

**DÜNGUNGSVERSUCHE ZUR REVITALISIERUNG
GESCHÄDIGTER FICHTENBESTÄNDE AM OSTRONG**

Zwischenergebnisse eines Blattdüngungsversuches
und eines Bodendüngungsversuches mit Magnesiakalk

ODC 237.4: 48: 174.7: (436.3)

von

Walter KILIAN

Herausgeber
Forstliche Bundesversuchsanstalt in Wien

in Kommission bei
Österreichischer Agrarverlag, A-1141 Wien

Herstellung und Druck
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Copyright by
Forstliche Bundesversuchsanstalt
A-1131 WIEN

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet
Printed in Austria

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
1. Einleitung	4
2. Aviotechnischer Blattdüngungsversuch mit Mg-betontem Flüssigdünger (Waldort "Surpichl")	5
2.1. Versuchsziel	5
2.2. Versuchsanlage	5
2.3. Düngung	7
2.3.1. Düngemittel	7
2.3.2. Ausbringung	7
2.3.3. Sprühbild	9
2.4. Untersuchungen	10
2.4.1. Bodenuntersuchung	10
2.4.2. Nadelanalysen	10
2.4.3. Kronenansprache	11
2.5. Ergebnisse	11
2.5.1. Boden	11
2.5.2. Nadelanalysen	14
2.5.3. Kronenzustand	21
2.6. Zusammenfassung	24
3. Bodendüngungsversuch mit Magnesiakalk (Waldorte "Walch" und "Stanglesboden")	25
3.1. Versuchsziel	25
3.2. Versuchsanlage	25
3.3. Untersuchungen	26
3.3.1. Bodenuntersuchung	26
3.3.2. Nadelanalysen	26
3.3.3. Kronenansprache	29
3.4. Ergebnisse	29
3.4.1. Boden	29
3.4.2. Nadelanalysen	35
3.4.3. Kronenzustand	38
3.5. Zusammenfassung	46
4. Literatur	47

1. EINLEITUNG

Zahlreiche Untersuchungen weisen darauf hin, daß die "neuartigen Waldschädigungen" in vielen Fällen mit Ernährungsstörungen und Veränderungen im Boden einhergehen. Ebenso wird allgemein akzeptiert, daß optimal ernährte Bäume widerstandsfähiger gegen biotische und abiotische Belastungen sind und daß Düngung eine der beschränkten Möglichkeiten ist, durch Vitalitätssteigerung der Bäume und positive Beeinflussung des Bodenzustandes Waldschädigungen zumindest temporär entgegenzuwirken.

Damit hat die Walddüngung einen neuen Impuls erhalten. Das Konzept der Walddüngung hat sich allerdings gewandelt: Stand bisher die Produktionssteigerung im Vordergrund, liegt heute der Akzent auf der Sanierung bzw. Prophylaxe zur Erhaltung gefährdeter Waldökosysteme. Zahlreiche alte Düngungsversuche zur Zuwachsstreigerung werden heute auf diese neue Fragestellung hin ausgewertet (siehe z.B. EVERS 1984). Speziell dazu eingerichtete Versuche sind aber - zumindest in Österreich - noch spärlich.

Die therapeutische Düngung hat zwei Zielrichtungen: einmal die Sanierung bzw. Stabilisierung degradiertes, entbasteter Böden und zum anderen die direkte Behandlung akuten Nährstoffmangels in den Bäumen. Zu jeder der beiden Fragestellungen wurde jeweils einer der nachfolgend beschriebenen praxisnahen Versuche angelegt.

Beide Versuche liegen im Habsburg-Lothringen'schen Forstgut Persebeug am Ostrong, einem bekannten Schwerpunktgebiet "neuartiger Waldschädigungen" in Niederösterreich. Insbesondere in den Kammlagen ist der Schädigungsgrad mit einem Kronenzustandsindex von (1987) über 2.00 relativ hoch - höher als im übrigen Gebiet des Ostrong oder als der Durchschnitt für Niederösterreich.

Die Versuche wurden trotz räumlicher und zeitlicher Nachbarschaft unabhängig voneinander, der eine von der Firma EPRO, der andere vom Verband ländlicher Genossenschaften in NÖ initiiert. Da sie sich sachlich gut ergänzen, werden sie hier einzeln, aber an gemeinsamer Stelle referiert!

Je nach Art der Düngung kann ein Düngungseffekt rasch oder erst nach einigen Vegetationsperioden eintreten. Die Kronenverlichtung kann sich im günstigsten Fall aber erst im Laufe mehrerer Jahre regenerieren - eine entsprechend langfristige Beobachtung der Versuche ist daher für eine endgültige Beurteilung notwendig. In diesem Sinne haben die nachfolgend dargestellten Ergebnisse nur den Charakter eines Zwischenberichtes.

2. AVIOTECHNISCHER BLATTDÜNGUNGSVERSUCH MIT MG-BETONTEN FLÜSSIGDÜNGER (WALDORT "SURPICHL")

2.1. Versuchsziel

Das Auftreten "neuartiger Walderkrankungen" mit dem typischen Symptom der Nadelgelbfärbung steht häufig in Zusammenhang mit akutem Nährstoffmangel in den Blattorganen. In zahlreichen Untersuchungen (z.B. ZECH und POPP, 1983) wurde dabei einseitiger, extremer Mangel an Mg, in anderen Fällen an K und Zn gefunden. Düngungsversuche mit löslichen Mg- bzw. K-Salzen (z.B. HÜTTL 1987, ZECH 1983, KAUPENJOHANN et al., 1987) haben zu einer raschen Erhöhung der Spiegelwerte in den Nadeln geführt, verbunden mit einer deutlichen Verminderung der Krankheitssymptome. Damit ist ein Weg aufgezeigt, kurzfristig solche akute Mangelercheinungen zu bekämpfen und zu einer Verbesserung der Vitalität beizutragen, unabhängig von der Wirkungskette, welche auch immer zu diesem Mangel geführt haben mag. Aufgrund dieser Überlegungen wird auch Blattdüngung als Sofortmaßnahme in Erwägung gezogen (ZECH 1983). Der Vorteil dieser im Feldbau bekannten Methode gegenüber Bodendüngung läge darin, daß die Nährstoffe ohne Umweg über den Boden direkt am Ort des Mangels aufgenommen werden. Eine durch Schädigung möglicherweise bereits verminderte Wurzelleistung könnte dadurch umgangen werden, der Wirkungsgrad des Düngers wäre erhöht (MILLER 1976) und Verluste sowie Nebenwirkungen auf den Boden würden gering gehalten.

Tatsächlich konnte in Gefäßversuchen Mg-Mangel bei gelbspitzigen Fichten durch Besprühen mit $MgSO_4$ -Lösung noch in der gleichen Vegetationsperiode behoben werden.

In der Folge begonnene Feldversuche in der BRD, u.a. in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg, haben bisher z.T. ermutigende Erfahrungen gebracht (ADAM 1985, BORN 1984, SCHRÖDER 1984).

Ausgehend von diesem Wissensstand sollten durch den vorliegenden Versuch an einem geeigneten Bestand mit beginnender, mit Mangelsymptomen gekoppelter Schädigung unter praxisnahen Bedingungen die Möglichkeiten der Luftapplikation eines eigens formulierten Blattdüngers geprüft werden.

Der Versuch wurde von der Fa. EPRO in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA) und dem Gut Habsburg-Lothringen angelegt und vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft durch Forschungsförderungsmittel unterstützt.

2.2. Versuchsanlage

Nach Überprüfung zahlreicher Varianten wurde eine Waldfläche im Revier Surpichl des Habsburg-Lothringen'schen Forstamtes Persenbeug, am Westabhang des Ostrong, in 760 bis 840 m Höhe gewählt. Die durchschnittlich 80-jährigen Fichten-Bestände stocken auf montanem, mäßig frischen Fichten-Tannen-Buchen-Mischwald-Standort mit mittel- bis tiefgründiger Braunerde aus Biotitgneis. Der Vegetationstyp reicht vom Heidelbeer-Drahtschmiele-Typ bis gering deckender Drahtschmiele-Vergrasung. Die Bandbreite der Bodenqualität wird nachfolgend durch zwei repräsentative Bodenprofilbeschreibungen dokumentiert.

Profilbeschreibungen

Profil 1: Ostrong, Rev. Surpichl; Diagnoseprofil Pt D 57a

Lage: Koord. hoch 5349200, rechts 658060
830 m, NW, Mittelhang; montane Stufe

Ausgangsgestein: Biotitgneis

Boden: tiefgründige, mäßig frische Felsbraunerde, stark steinig

Bestand: Fichtenbaumholz, einschichtig, 08 bestockt

Vegetationstyp: Drahtschmieleschleier mit Moosen und Heidelbeere

Bodenprofil:

Ol	4	-	3,5	cm	Nadelstreu
Of	3,5	-	2	cm	schwach zersetzte Streu (Grobmoder)
Oh	2	-	0	cm	Feinmoder
Ah	0	-	2	cm	stärkst humoser lehmiger Sand, sehr stark durchwurzelt, Farbe 7,5 YR 1,7-2/1, Übergehend
AB	2	-	4	cm	abnehmend humos, lehmiger Sand, stark durchwurzelt, Übergehend
Bv	4	-	40/45	cm	lehmiger Sand, leicht zerdrückbar, Farbe 7,5 YR 4-5/6, hoher Grobanteil bis 40%, Ø 1-20 mm, blanke Quarzkörner erkennbar, undeutlich blockige Struktur
Bc	40/45	-	95	cm	sehr hoher Grobanteil 40-80% (4), Ø 20-100 mm, Steine, hoher Glimmeranteil, sonst wie oben

Profil 2: Ostrong, Rev. Surpichl; Diagnoseprofil Pt D 57b

Lage: Koord. hoch 5349200, rechts 658060
835 m, NW, Mittelhang; montane Stufe

Ausgangsgestein: Biotitgneis

Boden: mittelgründige, mäßig frische Felsbraunerde

Bestand: buchenreiches Fichtenalholz, Baumholz II

Vegetationstyp: Drahtschmiele-Vergrasung mit Heidelbeere und Sauerklee

Bodenprofil:

Ol	5	-	4	cm	dichter Aira-Wurzelfilz und Buchenstreu
Of	4	-	2	cm	verpilzte Buchenstreu
Oh	2	-	0	cm	Feinmoder, stark durchwurzelt
Ah	0	-	12	cm	stark durchwurzelt, stärkst humoser lehmiger Sand, feine Quarzkörner, Ø bis 1 mm, gut sichtbar, schwach steinig, Ø 2-20 mm, Farbe 7,5 YR 1,7-2/1, Übergehend
AB	12	-	18	cm	stark humoser, schluffiger Sand, Farbe 7,5 YR 2-3/2,5 nicht bindig, nicht klebrig, gut durchwurzelt, fein bis mittelkörnige Struktur
Bv	18	-	50	cm	lehmiger Sand, feinkörnige Struktur, Farbe 7,5 YR 4-5/6 hoher Grobanteil 40-80% (4), feinste Glimmerblättchen über das ganze Solum verteilt
BC	ab	-	50	cm	sehr stark steinig, sonst wie oben

Innerhalb dieser einigermaßen homogenen Waldfläche wurde ein 50 ha großer, in der Schichtlinie verlaufender Streifen als Düngungsfläche ausgeschieden (Abb. 1).

In dem Streifen liegt eine Beobachtungsfläche des Projektes "Diagnoseprofile" der FBVA - gleichzeitig Meßpunkt des Bioindikatornetzes -, von welcher bereits periodische Kronenzustandserhebungen nach den Richtlinien der Waldzustandsinventur, sowie Boden- Vegetations- und zuwachskundliche Untersuchungen vorliegen. Unmittelbar angrenzend liegt eine weitere Kontrollfläche des "Diagnoseprofiles" in Buchen-Mischwald.

Die Einrichtung der Testflächen, die Erstaufnahme des Kronenzustandes sowie die periodische Gewinnung von Nadelproben übernahm das Forstamt Persenbeug, die standortkundliche Aufnahme, Bodenuntersuchung und Nadelanalyse die FBVA. Die Vorbereitung und Durchführung der Düngerausbringung erfolgte gemeinsam durch Mitarbeiter der Fa. EPRO, der FBVA und des Forstamtes. Die Wiederholungsaufnahme des Kronenzustandes besorgte Dipl.-Ing. J. Hackl, die Auswertung erfolgte an der FBVA.

Die Erhebung der Ausgangssituation (Bodenuntersuchung, Kronenansprache und Nadelanalyse (Frühjahr und Herbst) erfolgte 1984, die Düngerausbringung am 4.-5. Juli 1985. Für 1985 bis 87 wurden jährliche Nadelanalysen und Kronenansprachen vorgesehen.

2.3. Düngung

2.3.1. Düngemittel

Als Dünger wurde eine Suspension "Wuxal" der Fa. SCHERING AG - Düsseldorf gewählt, welche eigens für Versuchsanwendungen im Forst in der BRD formuliert wurde. Die Komponenten dieses Mg-betonten Mehrnährstoffdüngers sind: N, P, K, Ca, Mg zu 4, 5, 3.2, 5, 8 Gew-% mit Spuren B, Co, Cu, Mn, Mo und Zn.

Das Präparat hat eine sehr hohe Haftfähigkeit, welche das Abwaschen durch Regen über lange Zeiträume verhindert (das Sprühbild war noch nach 1 Jahr auf Holzoberflächen erkennbar). Die hohe unschädlich anwendbare Konzentration der Suspension erlaubt die Anwendung geringer, für Luftapplikation wirtschaftlicher Mengen. Der Fertigdünger wird aus 2 Komponenten formuliert, die unmittelbar vor dem Ausbringen gemischt werden. Eine Komponente dient der pH-Wert-Einstellung, die andere enthält die Nährstoffe in Suspensionsform.

Der Düngerbemessung lag die Überlegung zugrunde, mit einer möglichst geringen Düngermenge, ohne wesentliche Beeinflussung von Boden und Grundwasser, den Mg-Spiegel in den Nadeln signifikant zu heben. Zur Erhöhung des Spiegelwertes um 100 ppm i.Tr. (z.B. von 0,07% auf 0,08%) sind bei einer Nadelnadelmasse von 10 t/ha, einer Durchfallrate von 50% und einer Aufnahme von 50% 1 kg Mg/ha : 0,5 : 0,5 = 4 kg Mg/ha erforderlich; das ergibt die ausgewählte Aufwandmenge der 8%igen-Mg-Suspension von 50 l/ha.

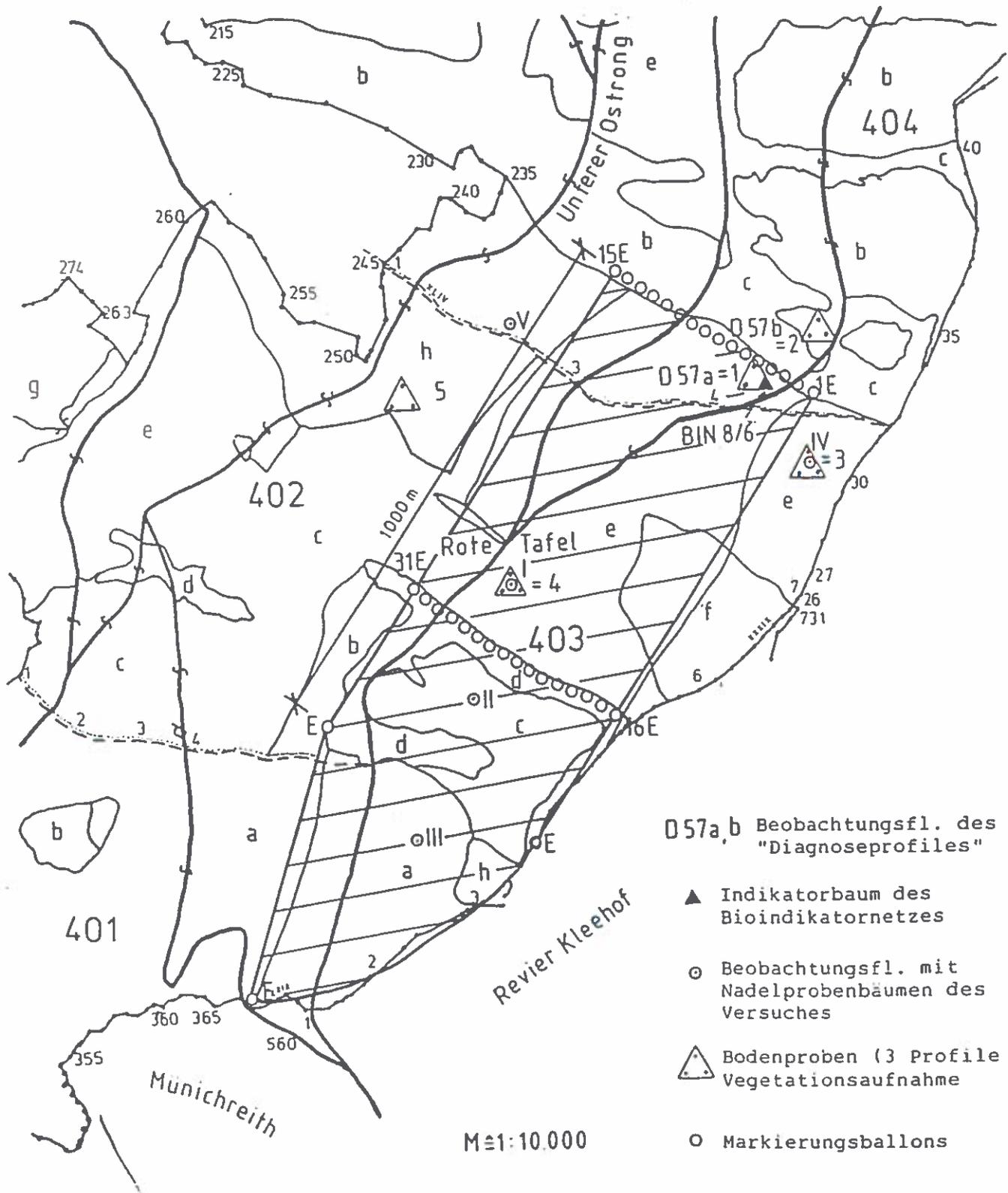
2.3.2. Ausbringung

Die für 1984 vorgesehene Ausbringung mittels Flächenflugzeug mußte aus technischen Gründen abgebrochen werden. Das verfügbare Gerät (Sprühdüsen) war der geforderten Aufwandmenge der hochviskosen Flüssigkeit bei gleichzeitig erlaubter maximaler Tropfengröße von 100 µm nicht gewachsen.

