophoska gedüngten B-Parzellen.

Die Übersicht 1 gibt die gemessenen jährlichen Grundflächenzuwächse der Parzellen in den beiden Teilbeob-

achtungsperioden und während der ganzen bisherigen Beobachtungen wieder. Man kann daraus ablesen, daß 1953—1958, mit Ausnahme von A<sub>3</sub> und C<sub>1</sub>, keine eindeutigen Zuwachsausschläge erkennbar sind. Dagegen bestehen solche für 1958 bis 1963 bei den mit Nitrophoska gedüngten B-Parzellen mit + 23 bis 43 %. Die Varianzanalyse ergibt statistisch gesicherte Differenzen für diese B-Parzellen gegenüber den O- und A-Parzellen sowie schwach gesicherte Diff. gegenüber den C-Parzellen.

	A	B	C
O	—	++	—
A		++	—
B			+
C			

Genauere Volumzuwächse lassen sich erst angeben, wenn noch längere B.-P. und Messungen an gefällten Probestämmen vorliegen. Es sei noch bemerkt, daß bei diesem Versuch einem Zuwachs von 1 qm Grundfläche im groben Durchschnitt 10 fm Derbholzzuwachs entsprechen.

Bei ungefähr gleich großen Ausgangspositionen der Versuchspartellen darf man für begrenzte Zeit den Grundflächenzuwachs als Leistungsmaßstab verwenden. Wenn aber größere Unterschiede der Ausgangsgrundflächen bestehen, ist dies unmöglich; es werden dann problematische Umrechnungen und Korrekturen erforderlich.

Die farbigen Abbildungen des Titelbildes vermitteln einen Eindruck vom Zustand einzelner Parzellen im Sommer 1964, wobei zugleich der unterschiedliche Stand der Lupine auffällig ist.

Die Entwicklung der Lupine wurde von der örtlichen Forstverwaltung von 1953 bis 1958 mittels stichprobenweiser Messungen von Höhe und Anzahl der Lupinestöcke kontrolliert. Bei einer vorläufigen Auswertung dieser Erhebungen fand Fm. Schmidt, daß die Höhenentwicklung der Lupinen im Lindach 1957 ein Optimum erreicht hat, dem ein Abstieg zu folgen scheint. Die beiden Assistenten des Instituts Fm. Kennel und Fm. Schmidt haben im Juli 1964 mittels systematischer Stichprobenahmen das Frischgewicht sowie, nach Trocknung von Proben, auch das Trockengewicht der Lupinen

Übersicht 2:

Titelbild	Parzelle	Behandlung	Prozentische Abweichungen		
			a) von der mittl. Bonitätsziffer der Nullflächen 1953	b) vom mittleren Grundflächenzuw. d. Nullflächen 1958—1963	c) vom mittleren Frischgewicht aller Lupinen-Parzellen 1964
oben links	O <sub>1</sub>	ungedüngt, ungepflügt	— 6,5	— 2,4	—
oben rechts	A <sub>1</sub>	gepflügt, Lupine 2500 CaCO <sub>3</sub>	— 20,7	— 6,1	— 89,3 (1)
Mitte links	A <sub>2</sub>	gepflügt, Lupine 5000 Ca	+ 25,7	+ 8,3	+ 63,6
Mitte rechts	B <sub>3</sub>	gepflügt 10 000 Ca; 1375 NPK	— 1,3	+ 43,2	—

auf den einzelnen Parzellen sorgfältig ermittelt. Das Frischgewicht pro ha Gesamtfläche (= doppelte Riefenfläche) betrug danach zwischen 12 und 186 kg. Die danach berechneten Abweichungen der einzelnen Lupinenparzellen vom Durchschnitt gehen gut parallel mit den Abweichungen der betr. Parzellen von der mittl. Bonitätsziffer. Nur die Parzellen A<sub>3</sub> und C<sup>3</sup> mit den höchsten Ca- bzw. Wichtelgaben zeigen positive Gegenläufigkeit, die man als Düngungserfolg deuten kann.

Die Übersicht 2 läßt diese Zusammenhänge zwischen der Anfangsbonität einerseits, dem Grundflächenzuwachs und dem Trockengewicht der Lupinen pro ha andererseits in den 4 abgebildeten Parzellen schön hervortreten.

