

Institut für forstliche
Ertragskunde München

*Herrn Prof. Dr. Assmann
ergeben die Versicherung
Friedrich Jans*

FRANZ, F., u. BAULE, H.:

-1962-

Düngerwirkung an Fichten auf Übergangsmoor

Ergebnisse der ertragskundlichen Auswertung eines achtjährigen Düngungsversuches im Forstrevier Eurach/Obb.

Dr. F. FRANZ, München, und Dr. H. BAULE, Lutterberg

AFZ 1962, 17, (44), 705-708

Im Jahre 1954 wurde im Revier der Forstverwaltung Eurach/Oberbayern (Besitzer Klaus Noris, Eurach, Forstverwalter Kroiß) ein Forstdüngungsversuch zu Fichten und Kiefern auf einem Übergangsmoor angelegt. In diesem Versuch sollte in erster Linie geprüft werden, welchen Einfluß steigende Kaligaben auf die Entwicklung junger Fichten und Kiefern auf Übergangsmoor-Standorten ausüben. Nach rund achtjähriger Laufzeit wurden die Versuchsflächen Ende 1961 durch Mitarbeiter des Instituts für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München ertragskundlich aufgenommen. Über die Aufnahmeergebnisse in dem mit Fichten bestockten Teil des Versuches wird im folgenden berichtet. 1)

Standort und Anlage des Versuches

Der Versuch Eurach liegt ca. 5 km südlich der Südspitze des Starnberger Sees in etwa 600 m über NN. in ebener Lage auf einer Fläche mit rund 2,5 bis 3,5 m starker Moorauflage. Die jährlichen Niederschläge im Untersuchungsgebiet betragen rund 1200 mm. Der Versuchsflächenstandort — vor Begründung der Versuchsflächen eine Moorwiese mit einzelnen kümmernden Fichten, Bergkiefern und Birken — wurde im Jahr 1934 entwässert. Wie die Ergebnisse bodenkundlicher Untersuchungen, die von der Bayerischen Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft in Weißenstephan (1954) durchgeführt wurden, erkennen lassen, war die Versorgung der Versuchsflächenstandorte mit Stickstoff, Phosphat und Kalk nicht als ausgesprochen ungünstig, diejenige mit Kali und Magnesium allerdings als ungenügend anzusehen.

Nur wenige km von dem Versuch Eurach entfernt, stockt der bekannte Penzberger Forstdüngungsversuch (Versuchsansteller: Forstverwaltung der Oberbayerischen AG für Kohlenbergbau in Penzberg/Obb.), über den ATTENBERGER in seiner Arbeit über „Düngerwirkung an Fichten auf Hochmoor“ (1956) berichtet hat. Eine Gegenüberstellung der in Eurach erzielten Versuchsergebnisse mit den Ergebnissen Attenbergers folgt unten.

Tabelle 1

Parz. Nr.	Düng. Var.	eingebraachte Düngerform	1. Düngung		2. Düngung	
			Dat.	Nährstoffmenge i. kg/ha (angeg. in Reinnährstoffen)	Dat.	Nährstoffmenge i. kg/ha (angeg. in Reinnährstoffen)
1	O	Ungedüngt	—	—	—	—
2	NP	Kalkammonsalpeter Superphosphat	11. Mai 1954	30 N 90 P ₂ O ₅	11. Apr. 1955	nicht gedüngt 100 P ₂ O ₅
3	NPK ₁	Kalkammonsalpeter Superphosphat Kalimagnesia (Patentkali)	„	30 N 90 P ₂ O ₅ 120 K ₂ O	„	nicht gedüngt 100 P ₂ O ₅ 120 K ₂ O
4	NPK ₂	Kalkammonsalpeter Superphosphat Kalimagnesia (Patentkali)	„	30 N 90 P ₂ O ₅ 180 K ₂ O	„	nicht gedüngt 100 P ₂ O ₅ 180 K ₂ O

1) Forstmeister R. Kennel und Ing. K. Balling vom Institut für Ertragskunde München und im besonderen cand. forest. E. Schneider, München, der Teile der Versuchsaufnahmen im Rahmen einer Seminararbeit ausgewertet hat, danken wir für ihre Unterstützung bei der Versuchsflächenaufnahme. Besonderen Dank schulden wir ferner Forstverwalter Kroiß, Eurach, und Herrn Schöberl, München, der auch die photographischen Aufnahmen ausführte, für ihre vielseitige Hilfe bei der Betreuung und Auswertung des Versuches.