ABB. 1:

DÜNGEFLÄCHE REV. SURPICHL

Lage und Bezeichnung der Probeflächenpunkte



Es wurde daher 1985 die deutsche Firma AIR LLOYD beauftragt, welche als einzige über geeignetes Gerät verfügte und in Deutschland bereits Düngungsversuchsflüge mit dem gleichen Präparat durchgeführt hatte. Zum Einsatz gelangte ein Sprühgestänge mit 6 Zerstäubern der amerikanischen Marke "Pecomist" an einem Hubschrauber Bell 47-G4A.

Für die Planung ähnlicher Düngungen ist vielleicht von Interesse, daß die Behördenwege zur Vorbereitung des Fluges etwa 4 Monate erforderten! Sie umfaßten u.a.:

- . Einfuhrgenehmigung im Zollvermerk
- . Ablaßbewilligung eines Flüssigdüngers aus der Luft durch das Amt der NÖ. Landesregierung, wozu die Abteilungen Sanität, Hydrologie, Luftfahrt, Naturschutz, Veterinärwesen, Forstwirtschaft, Chemie und Wasserschutz sowie die BA. für Pflanzenschutz befaßt wurden. Als Auflage wurde u.a. die periodische Analyse einer benachbarten Quelle vorgeschrieben.
- . Start und Landegenehmigung (Außenlandung)
- . Flugbewilligung und flugtechnische Genehmigung der Gerätekonstellation durch das BA. für Zivilluftfahrt.

Die vorgesehene Düngerfläche wurde unmittelbar vor dem Flug an den Eckpunkten und sodann schrittweise an den jeweiligen Flugstreifen mit Ballons signalisiert.

Für die korrekte Ausbringung war nur mäßiger Wind (< 5m/sek) und Temperatur unter 25°C zulässig, daher kamen vorwiegend die Morgen- und Abendstunden in Frage. Die Verteilung des Sprühnebels in den Baumkronen wird bei geeigneter Geräteanordnung durch den Abwind des Hubschrauberrotors gefördert.

Das Gerät erlaubte die Behandlung von 1,7 ha in einem Durchgang. Die Wiederkehrdauer einschließlich Beladung betrug im Mittel 6 Min., daraus ergibt sich eine reine Gesamtflugzeit von 3 Stunden. Allerdings mußten die Rotoren nach je 5 Flügen von der angelegten Düngersuspension gereinigt werden. Incl. dieser u.a. Rüstzeiten, vor allem aber wegen ungünstiger Witterung und Windverhältnissen erstreckte sich die Düngungsmaßnahme über 2 Tage.

2.3.3. Sprühbild

Die gleichmäßige Düngerausbringung und Einhaltung der Flugstreifen wurde mittels ausgelegter Folien kontrolliert. Danach war die Abdrift gering, die Begrenzung des Düngerstreifens wurde auf 5 m genau eingehalten. Die Verteilung der Tropfen war sehr gleichmäßig.

Die vorgesehene Tropfengröße von 100 µm dürfte im Mittel etwas überschritten worden sein. Der Tropfendurchmesser oder gar das Tropfenvolumen kann allerdings nicht unmittelbar aus dem Sprühbild abgelesen werden (MATHEWS 1979). Große Tropfen breiten sich durch den Aufschlag aus, feine Tropfen weisen eine sehr hohe Verdunstungsrate auf und gelangen daher wesentlich verkleinert auf die Testfolie. Daher ist eine Umrechnung auf das Ausgangsvolumen aus dem Tropfenbild nicht zulässig. Dennoch kann zumindest die Größenordnung geschätzt werden. Dem Soll-Wert von 0,5 mm³/cm² kommen die errechneten 0,9 mm³ aus dem Tropfenbild ziemlich nahe.

Danach beträgt der Flächenmedian etwa 100 μm , der Volumsmedian 200 μm Tropfengröße. Verglichen mit der Sprühmenge auf Freiflächen betrug der Kronendurchfall im geschlossenen Bestand ca. 11%, womit eine sehr hohe Ausbeute des Düngers im Kronenraum gegeben ist. Im lückigen Bestand lagen die entsprechenden Werte zwischen 22% und 55%.

2.4. Untersuchungen

2.4.1. Bodenuntersuchung

Nach dem Konzept der Blattdüngung und der dabei notwendigen geringen Aufwandmengen ist keine unmittelbare Düngewirkung auf den Boden zu erwarten. Daher ist eine Bodenuntersuchung nur zur Erfassung der Ausgangssituation, insbesondere des Ernährungszustandes und zur gezielten Planung der Düngungsmaßnahme erforderlich. Eine Wiederholungsaufnahme zu einem späteren Zeitpunkt könnte allenfalls zur neuerlichen Beurteilung der gesamten ökosystemaren Situation erwogen werden, sie kann aber zur Kontrolle des Versuchsverlaufes nichts beitragen.

Die zwei Probeflächen des "Diagnoseprofils 2" in und unmittelbar neben dem Düngungsstreifen wurden im Jahre vor Versuchsbeginn zu 3 Terminen beprobt. Zusätzlich wurden 3 weitere Probeflächen, davon eine im Düngerstreifen und je eine ober- und unterhalb davon eingerichtet und jeweils 3 Bodenprofile getrennt analysiert. Es stehen somit die Daten von 11 Bodenprofilen - von 2 davon 3 Wiederholungsaufnahmen im Jahresgang - zu Verfügung (s. Abb. 1).

Von jedem Profil wurden getrennt nach Bodenhorizonten und zusätzlich nach 10 cm-Tiefenstufen Proben gezogen. Daraus wurden nach den "Richtlinien zur Waldbodenuntersuchung" (BLUM et al. 1986) bestimmt: pH, gesamt-C und -N, Vorrat (Salpetersäure-Perchlorsäureaufschluß) an P, K, Ca, Mg, Fe sowie 7 wichtige Schwermetalle; sorptiv gebundene Kationen im BaCl_2 -Auszug (K, Mg, Ca, Al, Fe, Mn, H) sowie Kationenaustauschkapazität (KAK) und Gesamtbasensättigung. Die Analysen erfolgten im Institut für Standortkunde der Forstlichen Bundesversuchsanstalt.

2.4.2. Nadelanalysen

Im Düngungsstreifen wurden 3 Probepaare, im benachbarten ungedüngten Bestand ober- und unterhalb des Düngungsstreifens je ein Baumpaar jährlich im Herbst nach den üblichen Richtlinien beprobt und der erste und zweite Nadeljahrgang getrennt auf S, N, P, K, Ca und Mg analysiert. 1984 wurden zusätzlich im Frühsommer (Juni) Proben geworben. Sie dienten einer Vorinformation, die Daten weichen jedoch erwartungsgemäß deutlich von den Herbstproben ab und sind daher für eine gemeinsame Auswertung nicht brauchbar.

Die Proben wurden von Mitarbeitern des Forstbetriebes geworben und am Inst. für Forstchemie der FBVA analysiert. Bisher stehen insgesamt 4 Analysenserien zu Verfügung: Vor der Düngung Frühjahr und Herbst 1984, nach der Düngung Herbst 1985 und 1986. Für 1987 liegen ebenfalls Proben, aber noch keine Analysendaten vor.

Die Düngung fiel in den Zeitraum knapp nach dem Austrieb. Die zweijährigen Nadeln 1985 sind daher voll, die einjährigen könnten teilweise mit Düngersuspension kontaminiert sein. Obwohl

die einjährigen Triebe erst zu einem geringen Teil ausgetrieben waren, und die Kontamination daher sicher nur einen Teil der Probe betrifft, sind dennoch die Werte mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Nährstoffgehalte in den einjährigen Nadeln von 1986 hingegen sind ausschließlich als aktiv eingelagert anzusehen. Bei den zur Gänze kontaminierten 2-jährigen Nadeln 1985 wurde auf die Analyse verzichtet.

2.4.3. Kronenansprache

Zusätzlich zu den beiden Testflächen des Diagnoseprofiles wurden 5 weitere Probeflächen, davon 2 innerhalb, 3 außerhalb des Düngungsstreifens jeweils mit mindestens 25 einzeln markierten Bäumen zur periodischen Ansprache des Gesundheitszustandes eingerichtet (s. Abb. 1). In jeder dieser Flächen liegt ein Probebaumpaar zur Nadelanalyse.

Die Ansprache des Gesundheitszustandes erfolgte gemäß Richtlinien der Waldzustandsinventur der FBVA nach den Kriterien Jahrestrieb, Wipfelregion, Kronenzustandsform und Entnadelung.

Die erstmalige Aufnahme erfolgte im Sommer durch Mitarbeiter des Forstamtes. Leider ist durch personellen Wechsel in den Folgejahren die Erhebung lückenhaft. Erst im November 1987 erfolgte eine exakte Wiederholungsaufnahme durch Herrn Dipl.-Ing. J. Hackl, wofür an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Allerdings ist die Kronenbeurteilung zu diesem späten Herbsttermin problematisch. Die Interpretation allfälliger Veränderungen des Kronenzustandes ist damit vorerst nur mit Einschränkungen möglich. Eine weitere Wiederholung im August 1988 ist daher ins Auge gefasst.

2.5. Ergebnisse

2.5.1. Boden

Der Boden ist im gesamten Untersuchungsbereich ziemlich einheitlich aufgebaut: mäßig frische, mittel- bis tiefgründige Felsbraunerde mit hohem Grobanteil aus Biotitgneis; Humusform Moder.

Tabelle 1 zeigt die Analysendaten für das Durchschnittsprofil (gemittelt aus 11 analysierten Profilen).

Der Boden hat - dem Substrat entsprechend - einen hohen Vorrat an K und Mg, ist durchschnittlich versorgt mit P und extrem arm an Ca. Bei Mg und K ist eine deutliche Auswaschung aus dem Oberboden erkennbar, wobei aber auch dort noch die Vorräte reichlich sind. Ca ist in der Humusaufgabe über den Streukreislauf stark angereichert.

Die pH-Werte liegen jedoch im stark sauren Bereich, erst in 50 cm Tiefe wird pH 4,2 erreicht. Dementsprechend hat der Boden trotz guter Grundausstattung eine sehr geringe Basensättigung - im Durchschnitt unter 10, z.T. unter 5%. Über 80% der Austauschplätze sind mit Al belegt. Im obersten Humushorizont (Ah) liegt die Basensättigung um 15% mit einem relativ hohen Anteil an K und nur 60% Al-Belag.

Tabelle 1: Durchschnittsprofil Surpichl (5 Punkte mit zusammen 11 analysierten Profilen)

Anz.d. Proben	Horizont	cm von bis	pH	CaCO ₃	% C	% N	C:N	P ₂ O ₅	K ₂ O	% (PSA) CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
11	01f	6,5 - 2,7	3,2±0,16	0	36,4	1,40	26,5	0,155	0,11	0,21	0,20	1,39
11	0h	2,7 - 0	3,0±0,20	0	27,7	1,08	25,6	0,142	0,14	0,11	0,27	2,22
11	Ah	0 - 4,2	3,1±0,08	0	12,5	0,52	24,5	0,104	0,23	0,04	0,55	3,63
18	AB	4,2 - 10	3,2±0,18	0	6,0	0,27	23,9	0,067	0,27	0,03	0,77	4,53
10	Bv	10 - 20	4,0±0,11	0	4,0	0,18	23,0	0,067	0,31	0,03	0,86	4,59
10	Bv	20 - 30	4,1±0,12	0	2,8	0,13	22,7	0,065	0,32	0,03	0,91	4,84
3	Bv	50 - 60	4,2±0,11	0	1,6	0,08	22,2	0,050	0,46	0,04	1,09	4,42

Mn	Cu	Zn	Co	Cr	Ni	Pb	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Al	H	KAK	% V
197	21	89	4,4	17	14	192	0,25	1,06	0,57	1,45	0,04	7,5	1,23	12,1	19,5
152	20	66	5,6	23	16	152	0,12	0,33	0,30	0,55	0,04	6,1	0,43	7,9	9,5
170	18	57	7,5	34	21	61	0,08	0,17	0,17	0,06	0,09	3,6	0,14	4,4	9,5
242	19	68	10,1	42	27	39	0,05	0,14	0,06	0,02	0,03	2,8	0,10	3,2	7,8
341	21	80	12,2	46	31	25	0,05	0,11	0,04	0,01	0,02	2,0	0,10	2,4	8,3
344	23	87	13,9	48	33	19									
335	26	99	16,7	51	39	17									

Korngrößen	2000-200	200-60	60-20	20-6	6-2	2-0
	35	14	11	16	6	17
Horizont von bis	AB	4 - 10	11	16	6	17
	Bv	10 - 20	11	16	7	18
	Bv	20 - 30	1	14	7	17
	Bv	50 - 60	12	12	6	17

IEq = Ionen-Äquivalent
 PSA = Perchlorsäure-Salpetersäure-Aufschluß

Erst in den tiefsten Mineralbodenhorizonten steigt die Basensättigung wieder auf 15% an.

Der Humusgehalt im Mineralboden ist relativ hoch, das C:N-Verhältnis entspricht der Humusform.

Interessant ist der Vergleich einiger Bodenkennwerte im Jahresgang (Tab. 2): Die pH-Werte steigen im Sommer etwas an und erreichen im Herbst ihr Minimum, auch die Basensättigung sinkt im Herbst stark ab. Offenbar wird nach dem Nährstoffentzug während der Vegetationsperiode der Pool leicht verfügbarer Nährstoffe erschöpft und während der winterlichen Ruhephase wieder aufgefüllt. Desgleichen ist das C:N-Verhältnis im Herbst am weitesten.

Tabelle 2: Schwankung einiger Bodenwerte im Jahresgang

Punkt 57 a, Fichte			pH			C:N			V		
Hor.	cm		Mai	Juli	Okt	Mai	Juli	Okt	Mai	Juli	Okt
Olf	5 - 2		3,0	3,2	2,9	24	24	25	-	-	-
Oh	2 - 0		2,9	3,0	2,9	27	24	26	-	-	-
Ah	0 - 3		3,1	3,1	2,9	19	23	25	21,8	16,1	18,1
AB	5 - 10		3,5	3,6	3,4	17	16	19	15,5	9,0	8,6
Bv	10 - 20		3,9	3,9	3,9	16	17	20	14,7	8,1	7,0
Bv	20 - 30		4,2	4,1	4,0	18	17	20	16,5	8,1	7,2
Bv	50 - 60		-	4,2	4,1	-	17	22	-	12,7	9,3

Punkt 57 b, Buche

Olf	6 - 2		3,1	3,3	3,1	22	22	26	-	-	-
Oh	2 - 0		3,0	3,1	2,9	21	21	23	-	-	-
Ah	0 - 4		3,1	3,0	2,8	21	23	22	20,0	27,6	36,5?
AB	4 - 10		3,4	3,3	3,3	21	22	21	13,0	12,2	10,4
Bv	10 - 20		4,2	3,8	3,9	19	22	23	13,0	9,5	10,1
Bv	20 - 30		4,2	4,2	4,2	16	25	21	15,3	6,7	9,0
Bv	50 - 60		-	4,2	4,2	-	-	-	-	8,3	8,8

Abgesehen von der üblichen kleinsträumigen Streuung bodenkundlicher Parameter sind die Profile recht gleichförmig und rechtfertigen keinerlei Differenzierung der Beobachtungsflächen. Lediglich unter Buche (Fläche 2 = Diagnoseprofil-Pt. 57b) ist die Humusform geringfügig günstiger, das C:N-Verhältnis etwas enger und die Basensättigung, welche zum Herbst hin eher ansteigt, deutlich höher. Für eine gesicherte Aussage dazu ist die Probenzahl jedoch zu gering. Im Feldaspekt sind die Humusformen unter Fichte und Buche jedoch ziemlich ähnlich.

Die Schwermetallgehalte liegen im oberen Normalbereich. Vor allem die Gehalte an Cr, weniger ausgeprägt Ni, Co und Zn sind ziemlich hoch, wobei der Profilverlauf auf die Herkunft aus dem Grundgestein weist. Die Gehalte des Unterbodens an (gesteinsbürtigem) Pb liegen hingegen eher unter dem Durchschnitt; umso deutlicher ist die Anreicherung in der Humusaufgabe. Eine biogene Anreicherung von Pb ist in Humusformen mit hoher Pilzaktivität wie hier häufig zu beobachten. Die kamnahe Probefläche 3

und Probefläche 2 fallen jedoch mit einer beachtlichen Akkumulation mit über 200 - 460 mg Pb/kg Trockensubstanz merklich aus dem üblichen Rahmen.