Man darf aus den bisherigen Ergebnissen des Versuches Lindach wohl schon jetzt den vorsichtigen Schluß ziehen, daß es auf so schlechten Standorten unzweckmäßig ist, in mittelalten Beständen mit Lupinenunterbau zu arbeiten. Eine direkte Zufuhr der fehlenden Nähr-elemente durch mineralische Düngung wäre wirkungsvoller und wesentlich billiger gewesen.

Auf den weit besseren Granitstandorten des Forstamtes Pfreimd in der Oberpfalz, mit einer potentiellen Ertragsleistung der Kiefer von II. Höhenbonität und besser, vermag sich

die Lupine örtlich ohne Beihilfe im gelichteten Bestand auszubreiten und ihre günstigen Wirkungen zu entfalten. Dazu wird auf die Arbeit von WITTICH<sup>20)</sup> und die Ausführungen des Verfassers in der Waldertragskunde (S. 414—417) verwiesen.

#### Der Versuch Reiherbusch

Ungleich schwieriger gestaltet sich die Auswertung des großen Versuches Reiherbusch mit nicht weniger als ursprünglich 24 Parzellen von je 25 a Größe, von denen allerdings 2, mit jüngeren Weymouthskiefern bestockte, ausgesondert werden mußten. Auf einem so großen Versuchsfeld muß mit bedeutenden Unterschieden des Bodens und der Höhenbonität gerechnet werden. Es konnten hier leider nicht so intensive Messungen vorgenommen werden wie im Lindach, so daß z. B. bei der ersten Aufnahme eine gemeinsame Höhenkurve für alle Parzellen zugrunde gelegt werden mußte. Daher ist ein Vergleich mit Bonitätsziffern hier nicht möglich. Die vermutlichen Altersunterschiede können erst nach eingehenden Jahringzählungen an frischen Stöcken erfaßt werden.

<sup>20)</sup> WITTICH, W.: Die Melioration streugennutzter Böden. Fw. Cbl. 1954, S. 211

## RUSTICA für den Wald

Alle RUSTICA-Stickstoffdünger eignen sich für die Verwendung im Wald — zur Rohhumusumwandlung und Zuwachssteigerung.

Kalkammonsalpeter RUSTICA empfehlen wir besonders zur Düngung von Fichten- und Kiefernbeständen aller Altersklassen. Dieses Düngemittel enthält neben kohlensaurem Kalk 22% Stickstoff (11% NO<sub>3</sub>-N und 11% NH<sub>4</sub>-N).

Schon 5 dz Kalkammonsalpeter RUSTICA je Hektar - 3 Jahre hintereinander - reichen für die Stickstoffversorgung der Bestände aus.

Kostenlosen Rat in allen Düngungsfragen erteilt Ihnen die Forstliche Beratungsstelle der RUHR-STICKSTOFF AG, 463 Bochum, Königsallee 21.



# RUSTICA®





Elsevier's

## WÖRTERBUCH DER HOLZWIRTSCHAFT

Band 1: Nomenklatur der botanisch und wirtschaftlich bedeutendsten Holzarten in der Welt

In sieben Sprachen: Englisch/Amerikanisch, Französisch, Spanisch, Italienisch, Schwedisch, Holländisch und Deutsch. Zusammenge stellt von Dr. h. c. W. Boerhave Beekman, internat. vereid. Holzexperte, Den Haag, und Direktor der Niederländischen Holzakademie, Amsterdam.

XVIII, 479 Seiten mit 3778 Stichwörtern, Kunststoffeinband DM 62,— (S 458,80, sfr 70,05)

Die wirtschaftliche Zusammenarbeit der westeuropäischen Länder wird immer enger. Wer Handelsbeziehungen mit dem Ausland anknüpfen will, muß sich verständigen können. Dieses Wörterbuch leistet dabei auf dem Gebiet der Holzwirtschaft unschätzbare Dienste. Es entstand auf Anregung des Holzkomitees der Organisation für europäische wirtschaftliche Zusammenarbeit (OEEC).

Band 1 enthält eine Nomenklatur, die auf einer Grundlage von 2500 botanischen Bezeichnungen (terms) mit 3700 englischen Ableitungen (derivatives) aufgestellt wurde.