Nach Vollumbruch im Herbst 1953 wurden die Versuchsflächen im Frühjahr 1954 durch Pflanzung mit dreijährig verschulten Pflanzen im Verband 1,3 × 1,2 m begründet. Gleichzeitig mit-eingebrachte Roterlen und Birken (aus Saat) fielen bereits in den ersten Jahren weitgehend aus. Die Versuchsanlage 1954 enthält vier Varianten mit einer Parzellengröße von je 155 qm in dreifacher Wiederholung (Block a bis c):

1. Ungedüngt
2. NP
3. NPK¹
4. NPK²

Neben einer ungedüngten und einer kalifreien, mit Kalkammonsalpeter und Superphosphat (NP) gedüngten Parzelle wurden 2 Parzellen mit NP- und gestaffelter Kaligabe angelegt, wobei die eine 400 kg/ha (NPK¹) und die zweite 600 kg/ha Patentkali (NPK²) erhielt. Diese Düngung im Jahr der Versuchsanlage (1954) wurde im darauffolgenden Jahr wiederholt, jedoch ohne Stickstoff und mit einer geringfügig erhöhten Superphosphatgabe. Zeitpunkt, Menge und Zusammensetzung der Düngergaben enthält Tabelle 1.

Durch starken Wühlmausbefall und durch Wildverbiß besonders in den Jahren 1955 und 1956 wurde die Entwicklung auf den Blöcken b und c so weitgehend gestört, daß diese für eine Versuchsauswertung nicht mehr geeignet waren. Die Auswertung mußte daher auf den unbeeinflußt gebliebenen Block a beschränkt werden, der — abgesehen von einzelnen Roterlen — ausschließlich mit Fichte bestockt ist.

Ergebnisse

Bereits ein Jahr nach der Versuchsanlage konnten deutliche Unterschiede in der Nadelfarbe und im Wuchs der Fichten festgestellt werden. Auf den beiden kalifreien Teilstücken zeigten die jungen Fichten eine leichte Braunfärbung, die sich in den folgenden Jahren noch verstärkte und schließlich in eine für gleichzeitigen Kalium- und Magnesiummangel typische Gelbfärbung umschlug (s. hierzu insbes. BRÜNING 1959). Nennenswerte Pflanzenausfälle sind bisher auf keinem der vier Teilstücke eingetreten. Nachbesserungen waren daher nicht erforderlich. Die Pflanzenzahl ist auf den vier Flächen annähernd gleich (ca. 100 Pfl.).

Der ertragskundliche Vergleich zwischen den vier Dün-

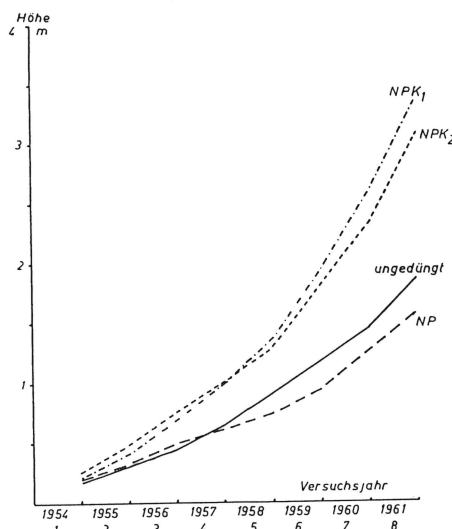


Abb. 1: Durchschnittlicher Höhenwuchstumsgang von 10 typischen Probestämmen aus der Oberschicht der vier Teilstücke Ungedüngt, NP, NPK¹ und NPK² in den Jahren 1954—1961.