2.5.2. Nadelanalysen

Insgesamt kann das Probenmaterial innerhalb und außerhalb der Düngungsflächen vor der Düngung als homogen angesehen werden (Tab. 3). Alle analysierten Bäume sind (Herbst 1984) gut mit P und K versorgt. Die Mittelwerte mit 0,17% P und 0,58% K sowie sämtliche Einzelwerte der 1-jährigen Nadeln liegen weit über den Grenzwerten für ausreichende Versorgung (0,13% bzw. 0,36%). Die N-Versorgung ist im Durchschnitt "nicht ausreichend" (Mittelwerte 1,42% N). Nur 2 Einzelproben überschreiten den Grenzwert für ausreichende Versorgung knapp, 2 Einzelproben liegen im Mangelbereich.

Die Versorgung mit Ca und Mg ist bei allen Proben "nicht ausreichend" (Mittelwerte 0,19% Ca und 0,09% Mg); jeweils 1 Probe liegt am Grenzwert zwischen "nicht ausreichend" und "Mangel".

Nach diesen Daten war die Versuchsfläche Surpichl mit N etwas schlechter versorgt als die beiden Flächen Walch und Stanglesboden des Bodendüngungs-Versuches, mit Ca und Mg zumindest schlechter als Stanglesboden (siehe nachfolgenden Abschnitt). Diese Tatsache ist vielleicht im Zusammenhang mit dem ebenfalls deutlich schlechteren Kronenzustand von Interesse.

Hohe P- und K-Versorgung wird in der Literatur häufig als typisch für Bäume mit Chloroseerscheinungen bzw. Mg-Mangel bezeichnet (NEBE et al., 1987).

Die Daten der Frühjahrsproben weichen erwartungsgemäß stark von jenen des normalen Beprobungstermines zur Ende der Vegetationsperiode ab. Sie lassen eine starke Verlagerung der Inhaltsstoffe während des Entwicklungsganges der jungen Nadeln erkennen. N und besonders K sind zunächst in den Jungtrieben angereichert, und zwar auf Kosten der Gehalte in den vorjährigen Nadeln. Auch die Mg-Konzentration ist zunächst im Mai-Trieb hoch, jedoch ohne gleichzeitige Abnahme in den älteren Nadeln. Gegen Ende des Jahres gleichen sich die Unterschiede zwischen den Nadeljahrgängen weitgehend aus. Ca hingegen wird erst im Laufe der Vegetationsperiode in die Jungtriebe eingelagert.

Tabelle 3: Nährstoffgehalte der Nadeln in % Trockensubstanz; Revier Surpichl

Die Probeflächen I, II und III liegen in der Düngungsparzelle, die Probeflächen IV und V außerhalb

1-jährige Nadeln		N				P			
Fläche	Baum Nr.	(1984) 6	1984 10	1985	1986	(1984) 6	1984 10	1985	1986
I	7	1,32	1,26	1,30	1,23	0,18	0,15	0,13	0,13
	25	1,86	1,54	1,67	1,61	0,25	0,18	0,14	0,16
II	1	1,57	1,42	1,50	1,36	0,21	0,17	0,16	0,14
	8	1,47	1,42	1,39	1,43	0,22	0,15	0,15	0,14
III	3	1,57	1,39	1,48	1,44	0,21	0,16	0,15	0,15
	20	1,57	1,50	1,52	1,36	0,21	0,17	0,15	0,15
	\bar{x}	1,56	1,42	1,48	1,41	0,21	0,163	0,15	0,145
IV	2	1,62	1,44	1,40	1,31	0,20	0,16	0,15	0,13
	12	1,72	1,52	1,53	(1,34)	0,23	0,22	0,17	0,14
	22	1,68	-	-	-	0,22	-	-	-
V	13	1,23	1,27	1,41	1,32	0,20	0,18	0,15	0,15
	27	1,43	1,47	1,41	1,24	0,21	0,19	0,19	0,14
	30	1,36	-	-	-	0,18	-	-	-
	\bar{x}	1,51	1,43	1,44	1,30	0,21	0,19	0,165	0,145
2-jährige Nadeln									
I	7	1,14	-	1,26	1,17	0,09	-	0,10	0,11
	25	1,19	-	1,41	1,41	0,09	-	0,12	0,11
II	1	1,16	-	1,36	1,27	0,08	-	0,12	0,11
	8	1,23	-	1,27	1,24	0,09	-	0,12	0,10
III	3	1,37	-	1,40	1,30	0,11	-	0,12	0,11
	20	1,42	-	1,41	1,24	0,10	-	0,12	0,12
	\bar{x}	1,25	-	1,35	1,27	0,09	-	0,116	0,11
IV	2	1,03	-	1,27	1,34	0,08	-	0,12	0,11
	12	1,32	-	1,43	(1,32)	0,11	-	0,14	(0,12)
	22	1,39	-	-	-	0,11	-	-	-
V	13	1,31	-	1,40	1,37	0,12	-	0,13	0,13
	27	1,21	-	1,42	1,14	0,10	-	0,16	0,11
	30	1,18	-	-	-	0,11	-	-	-
	\bar{x}	1,24	-	1,38	1,29	0,105	-	0,138	0,118

(Fortsetzung) Tabelle 3: Nährstoffgehalte der Nadeln in % Trockensubstanz;
Revier Surpichl

1-jährige Nadeln		K				Ca			
Fläche	Baum Nr.	(1984) 6	1984 10	1985	1986	(1984) 6	1984 10	1985	1986
I	7	0,90	0,56	0,47	0,55	0,09	0,12	0,20	0,14
	25	1,27	0,61	0,48	0,65	0,14	0,18	0,26	0,24
II	1	0,99	0,56	0,51	0,60	0,14	0,21	0,29	0,20
	8	0,91	0,43	0,33	0,35	0,09	0,20	0,27	0,22
III	3	0,81	0,55	0,59	0,61	0,15	0,20	0,25	0,26
	20	0,94	0,80	0,73	0,37	0,18	0,19	0,26	0,26
	\bar{x}	0,97	0,585	0,52	0,52	0,13	0,183	0,255	0,22
IV	2	0,92	0,53	0,46	0,53	0,05	0,19	0,13	0,06
	12	0,82	0,74	0,44	(0,69)	0,03	0,10	0,13	(0,07)
	22	1,09	-	-	-	0,07	-	-	-
V	13	0,68	0,45	0,38	0,57	0,10	0,23	0,21	0,17
	27	0,83	0,61	0,50	0,64	0,14	0,27	0,27	0,25
	30	1,10	-	-	-	0,15	-	-	-
	\bar{x}	0,91	0,58	0,45	0,61	0,09	0,20	0,185	0,14
2-jährige Nadeln									
I	7	0,37	-	0,51	0,51	0,13	-	0,16	0,19
	25	0,28	-	0,57	0,55	0,23	-	0,26	0,38
II	1	0,29	-	0,54	0,47	0,26	-	0,32	0,29
	8	0,27	-	0,38	0,32	0,31	-	0,26	0,40
III	3	0,32	-	0,55	0,57	0,24	-	0,19	0,29
	20	0,50	-	0,76	0,74	0,41	-	0,38	0,36
	\bar{x}	0,34	-	0,55	0,53	0,26	-	0,26	0,32
IV	2	0,34	-	0,47	0,51	0,16	-	0,16	0,18
	12	0,35	-	0,51	(0,61)	0,13	-	0,15	(0,16)
	22	0,34	-	-	-	0,15	-	-	-
V	13	0,28	-	0,41	0,50	0,28	-	0,25	0,32
	27	0,29	-	0,46	0,62	0,39	-	0,32	0,25
	30	0,35	-	-	-	0,34	-	-	-
	\bar{x}	0,33	-	0,46	0,56	0,24	-	0,22	0,23

(Fortsetzung) Tabelle 3: Nährstoffgehalte der Nadeln in % Trockensubstanz;
Revier Surpichl

1-jährige Nadeln		Mg			
Fläche	Baum Nr.	(1984) 6	1984 10	1985	1986
I	7	0,10	0,08	0,13	0,10
	25	0,13	0,11	0,14	0,13
II	1	0,14	0,11	0,13	0,11
	8	0,09	0,08	0,11	0,12
III	3	0,09	0,08	0,09	0,11
	20	0,10	0,09	0,12	0,10
	\bar{x}	0,11	0,09	0,12	0,11
IV	2	0,09	0,10	0,08	0,07
	12	0,08	0,07	0,08	(0,06)
	22	0,09	-	-	-
V	13	0,08	0,10	0,10	0,09
	27	0,13	0,09	0,09	0,03
	30	0,11	-	-	-
	\bar{x}	0,10	0,09	0,09	0,06

2-jährige Nadeln

I	7	0,07	-	0,09	0,09
	25	0,10	-	0,09	0,12
II	1	0,11	-	0,10	0,10
	8	0,09	-	0,09	0,12
III	3	0,09	-	0,05	0,06
	20	0,08	-	0,08	0,09
	\bar{x}	0,09	-	0,083	0,097
IV	2	0,06	-	0,06	0,06
	12	0,06	-	0,06	(0,05)
	22	0,04	-	-	-
V	13	0,08	-	0,07	0,10
	27	0,07	-	0,07	0,10
	30	0,10	-	-	-
	\bar{x}	0,07	-	0,065	0,08

Trend:

Zur Verdichtung und einfachen statistischen Prüfung der Analysendaten wurden ausgewählte Mittelwerte miteinander sowie die mittlere Differenz abhängiger Wertepaare gegen 0 mittels t-Test verglichen (Tab. 4 und Abb. 2).

Tabelle 4: Mittlere Elementgehalte der einjährigen Nadeln und mittlere Veränderungen zwischen den Beobachtungsterminen (Revier Surpichl)

		mittlere Gehalte (% i.Tr.)			mittlere Änderungen ppm		
		1984	1985	1986	84/85	85/86	84/86
N	gedüngt	1,422	1,477	1,412	550*	-650	-100
	ungedüngt	1,425	1,438	1,302	130	-1350**	-1220
	Differenz	-0,003	0,039	0,110	420	700	1120
P	gedüngt	0,163	0,147	0,145	-167*	-20	-187
	ungedüngt	0,187	0,165	0,140	-225	-250	-475
	Differenz	0,025	0,018	0,005	42	-200	152
K	gedüngt	0,585	0,518	0,522	-670	+40	-630
	ungedüngt	0,582	0,445	0,608	-1370	1630*	260
	Differenz	0,003	0,073	-0,086	700	1590	890
Ca	gedüngt	0,183	0,255	0,220	720***	-355	365
	ungedüngt	0,198	0,185	0,138	-125	-475*	-600
	Differenz	-0,015	0,070	0,082	845**	120	965**
Mg	gedüngt	0,092	0,120	0,112	280**	-83	197**
	ungedüngt	0,090	0,088	0,063	-25	-250	-275
	Differenz	0,002	0,032*	0,049**	305**	167	467**

t-Test für Mittelwertvergleich bzw. für Veränderungen aus paarweisem Wertevergleich

* <5%, ** < 1%, *** < 0,1% Irrtumswahrscheinlichkeit

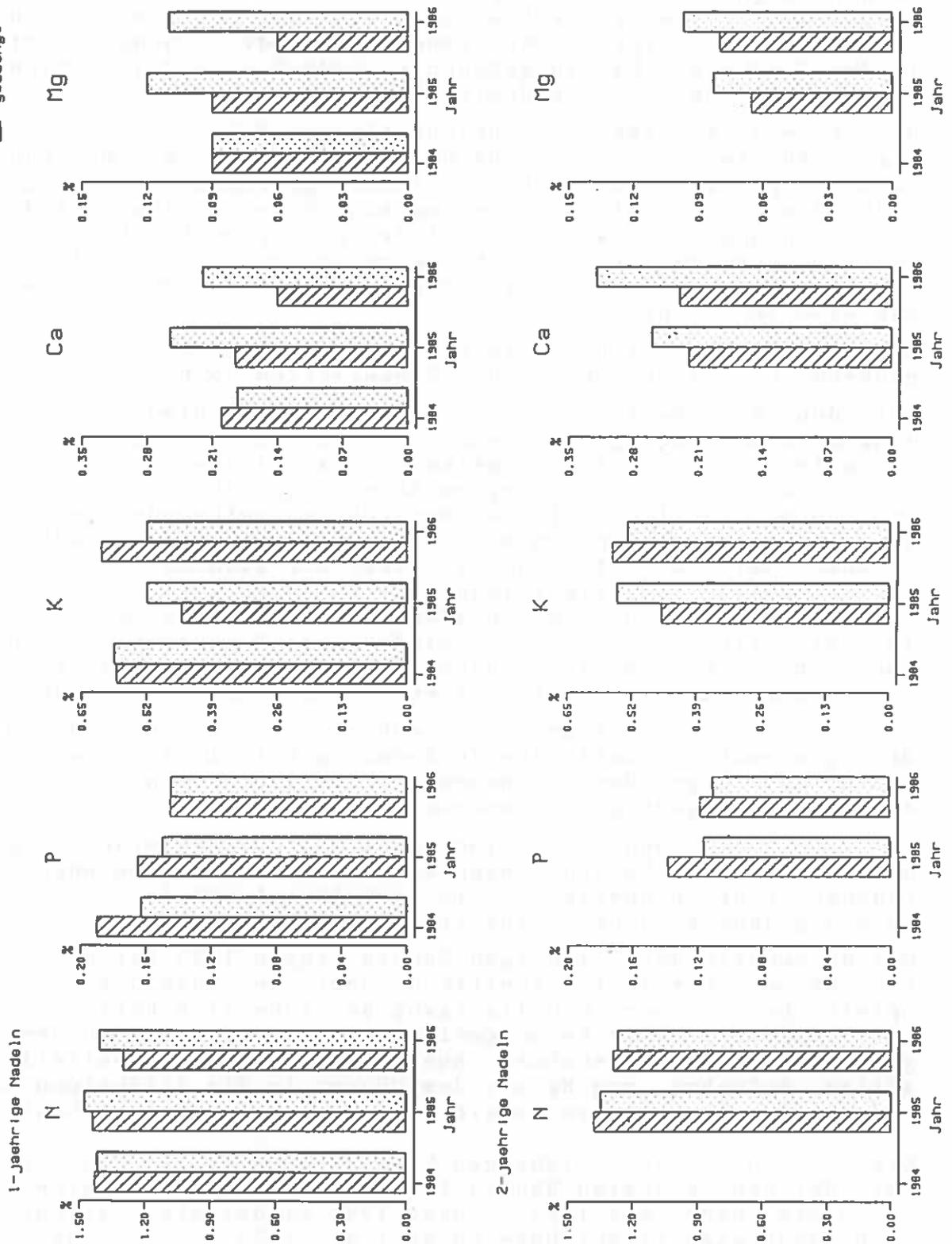
Die N-Gehalte der einjährigen Nadeln aller Probestämme nehmen von 1984 bis 1985 zunächst zu und sinken bis 1986 wieder signifikant auf Werte unter jenen von 1984 ab.

Die Zunahme bis 1985 fällt auf der Düngungsfläche stärker aus und ist dort gesichert, die Abnahme während der zweiten Periode ist bei den ungedüngten Bäumen doppelt so stark und im Gegensatz zur Düngungsfläche hoch signifikant. Ob aus diesem geringfügig unterschiedlichen Verhalten ein Düngungseffekt abgeleitet werden darf, ist fraglich. Zwischen den Mittelwerten selbst besteht kein Unterschied zwischen gedüngt und ungedüngt.

Die 2-jährigen Nadeln weisen von 1985 auf 1986 ebenfalls eine deutliche Abnahme der N-Versorgung auf und zwar ohne Unterschied bei den gedüngten und ungedüngten Bäumen. Eine Kontamination mit Düngerresten an der Oberfläche ist aus diesen Daten nicht ableitbar.

ABB. 2: MITTELWERTE DER NAHRSTOFFGEHALTE IN % DER NADEL-TROCKENSUBSTANZ
- REV. SURPICHL

 ungeduengt
 geduengt



Die P-Gehalte nehmen stetig ab. In der ersten Beobachtungsperiode ist diese Abnahme für die gedüngten Bäume geringer, aber immerhin signifikant, für die Gesamtheit aller Proben jedoch hoch signifikant. Die Werte bleiben aber immer noch im Bereich ausreichender Versorgung. Der Trend abnehmender P-Gehalte ist auch in den 2-jährigen Nadeln erkennbar, jedoch ohne Unterschied zwischen gedüngten und ungedüngten Bäumen.

Die K-Gehalte zeigen ein uneinheitliches Bild: Nach einer kräftigen Abnahme zwischen 1984 und 1985, welche bei den gedüngten Bäumen sogar gesichert, aber im Ausmaß geringer ist, steigen bis 1986 die Werte auf der ungedüngten Fläche gesichert wieder auf den ursprünglichen Wert an. Auf der gedüngten Fläche ist dieser Anstieg geringer (vielleicht eine antagonistische Wirkung von Mg?). Diese Unterschiede zwischen gedüngten und ungedüngten Bäumen sind jedoch nicht gesichert.

Die durchschnittliche K-Versorgung bleibt aber zu allen Zeitpunkten und mit Ausnahme von 2 Einzelwerten hoch.

Bei den Mg-Gehalten treten markante Unterschiede zwischen gedüngten und ungedüngten Bäumen auf: Während die ungedüngten Bäume allmählich in den Mangelbereich abrutschen, steigt die Mg-Konzentration in den gedüngten Bäumen von 1984 bis 1985 kräftig und hoch signifikant in den Bereich "ausreichender Versorgung" an. Im Folgejahr pendeln sich die Werte mit einer unbedeutenden Abnahme bei ca 0,11% ein. Die Differenz zwischen 1984 und 1986 bleibt immer noch signifikant von 0 verschieden. D.h., sollten die Werte 1985 noch durch äußerlich haftende Düngerreste verfälscht sein, so weisen zumindest die 1-jährigen Nadeln 1986 immer noch eine deutlich höhere Mg-Konzentration als 1984 auf, welche ausschließlich auf aktiver Einlagerung beruhen muß.