Insgesamt hat der Autor 26 Nomenklaturen von 13 Ländern mit fast 80 Auskunftsquellen verwendet. Nur dadurch war es möglich, dieses einmalige Werk herauszugeben, das für jeden von größtem Wert ist, der mit Bäumen, Holz oder Holzproduktion zu tun hat.

In Vorbereitung sind:

Band 2: **Produktion, Transport u. Handelsnamen der Holzarten** und

Band 3: **Verwendung und Verwertung von Holz**

Jeder Band ist auch einzeln lieferbar.

Unsere Bücher erhalten Sie in jeder Buchhandlung.

In Zusammenarbeit mit Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, New York

**BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag München Basel Wien**  
Anschriften: 8 München 13, Lothstraße 29, Postfach 430 · Basel, Rittergasse 35 · Wien I, Wallnerstraße 4

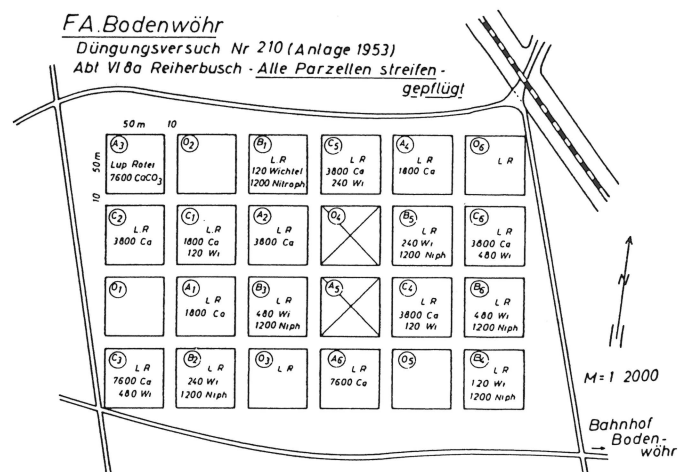


Abbildung 10

Dieser Versuch ist weiter dadurch kompliziert, daß man neben der Lupine noch einen Unterbau mit Roteichen einbezogen und auch 2 der 5 Nullparzellen auf Riefen mit Lupinen besät sowie mit Roteichen bepflanzt hat. So macht die Auswertung, mit der eben begonnen wurde, viel Kopfzerbrechen.

Eine Übersicht der Anlage vermittelt die Abb. 10. Aus der Übersicht 3 geht hervor, daß für die Parzellengruppen A, B und C in der ersten Beobachtungs-Periode positive Zuwachsausschläge mäßigen Ausmaßes und in der zweiten B.-P. solche von erheblichem Ausmaß registriert sind. Sie liegen beim Durchschnitt der Parzellen zwischen 36 und 46 %. Ein zusätzlicher Effekt der Nitrophoskagaben von 1959 in den B-Parzellen zeichnet sich nicht ab. Wohl ist der ausgezeichnete Stand der Roteichen in diesen Parzellen auffällig. Folgerungen sollen noch nicht gezogen werden. Diese werden erst möglich sein, wenn eingehende bodenkundliche Erhebungen gemacht sind.

Die farbige Abbildung, unten links des Titelbildes, stellt die ungedüngte, gepflügte Nullparzelle 0<sub>1</sub> dar. Man erkennt die bezeichnende Bodenvegetation von Heide und Beerkraut. Die Abbildung unten rechts des Titelbildes eröffnet einen Blick über die mit Lupinen besäte und mit Roteichen bepflanzte „Nullparzelle“ 0<sub>3</sub> auf die Parzelle B<sub>2</sub> im Hintergrund, welche ebenfalls mit Lupinen besät und mit Roteichen bepflanzt, zugleich aber mit 240 kg Wichteldünger und später (1959) mit 1200 kg „Nitrophoska“ (entsprechend 144 kg N, 144 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 240 kg K<sub>2</sub>O je ha) gedüngt wurde. Der positive Zuwachsausschlag (1958—63) dieser Parzelle gegenüber dem Durchschnitt der Nullflächen beträgt 49 %. Auffällig sind die Unterschiede der Laubfarbe zwischen den kümmerlichen, gelbgrün belaubten Roteichen der ungedüngten und den bereits über manns hohen dunkelgrün belaubten Roteichen der gedüngten Parzelle. Die hier offenbar gegebenen komplizierten Wechselwirkungen zwischen Düngung, Bodenvegetation und aufstokendem Baumbestand können erst nach weiteren bodenkundlichen und ertragskundlichen Erhebungen entwirrt werden.