gungsvarianten beschränkte sich auf eine Gegenüberstellung ihrer Höhenwachstumsleistung. Auf Abb. 1 ist der durchschnittliche Höhenwachstumsgang aus der Höhenanalyse von je 10 vergleichbaren Probestämmen der vier Parzellen dargestellt. Die Stämme wurden aus der obersten von drei relativen Höhenschichten ausgewählt. Die erwähnte Differenzierung der Baumhöhen am Ende des ersten Versuchsjahres ist auf Abb. 1 gut zu erkennen. Wegen der verhältnismäßig hohen anfänglichen Streuung der Einzelwerte bestehen hier jedoch noch keine wesentlichen (signifikanten) Unterschiede. In den folgenden Jahren vergrößern sich die Leistungsunterschiede erheblich: Die beiden NPK-Parzellen zeigen ein sehr zügiges Höhenwachstum, wogegen die beiden kalifreien Teilstücke deutlich zurückbleiben. Ende 1956, drei Jahre nach Versuchsbeginn, erreicht die 2 × mit der geringeren Kalimagnesiagabe (400 kg/ha) gedüngte NPK¹-Parzelle 157 Prozent und die NPK²-Parzelle mit 2 × 600 kg/ha Kalimagnesiadüngung 170 Prozent der Höhe der Ungedüngt-Parzelle. Bei der Versuchsaufnahme Ende 1961 beträgt die Höhenüberlegenheit gegenüber Ungedüngt 181 Prozent bei NPK¹ und 166 bei NPK². Eine Verringerung der Leistungsunterschiede ist z. Zt. noch nicht abzu- sehen. Der Höhenzuwachs der beiden NPK-Teilstücke betrug in den letzten 3 Jahren immer noch rund das Doppelte des Zuwachses auf Ungedüngt (vgl. Abb. 7).

Die Leistungsunterschiede zwischen den vier Teilstücken, die aufgrund des Vergleiches der Höhenwachstumskurven typischer Probestämme aus der oberen Höhenschicht festgestellt wurden, kommen ebenso klar im Gesamtdurchschnitt der Baumhöhen 1961 zum Ausdruck. Abb. 2 zeigt die Durchschnittshöhen 1961 und die Höhen-Grenzdifferenzen der vier Teilstücke, die mittels repräsentativer Stichprobennahme an 50 Bäumen — entsprechend einem Aufnahmezeitpunkt von ca. 50 — ermittelt wurden. Die Differenzen der Höhenwerte gegenüber Ungedüngt sind nach der Stichprobenerhebung, bezogen auf die gesamte Höhenvariation, sogar noch größer als nach dem Probestammvergleich (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2

Baumhöhen 1961 nach der Probestammaufnahme in der oberen Höhenschicht und nach der Stichprobenerhebung (Flächendurchschnitt)

Teilstück	Probestammaufnahme		Stichprobenerhebung (Fl.-Durchschnitt)	
	mittl. Höhe in cm	mittl. Höhe in % v. Ungedüngt	Durchschnittsdurchschnittshöhe in cm	höhe in % v. Ungedüngt
1 Ungedgt.	187	100	124	100
2 NP	158	84	96	77
3 NPK ₁	339	181	244	197
4 NPK ₂	311	166	223	180

Zwischen den beiden erheblich leistungsüberlegenen NPK-Parzellen bestehen keine wesentlichen Unterschiede, während sich zwischen den beiden in ihrer Leistung zurückgebliebenen kalifreien Teilstücken schwach signifikante Differenzen andeuten, deren absolutes Ausmaß jedoch vergleichsweise gering ist. Die beiden Gruppen leistungsverwandter Flächen

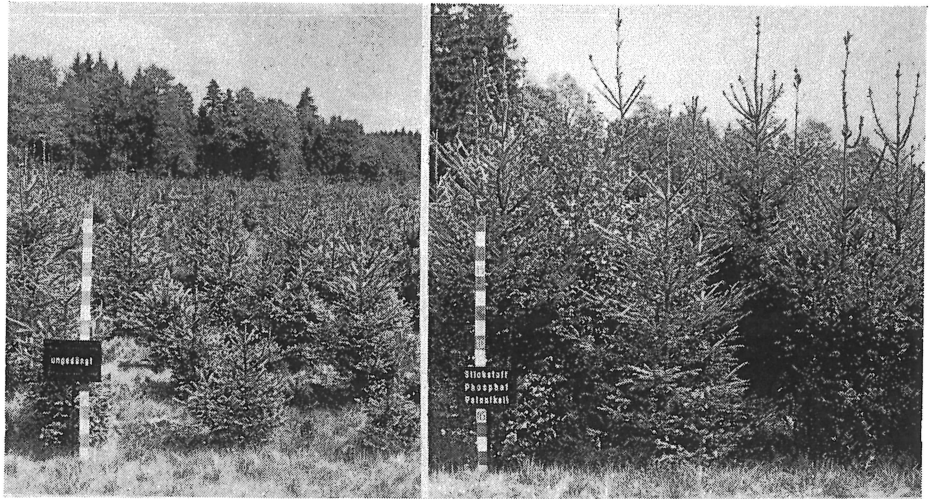


Abb. 3 und 4: Forstdüngungsversuch Eurach/Obb.