Vor allem unterscheiden sich sowohl die Mittelwerte untereinander als auch die zeitliche Veränderung (mittlere Differenz zwischen abhängigen Versuchspaaren!) hoch signifikant zwischen gedüngten und ungedüngten Probestämmen.

Zwischen 1985 und 1986 sind keine gesicherte Veränderung bzw. unterschiedliche Veränderungen auf den gedüngten und ungedüngten Flächen mehr eingetreten. Die signifikant höheren Spiegelwerte in den gedüngten Bäumen sind erhalten geblieben.

Die Mg-Gehalte der 2-jährigen Nadeln liegen 1985 bei den gedüngten Bäumen ebenfalls signifikant über jenen der 0-Fläche, doch spielt bei diesem Nadeljahrgang der äußerlich haftende Dünger mit. 1986 sind aber keine gesicherten Unterschiede in den Spiegelwerten mehr erkennbar. Aus diesen Daten ist zweifellos die aktive Aufnahme von Mg aus dem Dünger in die 1-jährigen Nadeln und damit eine positive physiologische Düngewirkung abzuleiten.

Die Ca-Gehalte der 1-jährigen Nadeln verhalten sich ähnlich wie Mg: Bei den gedüngten Bäumen liegen sie 1985 höchst signifikant um 0,07% höher als 1984, sinken 1986 wieder etwas ab auf einen noch immer signifikant höheren Wert als 1984. In den ungedüngten Bäumen hingegen sinkt die Ca-Konzentration stetig, zwischen 1985 und 1986 sogar signifikant um 0,05% ab. Diese unterschiedliche Entwicklung der gedüngten und ungedüngten Bäume ist für 1985 und

1986 gut gesichert. Die Differenz zwischen 1985 und 1986 hingegen ist nicht mehr signifikant.

Die 2-jährigen Nadeln des Jahres 1986 weisen auf den Düngungsflächen ebenfalls gesichert höhere Ca-Gehalte auf - es sind dies die Mai-Triebe des Düngungsjahres. 1985 zeigen die 2-jährigen Nadeln noch keinen solchen Unterschied auf, die Werte der gedüngten Fläche liegen überdies noch niedriger, obwohl dies der unmittelbar kontaminierte Nadeljahrgang wäre!

Mit wenigen Ausnahmen sind jedoch alle Ca-Gehalte im Bereich "nicht ausreichender Versorgung" verblieben, auf den Kontrollbäumen sind allerdings einige Ca-Gehalte in den Mangelbereich abgesunken. Obwohl mit der Düngung keine wesentlichen Ca-Mengen zugeführt wurden, scheint doch ein indirekter Effekt durch den signifikanten Anstieg der Ca-Spiegelwerte gegeben.

2.5.3. Kronenzustand

Die Auswertung und Interpretation des bisher vorliegenden Materials übernahmen Dipl.Ing. S. Trzesniowsky (STUGES) und Dr. M. Neumann (Inst.f. Waldwachstum u. Betriebswirtschaft, FBVA).

Probebäume der Stammklasse 4 und 5 sowie solche mit erheblichen mechanischen Kronenschäden wurden aus der Aufnahme gestrichen. Wegen der auf einigen Flächen geringen Baumzahl wurden jedoch die Bäume der "sozialen Stellung 3" (Kraft'sche Klassen) in die Berechnung aufgenommen. In Tabelle 5 bezieht sich der Index 5 auf die Klassen 1 und 2, Index 6 auf die Klassen 1 bis 3.

Eine Übersicht über die Anzahl der Bäume, ihre Verteilung auf die Verlichtungsstufen, die berechneten Indizes und die Mittelwertvergleiche gibt Tabelle 5 und Abbildung 3.

Von allen Versuchsorten am Ostrong ist der durchschnittliche Kronenzustand im Bereiches des Blattdüngungs-Versuches Surpichl mit über 2,00 am schlechtesten. Dies entspricht der allgemeinen Beobachtung von kammnahen Lagen des gesamten Gebietes. Im Durchschnitt ist im Beobachtungszeitraum eher eine weitere Verschlechterung eingetreten.

Die ungedüngte Variante des Versuches Surpichl wies auch vor Versuchsbeginn einen schlechteren Zustand auf als die gedüngte, doch ist dieser Unterschied bei der zweiten Aufnahme (Herbst 1987) bedeutend weiter geworden und hoch signifikant. Vielleicht könnte hier ein Düngereffekt - etwa durch Bremsen der fortschreitenden Verschlechterung - gesehen werden.

Zusammenfassend kann aus dem bisher vorliegenden Material ein gesicherter Einfluß des Blattdüngers auf den Kronenzustand nicht abgeleitet werden.

Tabelle 5: Versuch Surpichl; Kronenzustand

Fläche	Verlichtungsstufen				IND5	N5	IND6	N6	Jahre	Aufnahme: 10.-11.7.1984
	1	2	3	4						
1	3	18	4	0	2,06	18	2,04	25	90 Jahre	} 1984 gedüngt
2	0	24	1	0	2,06	17	2,04	25	118 Jahre	
3	0	15	10	0	2,40	10	2,40	25	81 Jahre	
4	0	24	5	0	zu ger.N	6	2,17	29	90 Jahre	
5	0	15	9	0	zu ger.N	4	2,38	29	76 Jahre	

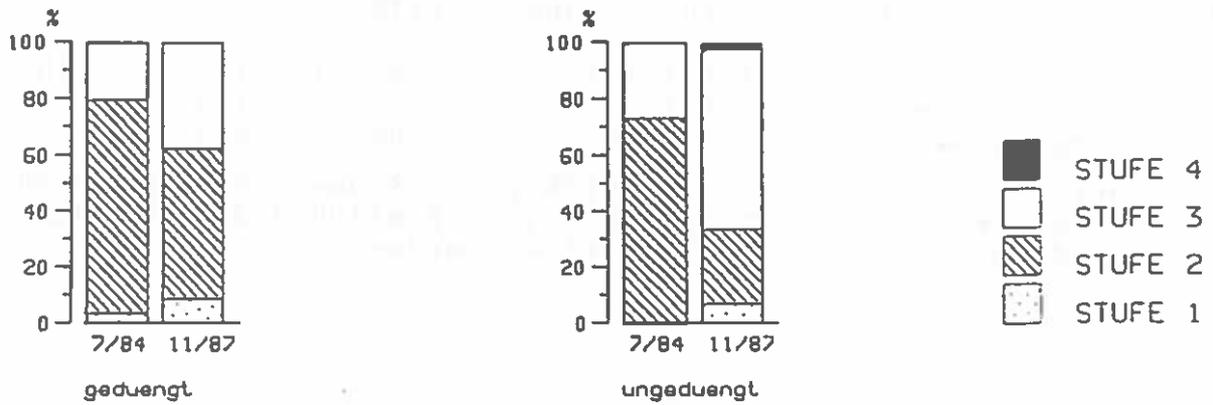
Aufnahme: 7.-8.11.1987

Mittelwertvergleich: (mit Soz.Kl. 3) F und t-Test zweiseitige Fragestellung

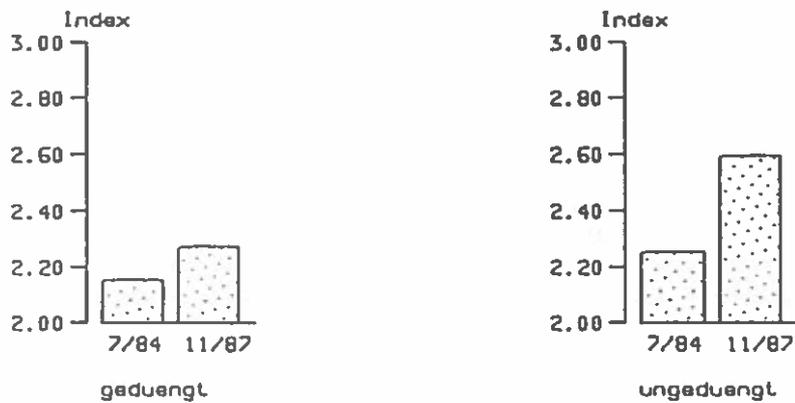
	Ind6	s ²	F	F _{tab5%}	FG	t	t _{tab5%}	t _{tabl%}	Signifikanz
7/84:									
gedüngt	2,16	0,2173	1,10	1,55	74	1,23	1,96	2,58	nicht signifikant
ungedüngt	2,16	0,1981		homogen	52				
11/87:									
gedüngt	2,28	0,3935	1,11	1,52	74	2,76	1,96	2,58	**
ungedüngt	2,60	0,4361		homogen	52				

ABB. 3: KRONENZUSTAND - Rev. Surpichl

Verteilung der Kronenzustandsstufen



Verlichtungsgrade



2.6. Zusammenfassung

Während des Beobachtungszeitraumes blieb lediglich die K-Versorgung unverändert hoch. Dagegen ist in den ungedüngten Bäumen ein stetiges Absinken der N-, P-, Ca- und Mg-Gehalte in den 1-jährigen Nadeln festzustellen, wobei die P-Versorgung immer noch gut, N- und Ca an der unteren Grenze der "nicht ausreichenden Versorgung" liegen und die Mg-Ernährung bereits in den Mangelbereich geraten ist. Auf den gedüngten Flächen ist diese Tendenz mit Ausnahme von P zumindest verlangsamt, bei Ca und Mg ist sogar eine deutliche Erhöhung der Spiegelwerte erzielt worden, bei Mg bis in den Bereich "ausreichender Versorgung".

Die 2-jährigen Nadeln zeigen undeutlich gleichsinnige Trends, doch ist hier der Vergleichszeitraum noch zu kurz, da der Nadeljahrgang 1984 sicherlich und der Jahrgang 1985 möglicherweise durch oberflächlich haftenden Dünger verfälschte Analysendaten liefert.

Nach den Nadelanalysen scheint somit zumindest für den 2-jährigen Beobachtungszeitraum mit der Düngung eine deutliche Verbesserung der Ernährungssituation erzielt worden zu sein.

Aus der - nur bedingt aussagefähigen - Kronenzustandserhebung kann noch kein gesicherter positiver Einfluß des Blattdüngers auf den Gesundheitszustand abgeleitet werden.

3. BODENDÜNGUNGSVERSUCH MIT MAGNESIAKALK (WALDORTE "WALCH" UND "STANGLESBODEN")

3.1. Versuchsziel

Nach dem derzeitigen Wissensstand scheint Düngung mit Ca, K und Mg in bestimmten Fällen geeignet, stark versauerte, basenarme Böden zu stabilisieren und die Vitalität erkrankter Waldbestände zu steigern - insbesondere dort, wo beginnende Schädigungen mit Mangelsymptomen gekoppelt sind.

Um diese Erfahrungen auch in Niederösterreich zu testen und der Praxis zugänglich zu machen, wurde vom Verband Ländlicher Genossenschaften in NÖ gemeinsam mit der Gutsverwaltung Habsburg-Lothringen sowie mit Unterstützung der FBVA und der Österr. Düngerberatung an geeigneten Fi-Beständen im Ostrong, NÖ, ein Schauversuch mit Magnesiakalk-Düngung angelegt. Die schließlich festgelegte Untersuchungspalette geht über den Rahmen eines Schauversuches allerdings so weit hinaus, daß auch eine eingehendere Interpretation in der vorliegenden Form angemessen erscheint.

3.2. Versuchsanlage

Als Versuchsflächen kamen schwach bis mäßig geschädigte, möglichst gleichmäßig aufgebaute, junge bis mittelalte Fi-Bestände ausreichender Flächenausdehnung, auf möglichst uniformen, gut Fi-tauglichen Standorten in Frage.

Diesen Auswahlkriterien genügten zwei Flächen in den Revierteilen: "Stanglesboden" und "Walch".

In "Stanglesboden" wurden 9 Parzellen (3 Wiederholungen je Behandlungsvariante) zu je 46x46 +/- 2 m und innerhalb derselben Beobachtungsflächen zu 32x32 +/- 2 m eingerichtet und dauerhaft markiert. Zwischen den ca. 0.1 ha großen Beobachtungsflächen mit ca 50 Bäumen verblieben somit 15-17 m breite Isolierstreifen. Die Verteilung der Behandlungsvarianten (2 Düngungsvarianten und 0-Flächen) wurde gelost. Alle Bäume innerhalb der Beobachtungsflächen sind laufend nummeriert, die für die jährliche Nadelanalyse ausgewählten Bäume gesondert markiert.

Die Fläche "Walch" erwies sich leider erst während der Einrichtung als weniger gleichförmig hinsichtlich Alter und Buchen-Anteil, außerdem wurden ältere Schneebruchschäden festgestellt. Durch Verschieben der einzelnen Parzellen wurde versucht, diese Mängel auszugleichen; doch ergab sich nur Raum für 6 Parzellen, somit nur für 1 Düngervariante. Im übrigen entsprechen die Parzellen in Größe und Design völlig denen in "Stanglesboden".

Dünger:

Aufgrund der ersten Analysendaten und entsprechend dem Versuchsziel wurden Düngervarianten mit Ca-Mg-Carbonat gewählt, u.zw.:

Walch: 2000 kg Dolomitmehl
Stanglesboden: Variante 1: 1500 kg Dolomitmehl
Variante 2: 3000 kg Dolomitmehl

Der Dünger wurde von Hand ausgebracht.

Versuchsablauf:

Als Erstaufnahme wurden 1984 Nadel- und Bodenanalysen sowie zweimal jährlich Kronenansprachen durchgeführt. Die Düngung erfolgte am 29. Mai 1985. Die Untersuchungen werden periodisch wiederholt. Für eine einigermaßen sichere Aussage ist ein Beobachtungszeitraum von 5 Jahren, zum Nachweis von Langzeitwirkungen entsprechend länger, erforderlich.

Boden- und Nadelproben wurden vom Forstamt Persenbeug geworben, die Kronenansprache besorgte Dipl.Ing. Hackl. Die Einrichtung der Versuchspartellen und die Düngerausbringung führte ebenfalls das Forstamt mit Unterstützung des Verbandes Ländl. Genossenschaften durch. Nadel- und Bodenanalysen sowie die Auswertung des Materials erfolgten an der FBVA; die statistische Auswertung und Interpretation der Kronenansprache übernahm wiederum Dipl.Ing. St. Trzesniowsky (STUGES).

3.3. Untersuchungen

3.3.1. Bodenuntersuchung

Von jeder Behandlungsvariante wurden der Auflagehumus und der oberste Mineralboden (0-10 cm, A-Horizont) getrennt beprobt; und zwar gelangten Mischproben aus mehreren Probepunkten zur Analyse, jeweils getrennt für alle Versuchsglieder.

Bestimmt wurden nach den "Richtlinien zur Waldbodenuntersuchung": pH, Gesamt-C und -N, Vorrat (Salpetersäure-Perchlorsäureaufschluß) an P, K, Ca, Mg, Fe sowie wichtigste Schwermetalle; sorbierte Kationen (BaCl₂-Auszug) K, Mg, Ca, Al, Fe, Mn, H; KAK.

Bisher liegen Bodenanalysen von 2 Terminen, nämlich vor Versuchsbeginn (1984) und nach 1 Jahr Laufzeit (1986) vor (Tab. 6). Von der ersten Aufnahme gelangte leider jeweils nur eine gemeinsame Mischprobe je Horizont für jede Behandlungsvariante zur Analyse, vom zweiten Termin hingegen für jede Behandlung 2 Mischproben, getrennt von den Teilpartellen "oberhalb" und "unterhalb der Straße".

Da die Vergleichspaare somit ungleich besetzt sind, kann auch vom 2. Termin nur der Mittelwert je Variante mit der Ausgangssituation verglichen werden; eine Aussage über lokale Standortunterschiede geht dadurch verloren. Die Daten sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

3.3.2. Nadelanalysen

Von jeder Behandlungsvariante und Teilpartelle wurden dauerhaft markierte Bäume nach den üblichen Richtlinien jährlich beprobt und die Nadeln - getrennt nach Jahrgängen - auf S, N, P, K, Ca und Mg analysiert.

Derzeit stehen die Analysen der Termine 1984 und 1986 zu Verfügung, und zwar von den 1-jährigen Nadeln jeder Behandlungsvariante, getrennt nach Teilflächen "oberhalb" und "unterhalb" der Straße - in Walch von je 1 Baum, in Stanglesboden von je 2 benachbarten Bäumen. 1986 wurde von den gleichen Probepflanzen auch der 2. Nadeljahrgang analysiert, doch müssen diese Daten vorerst für einen zeitlichen Vergleich vernachlässigt werden.

3. BODENDÜNGUNGSVERSUCH MIT MAGNESIAKALK (WALDORTE "WALCH" UND "STANGLESBODEN")

3.1. Versuchsziel

Nach dem derzeitigen Wissensstand scheint Düngung mit Ca, K und Mg in bestimmten Fällen geeignet, stark versauerte, basenarme Böden zu stabilisieren und die Vitalität erkrankter Waldbestände zu steigern - insbesondere dort, wo beginnende Schädigungen mit Mangelsymptomen gekoppelt sind.

Um diese Erfahrungen auch in Niederösterreich zu testen und der Praxis zugänglich zu machen, wurde vom Verband Ländlicher Genossenschaften in NÖ gemeinsam mit der Gutsverwaltung Habsburg-Lothringen sowie mit Unterstützung der FBVA und der Österr. Düngerberatung an geeigneten Fi-Beständen im Ostrong, NÖ, ein Schauversuch mit Magnesiakalk-Düngung angelegt. Die schließlich festgelegte Untersuchungspalette geht über den Rahmen eines Schauversuches allerdings so weit hinaus, daß auch eine eingehendere Interpretation in der vorliegenden Form angemessen erscheint.