### Lehren aus den Bodenwöhrer Großversuchen

Wenn hier versucht wird, aus den bisherigen Ergebnissen dieser Großversuche Lehren für weitere Versuche abzuleiten, so soll damit das große Verdienst der Männer, denen wir diese großzügige Anlage verdanken, an der Spitze ORR Dr. SCHÖDEL, nicht im mindesten geschmälert werden. Und sind nicht die „negativen“ Ergebnisse unserer Versuche vielfach die wertvollsten oder zumindest die lehrreichsten?

1. Man sollte vermeiden, einen Versuch durch zu viele Teilfragen zu komplizieren und nicht zuviel in einen Versuch „hineinpacken“, etwa indem man Mangel- und Steigerungsversuche kombiniert und nicht nur die Düngungswirkungen auf den Holzbestand, sondern auch noch auf die Hilfspflanzen<sup>21)</sup> zu erfassen sucht.

2. Je größer die Ausdehnung eines Versuchsfeldes, desto größer die Wahrscheinlichkeit störender Standortunterschiede. Auch aus diesem Grunde sollte man sich in der Fragestellung und der Anzahl notwendiger Versuchspartellen beschränken.

<sup>21)</sup> Die Düngerwirkung auf Hilfspflanzen, wie die Lupine, kann auf kleinen Versuchspartellen in der Art bestimmt werden, wie sie z. Z. ein Mitarbeiter von Prof. Dr. Laatsch, Forstmeister Rehfuss, entwickelt hat und anwendet.

Übersicht 3: Düngungsversuch Bodenwöhr 210 Reiherbusch Sept. 1963

Parz.- Nr.	D ü n g u n g (kg/ha)	Grundflächenzuwachs in qm pro ha und Jahr		
		F. 1953 — H. 1958 i. M.	H. 1958 — H. 1963 i. M.	F. 1953 — H. 1963 i. M.
O 1, 2, 5 O 3, 6	ungedüngt, gepflügt desgl. + Lupine + Roteiche	0,4085 = 100 %	0,3558 = 100 %	0,3845 = 100 %
A 1, 4 A 2 A 3, 6	gepfl. + Lup./Rotei + 1800 Ca desgl. + 3800 Ca desgl. + 7600 Ca			
B 1, 4 B 2, 5 B 3, 6	gepfl. + Lup. + Rotei + 120 Wichtel + 1200 Nitroph. desgl. + 240 Wichtel + 1200 Nitroph. desgl. + 480 Wichtel + 1200 Nitroph. Nitrophoska ab 1959	0,4524 = 110,7 %	0,5152 = 144,8 %	0,4809 = 125,1 %
C 1 C 2, 5 C 4 C 3 C 6	gepfl. + Lup. + Rotei + 1800 Ca + 120 Wicht. desgl. + 3800 Ca + 240 Wichtel desgl. + 3800 Ca + 120 Wichtel desgl. + 7600 Ca + 480 Wichtel desgl. + 3800 Ca + 480 Wichtel			
		0,4748 = 116,2 %	0,5186 = 145,8 %	0,4941 = 128,5 %

3. Wenn ein erkennbarer Mangel an bestimmten Nährelementen besteht, sollte man diesen durch kräftige Gaben zu beheben suchen. Ein Humusdünger, wie er hier angewendet wurde, ist zwar zur Düngung in Pflanzgärten geeignet, nicht jedoch zum Düngen von Waldbeständen, weil er zuwenig konzentriert ist und hohe Transport- sowie Ausbringungskosten erfordert. Wozu (präparierten) Torf in den Wald bringen, wenn Rohhumus reichlich vorhanden ist?

4. Maschinelle Bodenvorbereitungen auf Pflugstreifen beeinträchtigen in aller Regel die Gesundheit und Zuwachsfähigkeit der Bestände, vor allem durch die unvermeidlichen Wurzelverletzungen. Auch sind, um das Pflügen zu ermöglichen, starke Eingriffe in den Bestand erforderlich, die spezifische Zuwachsreaktionen auslösen können. Aus diesem Grunde sind bei der Bestandesdüngung Düngemittel und Verfahren vorzuziehen, die solche vorbereitenden und zusätzlichen Maßnahmen überflüssig machen.