Versuchsanlage: 1954.

Fotografische Aufnahme: 14. 6. 1962.

Wuchsbild der „ungedüngten“ (links) gegenüber den mit Stickstoff, Phosphat und Kalimagnesia (Patentkali) gedüngten Fichten (rechts).

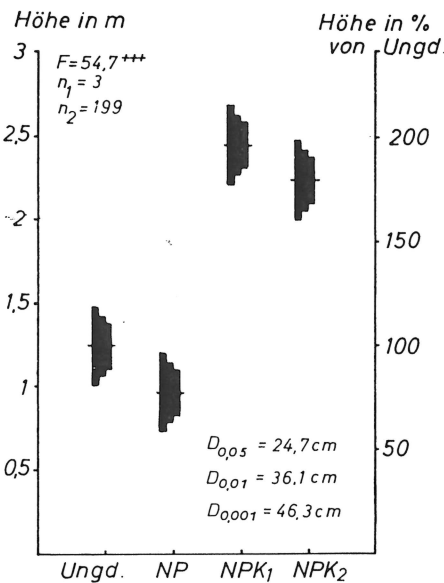


Abb. 2: Mittlere Baumhöhen 1961 und Grenzdifferenzen der Baumhöhen nach der Stichprobenerhebung, bezogen auf die gesamte Höhenvariation.

unterscheiden sich demgegenüber sehr stark voneinander ($F=54,7^{***}$). Die Bestandesbilder auf Abb. 3-6 machen die geschilderten Unterschiede zwischen den vier Teilstücken deutlich.

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, war die mit der geringeren Kalimagnesiagabe versorgte NPK¹-Fläche in den ersten drei Versuchsjahren der NPK²-Fläche mit höherer K-Mg-Düngung im Höhenwuchs leicht unterlegen. Vom Jahr 1957 an zeigt NPK¹ einen etwas günstigeren Höhenzuwachs als NPK² (vgl. Abb. 7).

Es bestanden jedoch im Aufnahmejahr 1961 analog dem varianzanalytischen Ergebnis aus der Stichprobenaufnahme der Baumhöhen keine echten (signifikanten) Differenzen zwischen den beiden Höhenentwicklungen. Hieraus könnte gefolgert werden, daß die bei NPK¹ verabreichte Kaligabe für eine gute Anfangsentwicklung der Fichten auf derartigen Standorten bereits ausreichend ist, zumal auch die Ergebnisse von Nadelanalysen zeigten, daß sich eine weitere Erhöhung der Kaligabe nicht in den K-Gehalten der Nadeln widerspiegelte (Tab. 3)².

Tabelle 3

Mineralstoffgehalte (in % der Trockensubstanz) von Fichtennadeln (Düngungsversuch Eurach)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Mg O
Fichte 1 Ungedüngt	1,56	0,39	0,29	0,69	0,13
" 2 NP	1,81	0,60	0,24	0,42	0,18
" 3 NPK ₁	1,82	0,46	0,73	0,57	0,13
" 4 NPK ₂	1,89	0,50	0,72	0,59	0,15

Durch die Ergebnisse der Nadelanalysen, die Anfang 1962 vorgenommen wurden, konnten die ertragskundlichen Befunde sicher untermauert und zugleich kausal gedeutet werden. Legt man die bisher für eine ausreichende Nährstoffversorgung der Fichte ermittelten Grenzwerte zugrunde (WITTICH, WEHRMANN) (5, 4), so ist zunächst augenfällig, daß auf dem Versuchsstandort Kalium der wachstumsbegrenzende Faktor ist. Der K₂O-Gehalt der letztjährigen Nadeln liegt auf der Parzelle „Ungedüngt“ mit 0,29 % ganz wesentlich unter dem allgemein als Mindestwert angesehenen Gehalt von etwa 0,50 % und läßt auf einen akuten K-Mangel schließen. Durch die K-Düngung wurde der K-Gehalt der Nadeln gesichert aus dem kritischen Versorgungsbereich herausgehoben, was schließlich in der ertragskundlich festgestellten erheblichen Wachstumsverbesserung zum Ausdruck kam.