3.2. Versuchsanlage

Als Versuchsflächen kamen schwach bis mäßig geschädigte, möglichst gleichmäßig aufgebaute, junge bis mittelalte Fi-Bestände ausreichender Flächenausdehnung, auf möglichst uniformen, gut Fi-tauglichen Standorten in Frage.

Diesen Auswahlkriterien genügten zwei Flächen in den Revierteilen: "Stanglesboden" und "Walch".

In "Stanglesboden" wurden 9 Parzellen (3 Wiederholungen je Behandlungsvariante) zu je 46x46 +/- 2 m und innerhalb derselben Beobachtungsflächen zu 32x32 +/- 2 m eingerichtet und dauerhaft markiert. Zwischen den ca. 0.1 ha großen Beobachtungsflächen mit ca 50 Bäumen verblieben somit 15-17 m breite Isolierstreifen. Die Verteilung der Behandlungsvarianten (2 Düngungsvarianten und 0-Flächen) wurde gelost. Alle Bäume innerhalb der Beobachtungsflächen sind laufend nummeriert, die für die jährliche Nadelanalyse ausgewählten Bäume gesondert markiert.

Die Fläche "Walch" erwies sich leider erst während der Einrichtung als weniger gleichförmig hinsichtlich Alter und Buchen-Anteil, außerdem wurden ältere Schneebruchschäden festgestellt. Durch Verschieben der einzelnen Parzellen wurde versucht, diese Mängel auszugleichen; doch ergab sich nur Raum für 6 Parzellen, somit nur für 1 Düngervariante. Im übrigen entsprechen die Parzellen in Größe und Design völlig denen in "Stanglesboden".

Dünger:

Aufgrund der ersten Analysendaten und entsprechend dem Versuchsziel wurden Düngervarianten mit Ca-Mg-Carbonat gewählt, u.zw.:

Walch: 2000 kg Dolomitmehl
Stanglesboden: Variante 1: 1500 kg Dolomitmehl
Variante 2: 3000 kg Dolomitmehl

Der Dünger wurde von Hand ausgebracht.

Versuchsablauf:

Als Erstaufnahme wurden 1984 Nadel- und Bodenanalysen sowie zweimal jährlich Kronenansprachen durchgeführt. Die Düngung erfolgte am 29. Mai 1985. Die Untersuchungen werden periodisch wiederholt. Für eine einigermaßen sichere Aussage ist ein Beobachtungszeitraum von 5 Jahren, zum Nachweis von Langzeitwirkungen entsprechend länger, erforderlich.

Boden- und Nadelproben wurden vom Forstamt Persenbeug geworben, die Kronenansprache besorgte Dipl.Ing. Hackl. Die Einrichtung der Versuchspartellen und die Düngerausbringung führte ebenfalls das Forstamt mit Unterstützung des Verbandes Ländl. Genossenschaften durch. Nadel- und Bodenanalysen sowie die Auswertung des Materials erfolgten an der FBVA; die statistische Auswertung und Interpretation der Kronenansprache übernahm wiederum Dipl.Ing. St. Trzesniowsky (STUGES).

3.3. Untersuchungen

3.3.1. Bodenuntersuchung

Von jeder Behandlungsvariante wurden der Auflagehumus und der oberste Mineralboden (0-10 cm, A-Horizont) getrennt beprobt; und zwar gelangten Mischproben aus mehreren Probepunkten zur Analyse, jeweils getrennt für alle Versuchsglieder.

Bestimmt wurden nach den "Richtlinien zur Waldbodenuntersuchung": pH, Gesamt-C und -N, Vorrat (Salpetersäure-Perchlorsäureaufschluß) an P, K, Ca, Mg, Fe sowie wichtigste Schwermetalle; sorbierte Kationen (BaCl₂-Auszug) K, Mg, Ca, Al, Fe, Mn, H; KAK.

Bisher liegen Bodenanalysen von 2 Terminen, nämlich vor Versuchsbeginn (1984) und nach 1 Jahr Laufzeit (1986) vor (Tab. 6). Von der ersten Aufnahme gelangte leider jeweils nur eine gemeinsame Mischprobe je Horizont für jede Behandlungsvariante zur Analyse, vom zweiten Termin hingegen für jede Behandlung 2 Mischproben, getrennt von den Teilpartellen "oberhalb" und "unterhalb der Straße".

Da die Vergleichspaare somit ungleich besetzt sind, kann auch vom 2. Termin nur der Mittelwert je Variante mit der Ausgangssituation verglichen werden; eine Aussage über lokale Standortunterschiede geht dadurch verloren. Die Daten sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

3.3.2. Nadelanalysen

Von jeder Behandlungsvariante und Teilpartelle wurden dauerhaft markierte Bäume nach den üblichen Richtlinien jährlich beprobt und die Nadeln - getrennt nach Jahrgängen - auf S, N, P, K, Ca und Mg analysiert.

Derzeit stehen die Analysen der Termine 1984 und 1986 zu Verfügung, und zwar von den 1-jährigen Nadeln jeder Behandlungsvariante, getrennt nach Teilflächen "oberhalb" und "unterhalb" der Straße - in Walch von je 1 Baum, in Stanglesboden von je 2 benachbarten Bäumen. 1986 wurde von den gleichen Probepflanzen auch der 2. Nadeljahrgang analysiert, doch müssen diese Daten vorerst für einen zeitlichen Vergleich vernachlässigt werden.

Tabelle 6: Bodenanalysen (Mittel aus je 2 Proben)

Probe	pH	%CaCO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO % (PSA)	MgO	Fe ₂ O ₃	%N	%C _{org}	C:N	
W a l c h											
<u>0-Fläche</u>											
1984	O	2,8	-	0,15	0,11	0,20	0,17	1,60	1,46	39,5	24
	A	3,1	-	0,08	0,26	0,03	0,56	3,22	0,35	9,3	27
1986	O	3,1	-	0,151	0,10	0,25	0,11	0,84	1,41	34,4	24
	A	3,3	-	0,076	0,23	0,04	0,55	3,07	0,41	11,1	27
<u>2 t Mg Kalk</u>											
1984	O	2,9	-	0,18	0,14	0,16	0,21	1,97	1,18	30,1	26
	A	3,1	-	0,08	0,24	0,03	0,58	3,59	0,53	7,8	15
1986	O	4,7	3,98	0,164	0,08	1,85	0,45	0,79	1,46	36,3	25
	A	3,9	-	0,098	0,16	0,25	0,47	2,81	0,59	15,1	26
S t a n g l e s b o d e n											
<u>0-Fläche</u>											
1984	O	3,1	-	0,10	0,18	0,22	0,37	2,13	1,01	22,8	23
	A	3,3	-	0,05	0,34	0,04	0,83	3,63	0,24	4,4	18
1986	O	3,6	-	0,114	0,14	0,43	0,26	1,12	1,04	29,9	29
	A	3,5	-	0,057	0,30	0,04	0,80	3,16	0,30	5,7	19
<u>1,5 t Mg Kalk</u>											
1984	O	3,2	-	0,13	0,17	0,22	0,36	1,96	1,09	28,5	26
	A	3,4	-	0,06	0,33	0,04	0,84	3,22	0,28	4,9	18
1986	O	3,9	-	0,111	0,15	0,58	0,34	1,26	1,02	30,6	30
	A	4,0	-	0,054	0,29	0,08	0,87	3,23	0,26	4,3	17
<u>3,0 t Mg Kalk</u>											
1984	O	3,2	-	0,12	0,18	0,22	0,36	1,92	1,17	28,4	24
	A	3,4	-	0,05	0,33	0,04	0,86	3,18	0,24	4,1	17
1986	O	4,6	-	0,129	0,11	1,09	0,21	0,50	1,32	39,5	30
	A	3,9	-	0,062	0,27	0,14	0,76	2,95	0,35	6,6	19

PSA = Perchlorsäure-Salpetersäure-Aufschluß

(Fortsetzung) Tabelle 6: Bariumauszug (nur A-Horizont)

Probe	K	Ca	Mg	Fe	Mn mmol	Al IEq	H	T	S	V
W a l c h										
<u>0-Fläche</u>										
1984	0,18	0,28	0,49	1,432	0,027	11,01	0,846	14,27	0,95	7
1986	0,15	0,81	0,38	0,579	0,037	8,24	1,301	11,49	1,34	12
<u>2 t Mg Kalk</u>										
1984	0,21	0,24	0,44	1,328	0,021	10,72	0,808	13,77	0,89	6
1986	0,18	9,25	2,31	0,383	0,037	5,74	0,729	18,62	11,73	63
S t a n g l e s b o d e n										
<u>0-Fläche</u>										
1984	0,10	0,66	0,44	0,408	0,171	7,35	0,431	9,56	1,20	13
1986	0,29	0,99	0,41	0,104	0,127	6,40	0,657	8,97	1,68	19
<u>1,5 t Mg Kalk</u>										
1984	0,13	0,59	0,45	0,252	0,208	6,39	0,392	8,41	1,17	14
1986	0,15	2,09	0,70	0,017	0,132	3,85	0,325	7,26	2,94	41
<u>3 t Mg Kalk</u>										
1984	0,14	0,53	0,45	0,207	0,220	5,82	0,366	7,73	1,12	14
1986	0,15	4,66	0,93	0,055	0,120	3,93	0,423	10,27	5,74	52

T: T-Wert, Summe aller Kationen

S: S-Wert, Summe aller basischen Kationen (K, Ca, Mg)

V: V-Wert, Anteil der basischen Kationen an der Summe aller Kationen
(Anteil des S-Wertes am T-Wert in %)

IEq: Ionen-Äquivalent

3.3.3. Kronenansprache

An sämtlichen (markierten) Bäumen wurden zweimal jährlich die Einzelbaummerkmale nach dem Aufnahmeschlüssel der FBVA (Waldzustandsinventur) beschrieben.

Kronenansprachen stehen vom Ausgangsjahr (1985) bis 1987, jeweils von April und August 1986 zur Verfügung.

3.4. Ergebnisse

3.4.1. Boden

Ausgangslage:

Die Böden beider Versuchsflächen sind stark sauer, der Gesamtvorrat an Ca ist extrem gering; der Vorrat an K ist hoch, der an Mg mäßig, entsprechend der Eigenart des Grundgesteins. Humusgehalt und N-Vorrat sind ebenfalls hoch, die Humusform (C:N-Verhältnis) dem Standort entsprechend gut. Alle diese Werte sind in Walch jeweils etwas ungünstiger als in Stanglesboden. Der mäßige P-Vorrat ist hingegen in Walch etwas höher.

Der austauschbare Anteil an Mg und K ist überall gering, der an Ca sehr gering. Hinsichtlich Basensättigung und austauschbaren Kationen verhält sich Walch noch wesentlich ungünstiger als Stanglesboden: Liegt der gesamte Basenanteil in Stanglesboden mit 14% noch einigermaßen im Normalbereich stark saurer silikatischer Verwitterungsböden, so liegt Walch mit 6-7% bereits in der Zone "destabilisierter Böden". Dementsprechend beträgt das ionenäquivalente Ca:Al-Verhältnis in Stanglesboden 1:11, in Walch hingegen 1:42! In beiden Standorten überwiegt - offenbar wegen des extrem niedrigen Ca-Vorrates - Mg das Ca am Ionenbelag.

Trend:

Am Boden läßt die Düngung bereits jetzt eine durchgreifende, positive Wirkung erkennen (Abb. 4): der pH-Wert (in der Auflage und im A-Horizont) und das sorptiv gebundene Ca und Mg sind kräftig und proportional mit den gestaffelten Düngergaben angestiegen, der Al-, Fe- und H-Anteil hingegen deutlich gesunken. Die Basensättigung ist in völlig andere Größenordnungen angehoben worden (in Walch von 7 auf 63%!). Die Düngewirkung hat hier also bereits nach 1 Jahr den A-Horizont ergriffen.

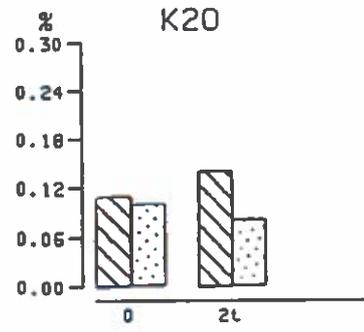
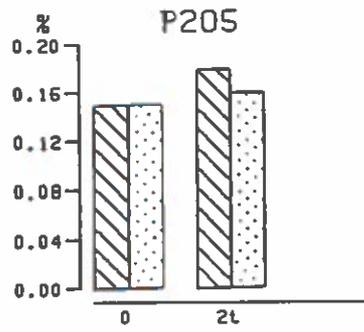
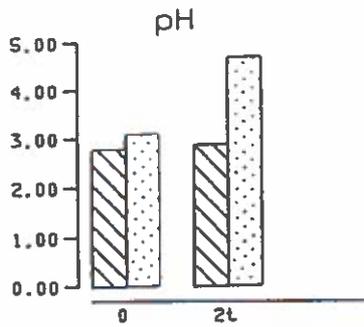
Interessanterweise hat im Beobachtungszeitraum auch in der O-Fläche - wenn auch in wesentlich geringerem Umfang - ein Anstieg von pH-Wert und Ca-Ionenbelag sowie Abnahme der Fe- und Al-Ionen stattgefunden; diese Erscheinung findet in den Nadelspiegelwerten ihre Parallele.

Beim Gesamtvorrat schlägt sich die Düngung im Ca-Gehalt des Auflagehumus nieder, im A-Horizont ist der Anstieg (noch?) gering. Der Mg-Vorrat ist nur in der Auflage in Walch deutlich gestiegen. In den übrigen Proben wird die zugeführte Menge offenbar vom Streubereich des vergleichsweise hohen nativen Gesamtvorrates verdeckt. Auch der Ca-Vorrat ist übrigens in der Auflage der O-Flächen geringfügig angestiegen, vielleicht durch Neuzugang Ca-hältigerer Nadelstreu.

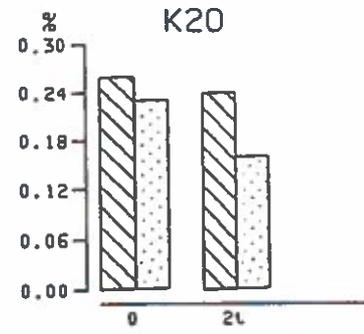
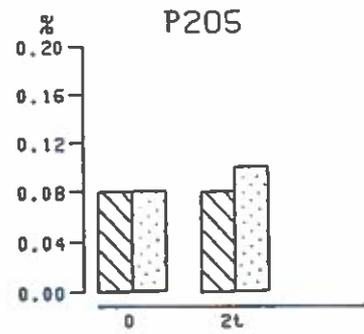
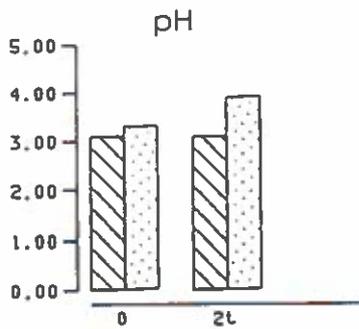
ABB. 4: BODENANALYSEN

WALCH

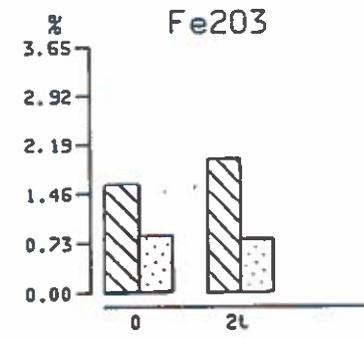
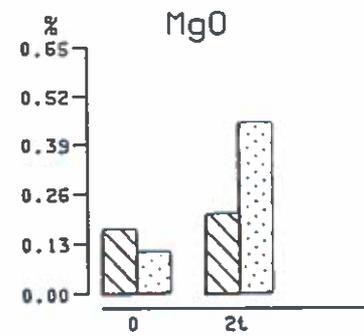
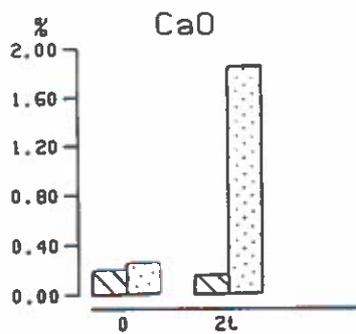
Auflage



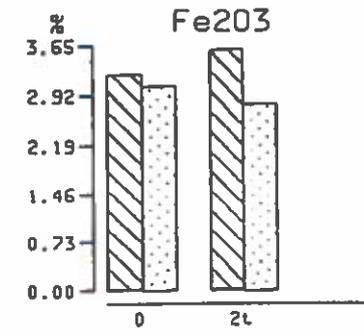
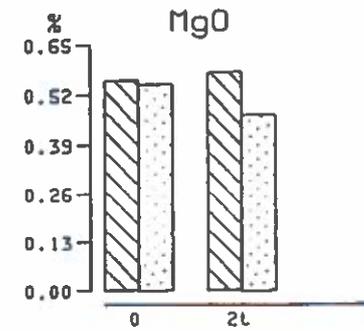
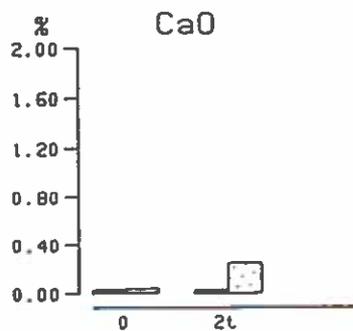
A-Horizont