5. Vor der Anlage eines größeren Düngungsversuches in Waldbeständen sollte man mittels Profilaufnahmen in der obengeschilderten Art prüfen, auf welchen Teilen des Versuchsfeldes etwa größere systematische Abweichungen der Bonität bestehen, um diese bei der Anlage berücksichtigen zu können.

6. Die Versuchsbestände sollten bei der Anlage nach Möglichkeit nur schwach, und auf jeden Fall gleichmäßig durchforstet werden, damit die ausgelösten Durchforstungsreaktionen die Düngungswirkung nicht störend beeinflussen können.

#### 4. Hinweise zur ertragskundlichen Methodik bei Düngungsversuchen

Wichtige Dauerversuche werden am besten stammweise benummert, weil so die Identität der Einzelbäume sichergestellt ist, was bei unkontrollierten Abgängen (Diebstahl) entscheidend und für die Zuwachskontrolle von größtem Vorteil ist.

Zur Grundflächenmessung eignen sich besonders Stahlmeßbänder mit Durchmessererteilung, sogenannter  $\pi$ -Teilung. Bei dem Bodenwöhrer Versuch Lindach wurden bei den ersten beiden Aufnahmen Kluppen- und Umfangmeßbänder gleichzeitig und später nur Umfangmeßbänder verwendet. Nur mit Umfangmeßbändern lassen sich die Grundflächenzuwächse kurzer Perioden mit ausreichender Präzision feststellen<sup>23)</sup>.

Bei dickborkigen Bäumen, wie etwa Kiefer, können die Meßstellen vorsichtig von groben Borketeilen befreit („gerötet“) werden, um Verfälschungen des Zuwachses durch Quellungen und Abfallen der Borke in Grenzen zu halten. Hierbei müssen Verletzungen der Siebröhren und — selbstredend — auch des Kambiums peinlich vermieden werden.

Die Bestandesgrundfläche muß durch Addition der Einzelwerte bestimmt werden. Die übliche Berechnung nach 1-cm-Stufen ist wegen der schwer kalkulierbaren zufälligen Klasseneinteilungsfehler zu ungenau, um zuverlässige Zuwachswerte daraus ableiten zu können.

Die Berechnung des periodischen Zuwachses für 3- bis 5-jährige Zuwachsperioden erlaubt keine Aussagen über Einsetzen und Dauer der Düngerwirkung. Daher müssen nach angemessener Zeit (10 bis 15 Jahre) zusätzliche Erhebungen an Bohrkernen oder Stammscheiben gemacht werden, die gefällten Probestämmen entnommen werden. Diese lassen sich auch zu besonders aufschlußreichen Vollanalysen ausnutzen.

<sup>23)</sup> Vgl. dazu: Waldertragskunde S. 216 sowie KENNEL, R.: Die Genauigkeit von Kluppung u. Umfangmessung usw. Fw. Cbl. 1959, S. 243; ders.: Erfahrungen mit der Umfangmessung. Fw. Cbl. 1964 S. 314

Will man sich die aufwendige Benummerung ersparen, so genügt u. U. eine sorgfältige Kluppung der klar im Gelände abgegrenzten und vermarkten Versuchspartellen nach 1-cm-Stufen, womöglich verbunden mit Höhenmessungen, bei der Versuchsanlage. Man kann so die Ausgangslage der Versuchspartellen klarstellen. Der Düngungseffekt kann dann nach 10—15 Jahren an Hand von Bohrkernen bestimmt werden. In diesem Falle ist es besonders wichtig, Durchforstungen bis zur Auswertung zu unterlassen. Absterbende Bäume müssen vor der Entnahme registriert und gemessen werden.

Für die Versuchsanlagen der Praxis<sup>23)</sup> wird dringend empfohlen, die Versuchspartellen sorgsam zu vermarken und — vor allem — für jeden Versuch nach Möglichkeit zwei Nullflächen genügender Größe (wenigstens 100 Bäume auf der Fläche, die mit einem 10—15 m breiten Umfassungstreifen zu umgeben ist) vorzusehen. Das Fehlen solcher vergleichbarer Nullflächen ist ein Hauptmangel der meisten Düngungsversuche, welche von der Praxis bisher angelegt wurden. Die spätere ertragskundliche Auswertung eines gutangelegten Versuches werden die zuständigen Institute und Versuchsanstalten trotz ihrer großen Arbeitsbelastung gern übernehmen.