Die überraschend geringe Höhenwachstumsleistung auf der NP-Parzelle, die sogar noch unter den Werten bei „Ungedüngt“ liegt, muß — wie die Werte der Nadelanalyse eindeutig zeigen — ebenfalls in kausalem Zusammenhang mit der schlechten K-Versorgung der Fichten gesehen werden: durch die bei NP-Zufuhr ausgelöste vorübergehende Steigerung des Wachstums (bis 1956) wurde der schon vorhandene K-Mangel noch mehr verschärft, der K-Gehalt der Nadeln wei-

² Die Nadelanalysen und deren Interpretation wurden von Dr. W. W e r n e r, Forschungsanstalt Büntehof, Hannover, vorgenommen, wofür wir verbindlichst danken.

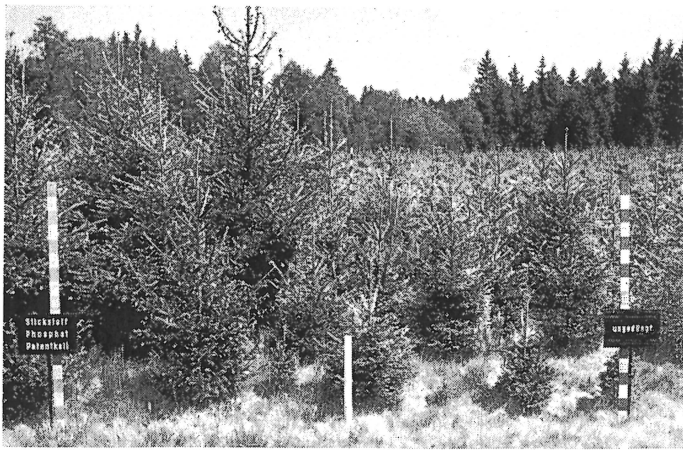


Abb. 5: Forstdüngungsversuch Eurach/Obb.
Versuchsanlage: 1954.
Fotografische Aufnahme: 14. 6. 1962.
Auswirkung der harmonischen (NPKMg)-Düngung (linke Bildhälfte) gegenüber „Ungedüngt“ (rechte Bildhälfte).

ter abgesenkt (0,24 % K₂O) und der Höhenzuwachs im Vergleich zur Parzelle ohne Düngung noch stärker gehemmt. In der landwirtschaftlichen Düngerpraxis wird dieser Tatsache, daß ein unzureichend vorhandener Nährstoff bei Zufuhr der anderen Nährstoffe noch stärker in ein „relatives“ Minimum gelangt, schon seit langem durch die Betonung einer „harmonischen Düngung“ Rechnung getragen.

Die Mg-Gehalte der Nadeln lassen darauf schließen, daß sich auch die Mg-Versorgung der Fichten auf diesem Standort schon in einem kritischen Bereich befindet, wenn auch noch kein akuter Mangel vorzuliegen scheint. Durch die K-Zufuhr in Form von Kalimagnesia wurde erreicht, daß die Mg-Konzentration in den Nadeln trotz des verstärkten Wachstums nicht abfiel, sondern auf gleicher Höhe gehalten werden konnte. Es ist anzunehmen, daß bei Unterlassung der Mg-Zufuhr die NPK-Düngung auf diesem Standort einen Mg-Mangel induziert hätte.

Die Versorgung der Fichten auf dem Versuchsstandort mit N und P muß nach den Werten der Nadelanalysen als relativ gut angesehen werden. Sie wurde durch Düngung mit N und P weiter verbessert. Wenn auch in vorliegendem Versuch das gute Wachstum auf den Volldüngungspartellen in erster Linie auf dem Kalium beruhen dürfte, so ist doch anzunehmen, daß sich hier auch N und P auf Grund der ausreichenden Untermauerung mit K positiv auf die Bestandesentwicklung ausgewirkt haben. Unsere Ergebnisse stehen also nur in scheinbarem Widerspruch zu den von Attenberger auf ähnlichem Standort erhaltenen Befunden, zumal dieser Au-



Abb. 6: Forstdüngungsversuch Eurach/Obb.
Versuchsanlage: 1954.
Fotografische Aufnahme: 14. 6. 1962.
Kräftiger, gesunder Wuchs der mit Stickstoff, Phosphat und Kalimagnesia gedüngten Fichten (rechts) gegenüber der nur mit Stickstoff und Phosphat, also ohne Kalimagnesia gedüngten Fläche (links).