Auflage



A-Horizont



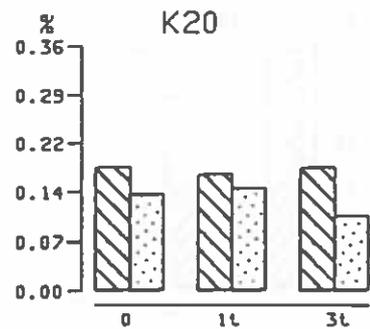
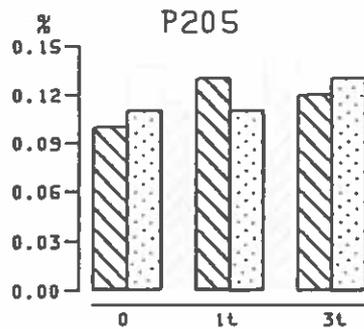
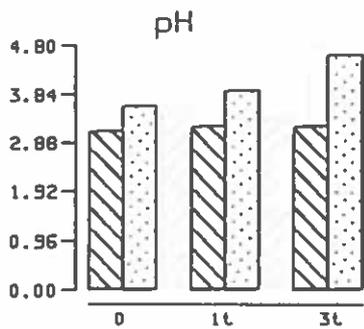
0 .. Nullflaeche
 1t .. 1.5 T Magnesiakalk

2t .. 2 T Magnesiakalk
 3t .. 3 T Magnesiakalk

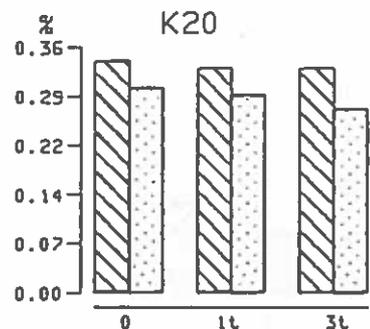
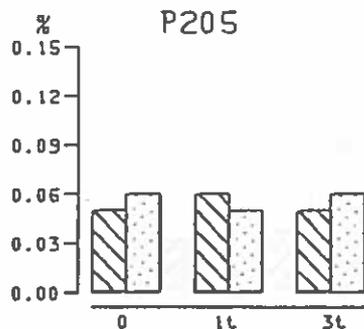
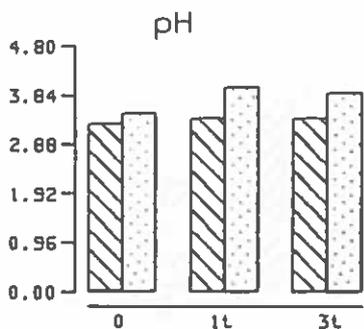
ABB. 4: BODENANALYSEN, Fortsetzung

STANGLESBODEN

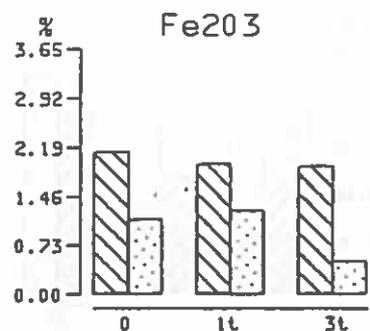
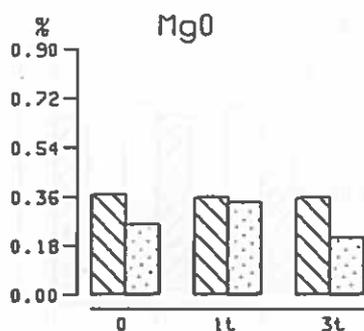
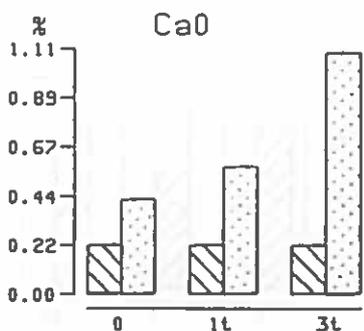
Auflage



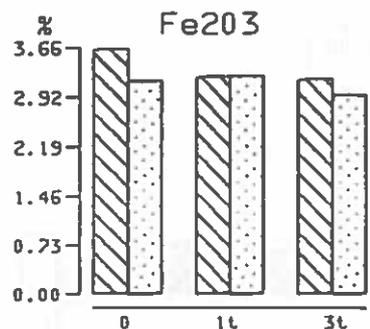
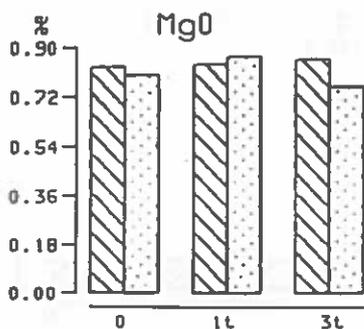
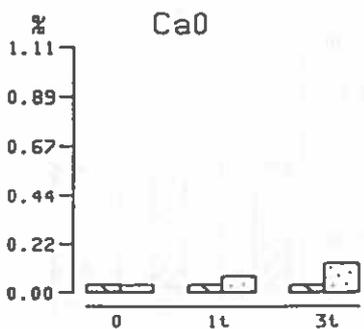
A-Horizont



Auflage



A-Horizont



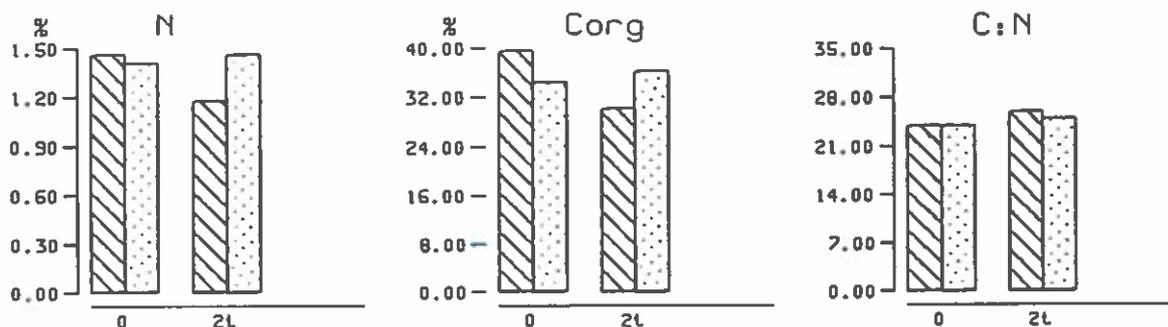
0 .. Nullflaeche
1t .. 1.5 T Magnesiakalk

2t .. 2 T Magnesiakalk
3t .. 3 T Magnesiakalk

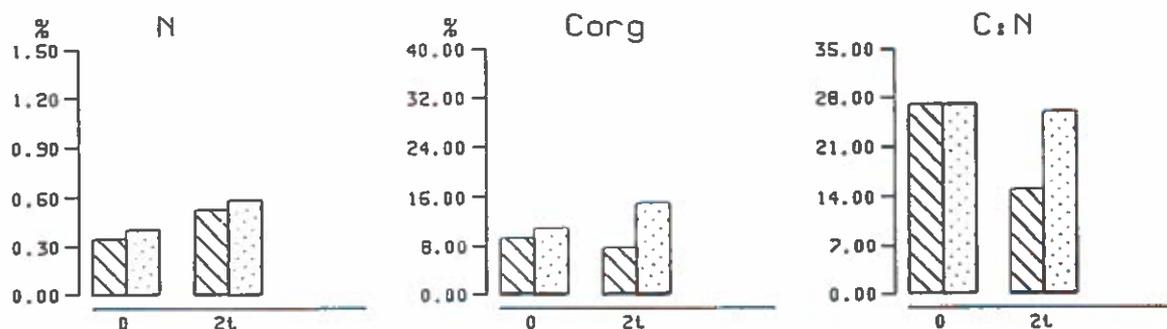
ABB. 4: BODENANALYSEN, Fortsetzung

▨ 1984
▤ 1986

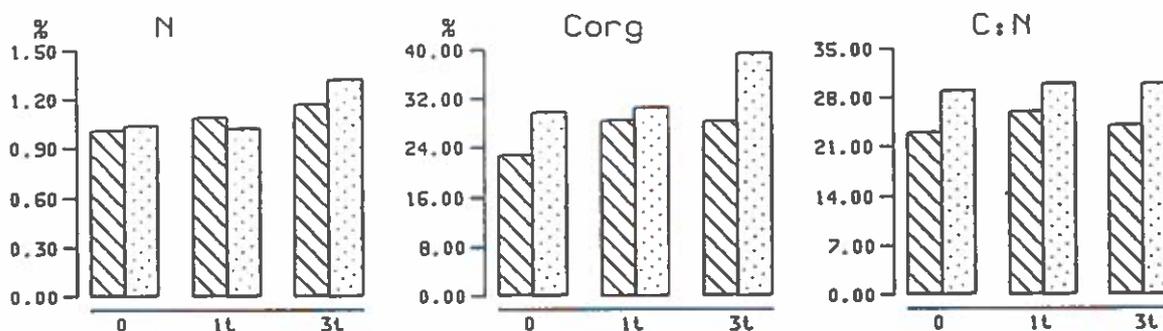
Auflage WALCH



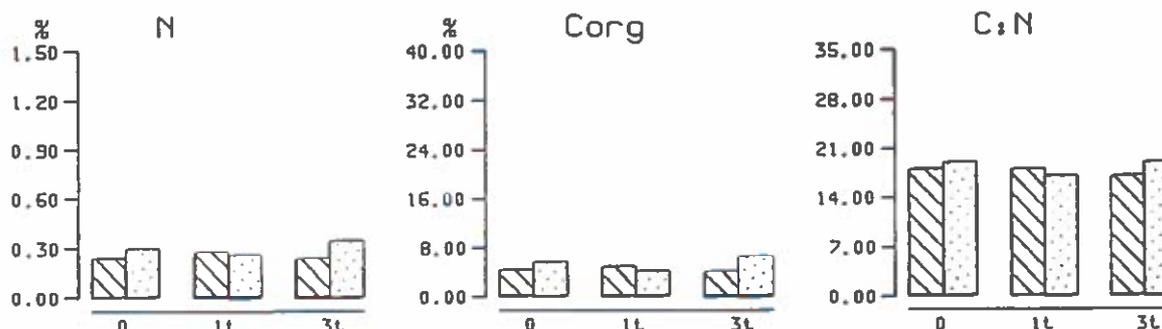
A-Horizont WALCH



Auflage STANGLESBODEN



A-Horizont STANGLESBODEN



0 .. Nullflaeche
1t .. 1,5 T Magnesiakalk

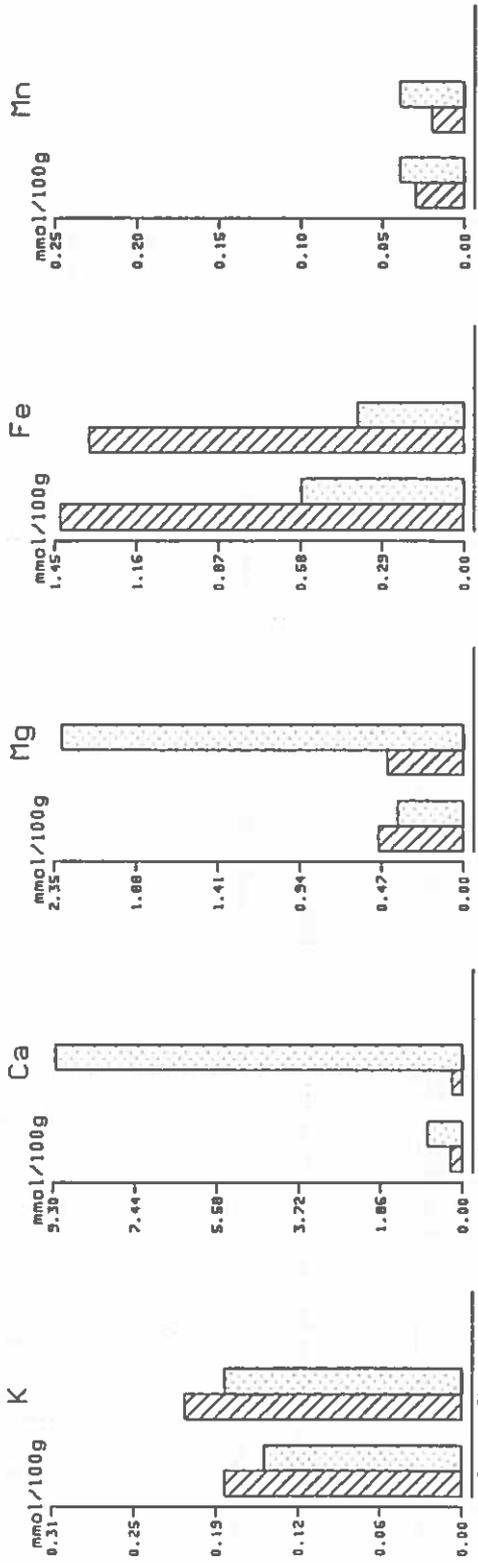
2t .. 2 T Magnesiakalk
3t .. 3 T Magnesiakalk

ABB. 4: BODENANALYSEN, Fortsetzung

0 .. Nullflaeche
 1L .. 1.5 T Magnesialkalk
 2L .. 2 T Magnesialkalk
 3L .. 3 T Magnesialkalk

▨ 1984
 ▤ 1985

Austauschbare Kationen (BT-Auszug) - WALCH



Austauschbare Kationen (BT-Auszug) - STANGESBODEN

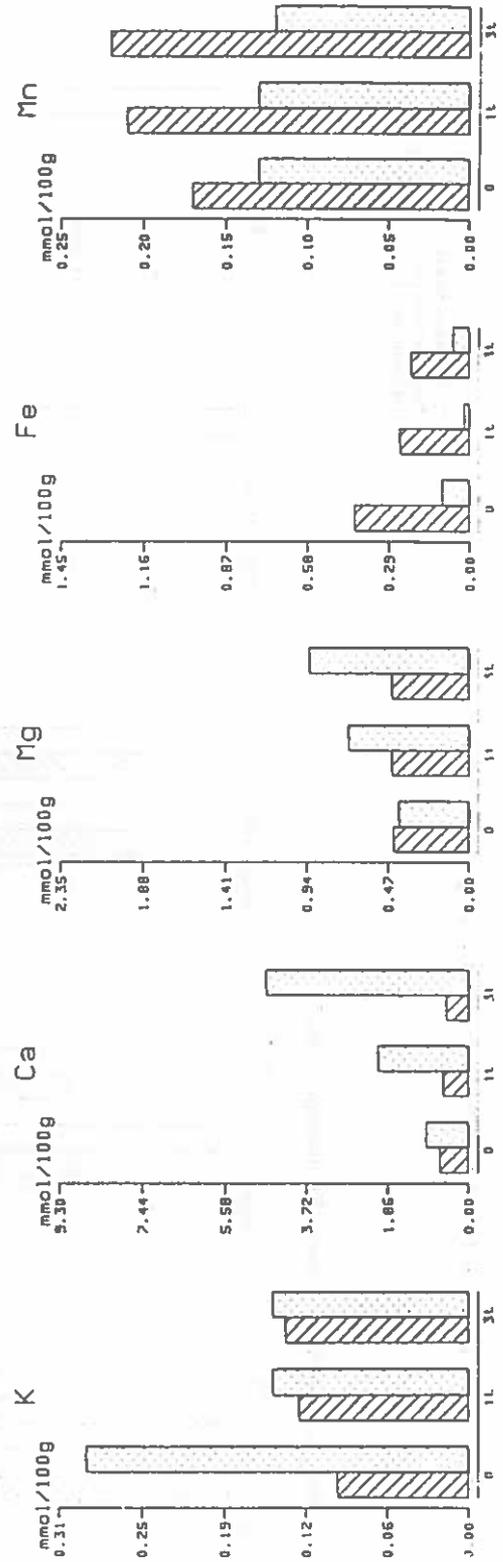
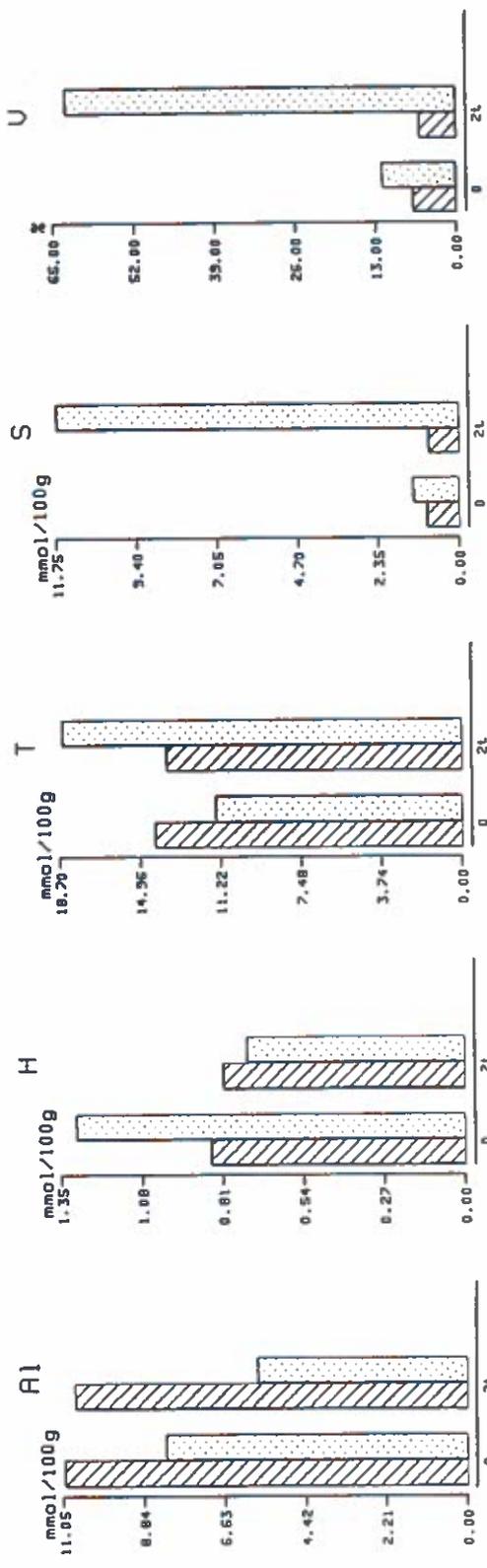