#### Schlußbetrachtung

Wir leben heute in einer Zeit, in der man seine Mitmenschen rasch und meist falsch zu kategorisieren beliebt. Wenn sich zum Beispiel ein Forstwissenschaftler mathematisch-statistischer Verfahren bedient und zu oft die Notwendigkeit quantitativer Betrachtungen betont, dann wird er bald als einseitiger „Mathematiker“ oder als „Mechanist“, als „unbiologisch“ Denker in Verruf gebracht. Wer sich gar für mineralische Düngung im Walde einsetzt, dem wird nur zu leicht unterstellt, daß er Anhänger einer naturwidrigen „Reinbestandswirtschaft“ sei und den Wald zur „Holzplantage“ degradieren wolle. Dabei ist die Gesunderhaltung unserer Waldböden eine unabdingbare Voraussetzung für jede nachhaltige Forstwirtschaft. Zu diesem Thema hat Laatsch in seiner Schrift „Bodenfruchtbarkeit und Nadelholzanbau<sup>24)</sup>“ einen hervorragenden Beitrag geliefert, dessen Studium wärmstens zu empfehlen ist.

Das Leben ist so ungeheuer vielgestaltig und die Probleme, welche das Zusammenleben einer ständig wachsenden Bevölkerung auf begrenztem Raume aufwirft, sind so verwickelt, daß sie mit einer ideologisch verengten Anschauung nicht erkannt und mit primitiven Methoden nicht gelöst werden können.

Frei von vorgefaßten Meinungen, aber einig in einer Gesinnung, die über egoistische Einzel- und Gruppeninteressen hinausgreift und schon vor 150 Jahren im Nachhaltsprinzip G. L. HARTIGs Ausdruck fand, sollten wir unsere forstlichen Tagesaufgaben zu lösen versuchen. So möchte der Verfasser an den Schluß seiner Ausführungen den gleichen Satz stellen, mit dem er den Wiener Vortrag 1957 und die „Waldertragskunde“ abgeschlossen hat: Jede Technik, auch die biologische Technik des Forstmannes, ist so gut oder so schlecht wie der Grad, in dem sie den Naturgesetzen entspricht, ist so gut oder so böse wie der Zweck, dem sie dient, und wie die Gesinnung der Menschen, die sie anwenden.

<sup>23)</sup> Vgl. dazu auch BAULE, H.: „Über die Möglichkeiten zur Erfassung der Düngerbedürftigkeit von Waldstandorten“, Der Forst- u. Holzw. 16. 1961, Heft Nr. 18.

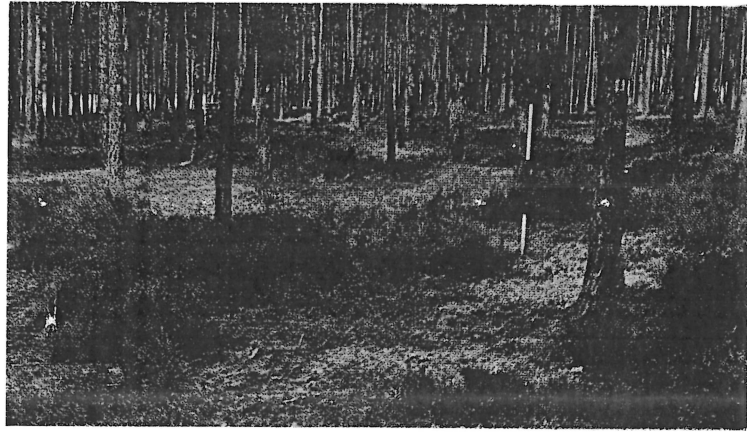
<sup>24)</sup> 1963, 75 Seiten, 3 Abbildungen, kartoniert DM 7,80. BLV Bayerischer Landwirtschaftsverlag, 8 München 13, Lothstraße 29.

Institut für Forstliche  
Ertragskunde München

ASSMANN

# Allgemeine Forst Zeitschrift

B1089 C MÜNCHEN 17. APRIL 1965 20. JAHRGANG 16/17



## Düngung im Walde