tor bei der Auswertung des Penzberger Düngungsversuches vor allem eine sehr positive Wirkung der Phosphorsäure auf die Höhenwuchsleistung der Fichte auf Hochmoor festgestellt hatte. Die geringe Höhenwuchsleistung der NP-Parzellen in dem hier beschriebenen Euracher Versuch ist nun aber nicht darauf zurückzuführen, daß die P-Versorgung des Standortes bereits optimal war, sondern sie beruht eindeutig auf dem akuten Kalimangel, der die zugeführte Phosphatdüngung nicht zur Wirkung kommen ließ. So scheinen sich also beide Versuchsstandorte trotz vieler Gemeinsamkeiten vor allem in ihrem Nährstoffgehalt zu unterscheiden, insofern nämlich, als der Penzberger Standort offensichtlich besser mit K und schlechter mit P versorgt ist. Diese Unterschiede in der Nährstoffversorgung dürften zweifellos die wesentliche Ursache für die ermittelten Leistungsunterschiede der Düngung sein.

Zusammenfassung

Es werden die ertragskundlichen Ergebnisse eines Düngungsversuches zu Fichten auf einem Übergangsmoorstandort der Forstverwaltung Eurach/Obb. vorgelegt und diskutiert. In der 1954 begründeten Fichtenkultur wurde nach Düngung mit Stickstoff, Phosphat und Kalimagnesia auf den beiden Volldüngungspartellen (NPK₁ und NPK₂) nach 8jähriger Versuchsdauer eine Mehrleistung im Höhenwachstum von rd. 80 bis 100 % im Vergleich zur ungedüngten Versuchsfläche erzielt.

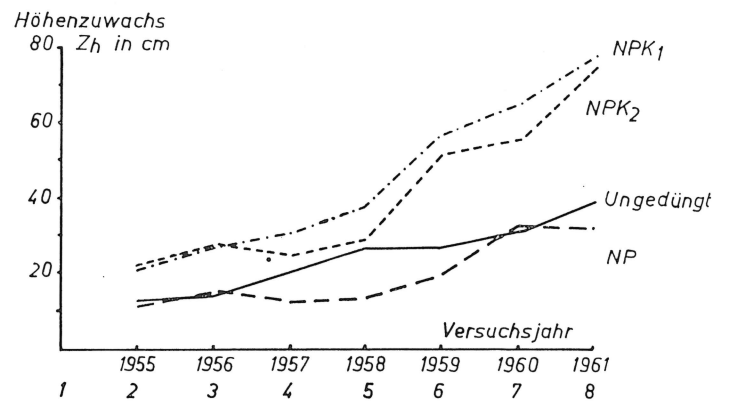


Abb. 7: Durchschnittlicher Höhenzuwachs der Probestämme 1955 bis 1961.

Durch Nadelanalysen ließ sich nachweisen, daß die Kaliversorgung der Fichte auf dem Versuchsstandort absolut unzureichend ist und die erzielte Förderung des Höhenwuchses in erster Linie auf der Zufuhr dieses Nährstoffes beruhte, der in Gegenwart von Stickstoff und Phosphat voll zur Wirkung kommen konnte. Die geringe Höhenwuchsleistung auf der NP-Parzelle wurde anhand der Ergebnisse der Nadelanalysen darauf zurückgeführt, daß sich durch die Zufuhr dieser beiden Nährstoffe der bereits vorhandene K-Mangel noch verschärfte.

Das Aufnahmeergebnis des Euracher Düngungsversuches vermag bei der Planung von Düngungs- und Meliorationsmaßnahmen in den oberbayerischen Wuchsgebieten wichtige Hinweise zu geben. Denn der Moorstandort, auf dem der Versuch stockt, hat in diesen Gebieten eine beachtliche Flächenausbreitung. Allein in der näheren Umgebung des Versuches (Eitzenberg, Ponholz, Rettenberg) liegen etwa 300 ha düngungswürdiger Flächen auf vergleichbarem Standort.

Literaturhinweise:

- (1) Attenberger, J. (1956): Düngerwirkung an Fichten auf Hochmoor „Die Phosphorsäure“, Band 16, 44–45.
- (2) Brüning, D. (1959): Forstdüngung, 210 S., Radebeul, Neumann-Verlag.
- (3) Schneider, E. (1962): Düngungsversuch Eurach, Seminarvortrag, unveröffentlicht.
- (4) Wehrmann, J. (1959): Die Mineralstoffernährung von Kiefernbeständen (Pinus silvestris) in Bayern, Forstw. Cbl., Band 78, 129 bis 149.
- (5) Wittich, W. (1957): Stand und Aussichten der forstlichen Düngung, „Die Phosphorsäure“, Bd. 17, 42–49.