ABB. 4: BODENANALYSEN, Fortsetzung

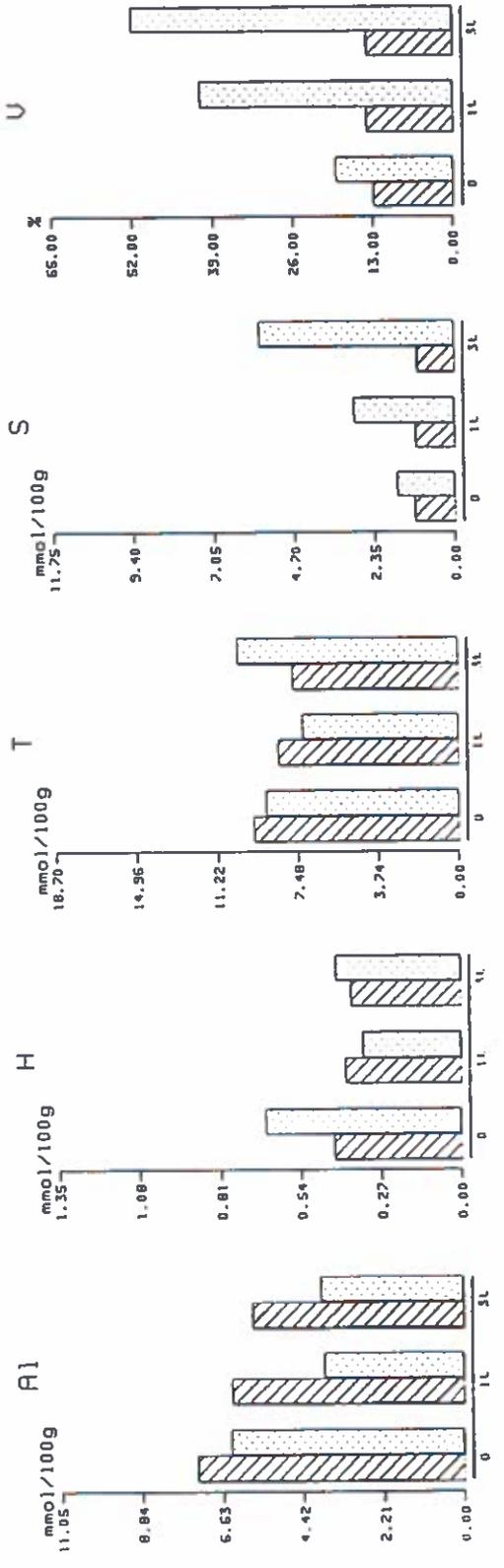
0 .. Nullflaeche
 1L .. 1.5 T Magnesialkalk
 2L .. 2 T Magnesialkalk
 3L .. 3 T Magnesialkalk

▨ 1984
 □ 1986

Austauschbare Kationen (BT-Auszug) - URALCH



Austauschbare Kationen (BT-Auszug) - STANGLESBODEN



Die N-, P- und K-Vorräte sind erwartungsgemäß unverändert. Stark abweichende C-Werte und damit korrespondierende Fe-Gesamtgehalte lassen auf unsichere Abgrenzung zwischen O- und A-Horizont bei der Probenahme schließen.

3.4.2. Nadelanalysen

Ausgangslage:

Die Versorgung mit P und K ist auf beiden Versuchsflächen gut, die Werte liegen mit einer Ausnahme weit über dem Grenzwert für "ausreichende Versorgung". Die N-Werte liegen um den Grenzwert von 1,5% für "ausreichende Versorgung"; die geringfügige Unterversorgung einzelner Bäume ist zu vernachlässigen. Die Ca- und Mg-Versorgung ist in den Versuchsflächen unterschiedlich:

In Stanglesboden liegen die Ca-Konzentrationen im Bereich ausreichender bis knapp nicht ausreichender Versorgung, für Mg mit einer Ausnahme im Bereich guter Versorgung (z.T. weit über der Grenze für "ausreichend"). In Walch hingegen ist die Versorgung mit Ca und Mg nicht ausreichend.

Trend:

Auf allen Parzellen beider Versuchsflächen haben die N-Gehalte deutlich abgenommen, wobei 2 Bäume in Stanglesboden (u.zw. bei der Düngungsvariante 1.5 t) in den Mangelbereich gerutscht sind (Tab. 7, Abb. 5). Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern sind nicht deutlich zu erkennen, vielleicht ist die N-Absenkung auf den gedüngten Parzellen etwas kräftiger: Gerade die beiden Mangelwerte liegen in der 1.5 t-Düngervariante, andererseits liegen die 3 t Parzellen weiterhin im gut versorgten Bereich. Auch die P-Gehalte haben im Durchschnitt auf allen Parzellen und ziemlich gleichmäßig über alle Düngervarianten hinweg abgenommen. Die Kali-Gehalte schwanken in weiten Grenzen, wobei die Fälle kräftiger Zunahme vor allem in Stanglesboden, überwiegen. Die Werte 1986 liegen mit einer einzigen Ausnahme alle im Bereich "guter Versorgung".

Die Ca-Gehalte sind ausnahmslos kräftig angestiegen, allerdings auch auf den O-Parzellen. Doch ist der Anstieg auf den gedüngten Flächen (im Durchschnitt um 12 relativ-%) höher, insbesondere in Walch, wo die Werte nun ebenfalls knapp unter der Grenze "ausreichender Versorgung" liegen. Die Mg-Gehalte sind ebenfalls durchschnittlich angestiegen und zwar besonders markant in den gedüngten Flächen von Walch, wo seinerzeit Mangel herrschte, während die bereits 1984 hohen Gehalte in Stanglesboden etwa gleich blieben (+/- 0,1 mg/g).

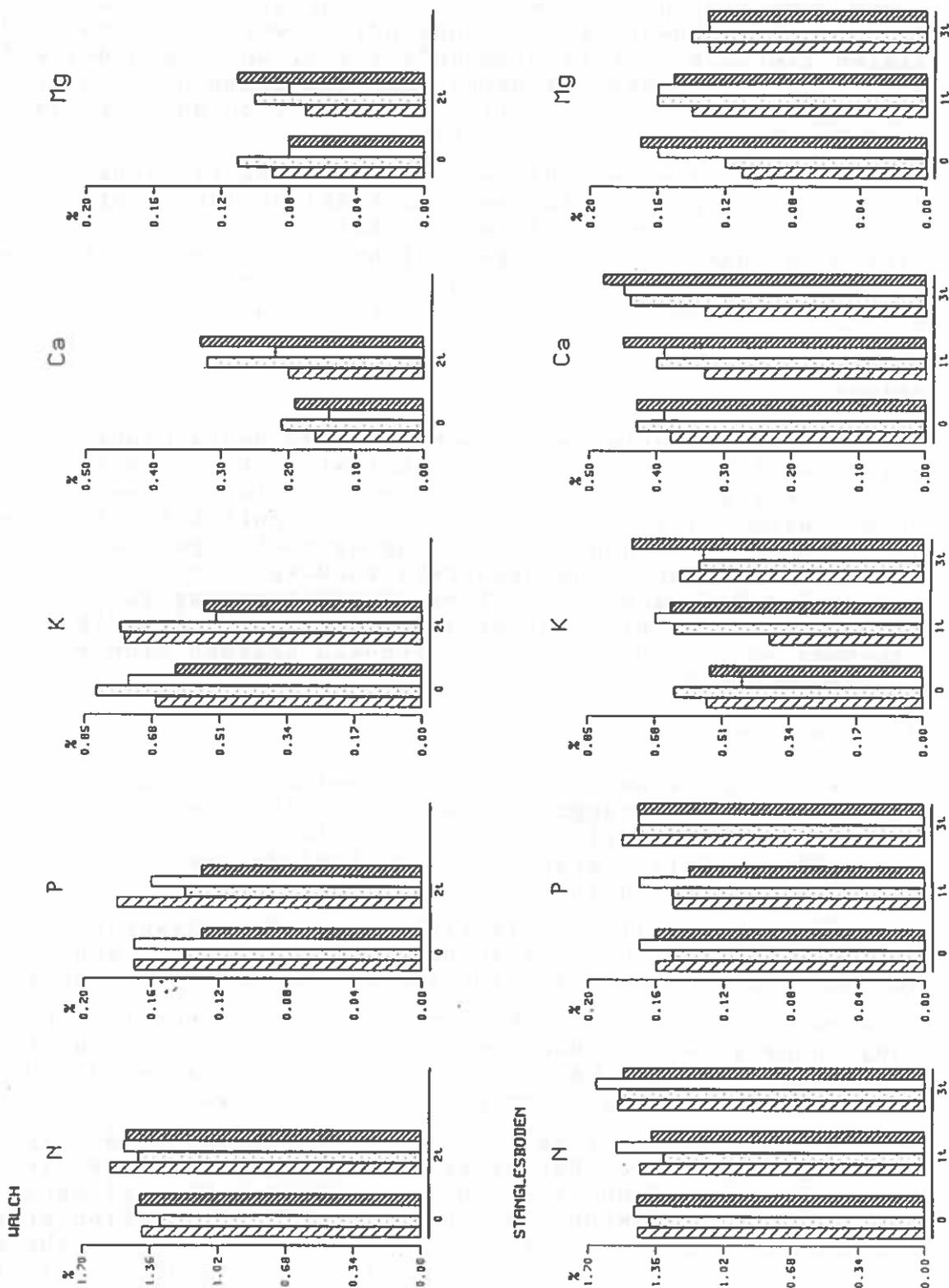
Es wurde wiederholt nachgewiesen, daß die Nährstoffreaktion in den Nadeln nach Bodendüngung erst längerfristig anläuft (KAUPEN-JOHANN 1986). Daher werden die Nadelanalysen nach Weiterführung des Versuches vielleicht aussagekräftiger.

Tabelle 7: Nadelanalysen

	W a l c h				S t a n g l e s b o d e n											
	0-Fläche		2 t		0-Fläche		1,5 t		3,0 t							
	1984	1986 rel-X	1984	1986 rel-X	1984	1986 rel-X	1984	1986 rel-X	1984	1986 rel-X						
N	oben	1,40	1,31	-6 X	1,56	1,42	-9 X	1,45	1,39	-4 X	1,44	1,32	-8 X	1,55	1,54	-1 X
	unten	1,43	1,41	-1 X	1,49	1,48	-1 X	1,47	1,45	-1 X	1,56	1,38	-12X	1,66	1,52	-8 X
P	oben	0,17	0,14	-18X	0,18	0,14	-22X	0,16	0,15	-6 X	0,15	0,15	0	0,18	0,17	-6 X
	unten	0,17	0,13	-24X	0,16	0,13	-19X	0,17	0,16	-6 X	0,17	0,14	-18X	0,17	0,17	0
K	oben	0,67	0,82	+22X	0,75	0,76	+1 X	0,55	0,63	+15X	0,39	0,63	+62X	0,62	0,57	-8 X
	unten	0,74	0,62	-16X	0,52	0,55	+6 X	0,46	0,54	+17X	0,68	0,64	-6 X	0,56	0,74	+32X
Ca	oben	0,16	0,21	+31X	0,20	0,32	+60X	0,38	0,43	+13X	0,33	0,40	+21X	0,33	0,44	+33X
	unten	0,14	0,19	+36X	0,22	0,33	+50X	0,39	0,43	+10X	0,39	0,45	+15X	0,45	0,48	+7 X
Mg	oben	0,09	0,11	+22X	0,07	0,10	+43X	0,11	0,12	+9 X	0,14	0,16	+14X	0,13	0,14	+8 X
	unten	0,08	0,08	0	0,08	0,11	+38X	0,16	0,17	+6 X	0,16	0,15	-6 X	0,13	0,13	0

ABB. 5: NADELANALYSEN

0 .. Nullflaeche
 1t .. 1.5 T Magneslakalk
 2t .. 2 T Magneslakalk
 3t .. 3 T Magneslakalk
 OBEN 1984
 OBEN 1986
 UNTEN 1984
 UNTEN 1986



3.4.3. Kronenzustand

Tabelle 8 und Abbildung 6 zeigen die Häufigkeitsverteilung der Schädigungsstufen für die bisher verfügbaren Termine.

Für die Berechnung der Zustandsindizes wurden die Bäume der sozialen Stellung ("Kraft-Klassen") 1 + 2, und wegen der auf einigen Flächen geringen Baumzahl auch die Bäume der Klassen 3 herangezogen. Index 5 in Tabelle 8 bezieht sich auf die Klassen 1 + 2, Index 6 auf die Klassen 1 bis 3.

Über alle Aufnahmen hinweg zeigt die Entwicklung eine starke Verbesserung aller Flächen von Frühjahr 1985 über Sommer 1985 auf Frühjahr 1986, welche zunächst nicht erklärbar ist und in diesem Ausmaß den bisherigen Erfahrungen widerspricht. Darüberhinaus ist aber für den gesamten Versuchszeitraum eine stetige generelle Verbesserung des Kronenzustandes erkennbar (Abb. 6, Abb. 7).

Walch:

Die gedüngten Varianten weisen zu allen Beobachtungszeitpunkten (also auch schon vor der Düngung) einen besseren Kronenzustand bzw. niedrigeren Verlichtungsgrad auf als die ungedüngten. Der Unterschied ist zu 4 Zeitpunkten hoch signifikant. Da dieser Unterschied jedoch auch vor der Düngung hoch signifikant war, kann er nicht auf einen Düngungseffekt zurückgeführt werden. Die Differenz ist bei allgemeiner Zustandsverbesserung nach der Düngung sogar geringer. Diese Unterschiede waren bei der Flächenauswahl offenbar noch nicht erkennbar, sondern ergaben sich erst aus der statistischen Auswertung (Tab. 9).

Stanglesboden:

Die Versuchsfläche zeigt bei allgemeiner Zustandsbesserung während des Beobachtungszeitraumes zu keinem Termin eine signifikante Differenz zwischen den Parzellen bzw. Behandlungsvarianten. Die relativ größeren Unterschiede treten zwischen den 2 gedüngten Varianten auf.

Die durchschnittlichen Verlichtungsgrade schwanken ab Frühjahr 1986 zwischen 1,60 und 1,40 und sind damit etwas schlechter als der durchschnittliche Zustand für NÖ 1987 mit 1,44 für Fichte.

Zusammenfassend kann vom Kronenzustand keine positive Düngerwirkung abgeleitet werden. Der Kronenzustand läßt auch keinen Zusammenhang mit der Nährstoffversorgung, vor allem dem Mg-Mangel in den Nadeln, und mit dem Bodenzustand erkennen.

Es ist allerdings fraglich, ob für zuverlässige Aussagen nicht überhaupt exaktere Parameter notwendig wären als die okulare Schätzung des Kronenzustandes an wenigen Einzelflächen und in kurzer Zeit (NEUMANN und STOWASSER 1986). Vor allem erfaßt die Kronenansprache nur Merkmale der Kronenstruktur, welche sich ja auch im günstigsten Fall nur allmählich, im Laufe mehrerer Jahre verbessern kann (POLLANSCHÜTZ 1985). Hier sind die bisherigen Beobachtungszeiträume wahrscheinlich noch zu kurz.

Schneller könnte die Nadelverfärbung reagieren. Dieses Merkmal geht in die Kronenzustandsklasse selbst nicht ein, wurde aber getrennt im Gelände registriert. Tatsächlich ist bei einer gro-

Tabelle 8: Kronenzustand - Walch

Fläche	Verlichtungsstufen			Ind5	N5	Ind6	N6
	1	2	3				
<u>Aufnahme: 20.-27.4.1985</u>							
A	27	9	0	1,28	32	1,25	36
B	11	20	0	1,70	20	1,65	31
C	4	25	4	2,00	24	2,00	33
D	4	24	7	2,18	22	2,09	35
E	11	20	1	1,80	20	1,69	32
F	2	24	4	2,00	22	2,07	30
<u>Aufnahme: 9.-11.8.1985</u>							
A	26	10	0	1,28	32	1,28	36
B	16	15	0	1,50	20	1,48	31
C	13	19	1	1,63	24	1,64	33
D	6	29	0	1,86	22	1,83	35
E	24	7	1	1,25	20	1,28	32
F	9	21	0	1,59	22	1,70	30
<u>Aufnahme: 25.-27.4.1986</u>							
A	31	5	0	1,16	32	1,14	36
B	21	10	0	1,40	20	1,32	31
C	17	16	0	1,54	24	1,48	33
D	19	16	0	1,50	22	1,46	35
E	19	12	1	1,55	20	1,44	32
F	15	15	0	1,55	22	1,50	30
<u>Aufnahme: 15.-17.8.1986</u>							
A	30	6	0	1,16	32	1,17	36
B	21	10	0	1,35	20	1,32	31
C	15	17	1	1,54	24	1,58	33
D	18	17	0	1,50	22	1,49	35
E	27	5	0	1,25	20	1,16	32
F	13	17	0	1,64	22	1,57	30
<u>Aufnahme: 30.4.-2.5.1987</u>							
A	29	7	0	1,19	32	1,19	36
B	18	13	0	1,55	20	1,42	31
C	12	20	1	1,71	24	1,67	33
D	13	22	0	1,73	22	1,63	35
E	24	7	1	1,30	20	1,28	32
F	15	15	0	1,59	22	1,50	30
<u>Aufnahme: 14.-16.8.1987</u>							
A	30	6	0	1,13	32	1,17	36
B	21	10	0	1,40	20	1,32	31
C	17	15	1	1,54	24	1,52	33
D	22	13	0	1,55	22	1,37	35
E	22	10	0	1,40	20	1,31	32
F	16	14	0	1,36	22	1,47	30

Behandlungsvarianten:

B, C, D: ohne Düngung

A, E, F: mit 2000 kg Dünger/ha

Fragestellung	Signifikanz
ab1%	**
	**
	nicht sign.
,58	**
	**
	nicht sign.

Ben Zahl von vergilbten Bäumen eine markante Grünfärbung eingetreten; ihr steht aber die neuerliche Vergilbung anfangs grüner Individuen gegenüber. Auf eine statistische Auswertung dieser vom Boden aus an erwachsenen Bäumen ebenfalls nur unsicheren Beobachtung wurde verzichtet.

3.5. Zusammenfassung

Im durchschnittlichen Kronenzustand ist bisher kein Düngungseffekt erkennbar. Die Nadelspiegelwerte zeigen unabhängig von der Düngung, auch auf den O-Flächen, deutliche Veränderungen, z.B. eine Abnahme des N-Gehaltes und eine Zunahme der Ca- und Mg-Versorgung. Wohl ist der Anstieg der Ca- und Mg-Konzentration in den gedüngten Flächen etwas stärker, insbesondere dort, wo vorher deutlicher Mg-Mangel geherrscht hat. Die Abnahme der N-Versorgung ist vorerst schwer zu interpretieren.

Im Boden hat die Düngung hingegen bereits eine durchschlagende Wirkung erzielt: Abgesehen von der zu erwartenden Anhebung von pH-Wert und Ca-Vorrat im Auflagehumus ist bereits im A-Horizont die Basensättigung drastisch angestiegen und sind die Al- und Fe-Ionen entsprechend zurückgedrängt worden - ein Zeichen, daß die Düngung dort bereits ökologisch wirksam geworden ist. In einer späteren Wiederholungsaufnahme ist zu prüfen, ob und wie lange eine bleibende Bodenmelioration aus dem toxischen Versauerungs- und Entbasungszustand heraus eingetreten ist und inwieweit signifikante Reaktionen in der Nadelernährung und im Kronenzustand zu einem späteren Zeitpunkt erkennbar werden.

(Fortsetzung) Tabelle 9: Kronenzustand
 Mittelwertvergleich (mit Soz.Kl. 3) F und t-Test,
 zweiseitige Fragestellung

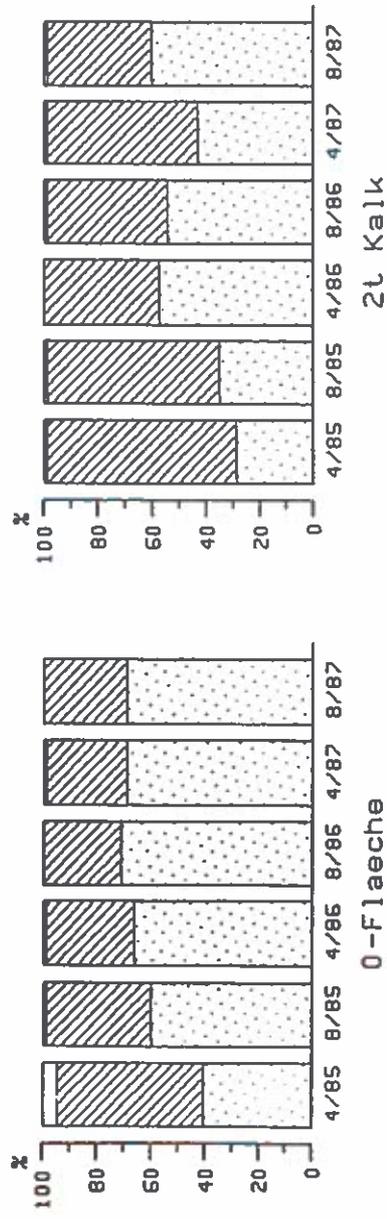
Jahr	Ind6	S ²	F	F _{tab%}	FG	t	t _{tab5%}	Signifikanz
Stanglesboden								
4/85	1)	0,1923	12)1,04	homo	125	0,00		
	2)	0,1851	13)1,37	1,22 hetero	144	0,51		
	3)	0,2638	23)1,43	hetero	127	0,70		
8/85	1)	0,2154	12)1,18		125	0,68		
	2)	0,2535	13)1,14	1,22 homo	144	0,17		
	3)	0,2450	23)1,03		127	0,50		
4/86	1)	0,2457	12)1,01		125	0,17		
	2)	0,2435	13)1,02	1,22 homo	143	0,96		
	3)	0,2514	13)1,03		127	1,16	1,96	nicht sign.
8/86	1)	0,2497	12)1,00		125	0,16		
	2)	0,2503	13)1,00	1,22 homo	144	0,16		
	3)	0,2504	23)1,00		127	0,00		
4/87	1)	0,2497	12)1,02		125	0,82		
	2)	0,2562	13)1,13	1,22 homo	143	0,92		
	3)	0,2836	23)1,11		126	1,74		
8/87	1)	0,2457	12)1,05		125	0,00		
	2)	0,2587	13)1,02	1,22 homo	143	1,92		
	3)	0,2504	23)1,03		127	1,96		

1) = ohne Düngung
 2) = mit 1500 kg/ha
 3) = mit 3000 kg/ha

ABB. 6: VERTEILUNG DER KRONENZUSTANDSSTUFEN



WALCH



STANGLESBODEN

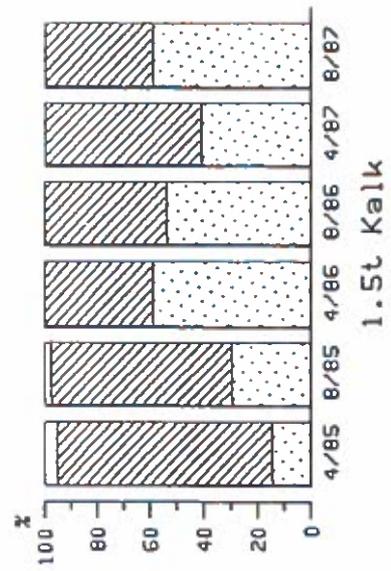
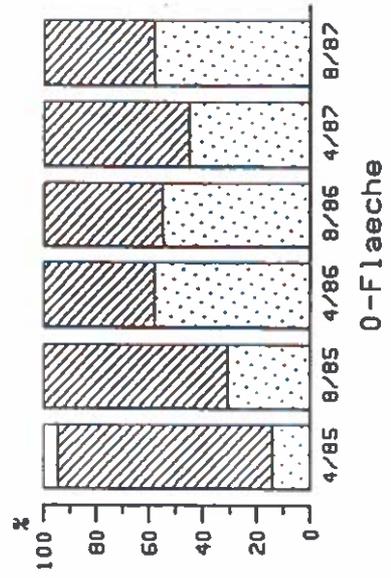
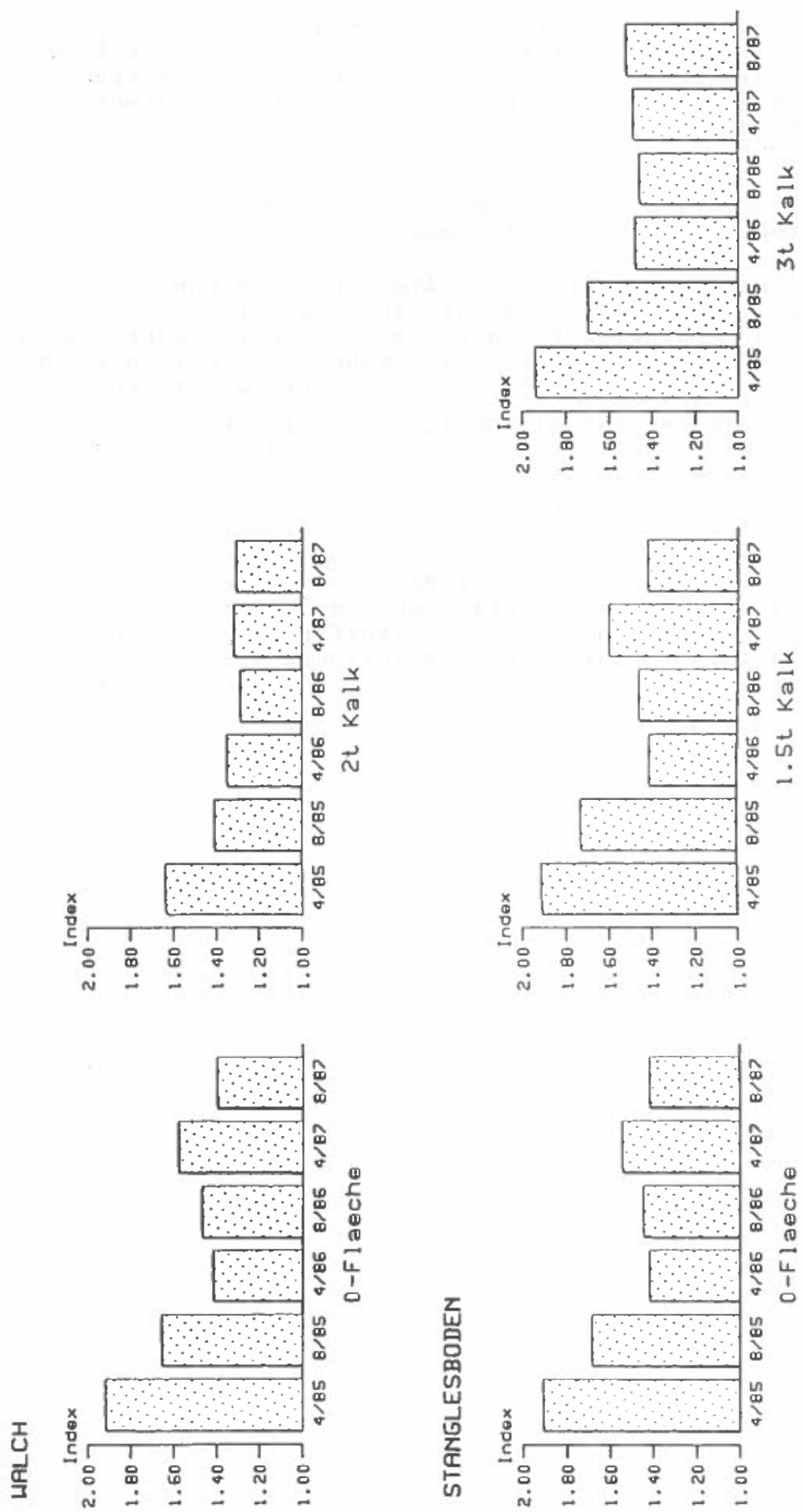


ABB. 7: VERLICHTUNGSGRADE



Ben Zahl von vergilbten Bäumen eine markante Grünfärbung eingetreten; ihr steht aber die neuerliche Vergilbung anfangs grüner Individuen gegenüber. Auf eine statistische Auswertung dieser vom Boden aus an erwachsenen Bäumen ebenfalls nur unsicheren Beobachtung wurde verzichtet.

3.5. Zusammenfassung

Im durchschnittlichen Kronenzustand ist bisher kein Düngungseffekt erkennbar. Die Nadelspiegelwerte zeigen unabhängig von der Düngung, auch auf den O-Flächen, deutliche Veränderungen, z.B. eine Abnahme des N-Gehaltes und eine Zunahme der Ca- und Mg-Versorgung. Wohl ist der Anstieg der Ca- und Mg-Konzentration in den gedüngten Flächen etwas stärker, insbesondere dort, wo vorher deutlicher Mg-Mangel geherrscht hat. Die Abnahme der N-Versorgung ist vorerst schwer zu interpretieren.

Im Boden hat die Düngung hingegen bereits eine durchschlagende Wirkung erzielt: Abgesehen von der zu erwartenden Anhebung von pH-Wert und Ca-Vorrat im Auflagehumus ist bereits im A-Horizont die Basensättigung drastisch angestiegen und sind die Al- und Fe-Ionen entsprechend zurückgedrängt worden - ein Zeichen, daß die Düngung dort bereits ökologisch wirksam geworden ist. In einer späteren Wiederholungsaufnahme ist zu prüfen, ob und wie lange eine bleibende Bodenmelioration aus dem toxischen Versauerungs- und Entbasungszustand heraus eingetreten ist und inwieweit signifikante Reaktionen in der Nadelernährung und im Kronenzustand zu einem späteren Zeitpunkt erkennbar werden.

4. LITERATUR

- ADAM, K., 1985: Versuche zur Minderung der Walderkrankung. Teil II: Versuche mit neuen Präparaten und Verfahren zur Behandlung der Walderkrankung. Mitt.d. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.
- BLUM, W.E.H. et al., 1986: Waldbodenuntersuchung. Mitt.d.Österr. Bodenk. Ges., Heft 31.
- BORN, H.U. und SAUERWEIN, 1984: Vitalisierung erkrankter Wälder über Blätter und Nadeln. Unveröff. Ber. Schering, Düsseldorf.
- EBERHARDT, P.T. und PRITCHETT, W.L., 1971: Foliar Applications of Nitrogen to Slash Pine Seedlings. Plant and Soil 34:731-740.
- EVERS, F.H., 1984: Läßt sich das Baumsterben durch Walddüngung oder Kalkung aufhalten? Der Forst- u. Holzwirt 39(4):75-79.
- HOFFMANN, K., 1984: Flüssigdüngung von Waldstandorten aus der Luft. Der Forst- und Holzwirt 39 Jg/11.
- HORN, R. und ZECH, W., 1987: Zusammenhänge zwischen Bodeneigenschaften und Waldschäden. AFZ 12:300-302.
- HÜTTL, R.F. und ZÖTTL, H.W., 1985: Ernährungszustand von Tannenbeständen in Süddeutschland. AFZ 38/1985.
- HÜTTL, R.F., 1987: Neuartige Waldschäden, Ernährungsstörungen und Düngung. AFZ 12:289-299.
- KAUPENJOHANN, M., 1986: Integrierende Auswertung verschiedener Düngungsexperimente an "lamettageschädigten" und gelbspitzigen Fichten. Vortrag Tagg. d. Sektion Waldernährung im Dt. Verb.Forstl. Forsch.Anst. Daun/Vulkaneiffel 7.-9.10.1986.
- KAUPENJOHANN, M., ZECH, W., HANTSCHHEL, R. und HORN, R., 1987: Ergebnisse von Düngungsversuchen mit Magnesium an vermutlich immissionsgeschädigten Fichten (*Picea abies* [L.] Karst.) im Fichtelgebirge. Forstw. CBl. 78-83.
- LITTEK, T., 1985: Versuche zur Minderung der Walderkrankung. Teil I: Zum Stand der Praxis-Düngungsversuche in Baden Württemberg. Mitt.d. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.
- MATHEWS, G.A., 1979: Pesticide Application Methods. Longman, London-New-York; 334 S.
- MILLER, R.E., und YOUNG, D.C., 1976: Forest Fertilization: Foliar Application of Nitrogen Solutions Proves Efficient. Illus.Natl.Fert.Sol.Assoc. Peoria, Ill., USA.
- NEBE, W., FIEDLER, H.J., ILGEN, G. und HOFMANN, W., 1987: Immissionsbedingte Ernährungsstörungen der Fichte (*Picea abies*) in Mittelgebirgslagen. Flora 179:453-462, VEB Gustav Fischer Verlag Jena.
- NEUMANN, M. und STOWASSER, S., 1986: Waldzustandsinventur: Zur Objektivität von Kronenklassifizierungen. Jahresbericht der Forstl. Bundesvers.Anst., 1986:101-108.

- PREUHSLER, T., 1984: Beobachtung von Walderkrankungssymptomen auf einem Kalimagnesia-Fichtendüngungsversuch in Oberbayern. AFZ 30/31:773-774.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1985: Zur Frage Nadelverlust und Kronenverlichtung bei Fichte. Allg. Forstztg, 96:110-114.
- SCHRÖDER, M., 1984: Bisherige Erfahrungen mit Blattdüngern im Forst. Vortrag 19.6.1984 in Herscheid sowie unveröff. Vers.-Ber. Schering, Düsseldorf.
- ZECH, W., 1983: Kann Magnesium immissionsgeschädigte Tannen retten? Allg. Forstz. 38, 1983, S 237.
- ZECH, W. und POPP, E., 1983: Magnesiummangel, einer der Gründe für das Fichten- und Tannensterben in NÖ-Bayern. Forstw. Cbl., 102:50-55.
- ZÖTTL, H.W., 1985: Waldschäden und Nährelementversorgung. Düsseldorf. Geobot. Kolloqu. 2/85.
- ZÖTTL, H.W. und HÜTTL, R.F., 1985: Nutrient Supply and Forest Decline in Southwest-Germany Water, Air and Soil Pollution. Sympos. on Acid Precipitation, Muskoka, Canada 1985.

FBVA-BERICHTE
Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt
Wien

- | | | | |
|------|----|--|----------------------|
| 1986 | 11 | Stagl, Wolfgang; Drescher, Anton: Wild - Vegetation - Forstschäden. Vorschläge für ein Beurteilungsschema.
Preis ÖS 30.-- | 19 S. |
| 1986 | 12 | Nather, Johann: Proceedings of the International Symposium on Seed Problems under Stressfull Conditions, Vienna and Gmunden, Austria June 3.-8. 1985. Preis ÖS 300.-- | vergriffen
287 S. |
| 1986 | 13 | Smidt, Stefan: Bulkmessungen in Waldgebieten Österreichs. Ergebnisse 1984 und 1985.
Preis ÖS 40.-- | 32 S. |
| 1986 | 14 | Exner, Robert: Die Bedeutung des Lichtfaktors bei Naturverjüngung. Untersuchungen im montanen Fichtewald
Preis ÖS 50.-- | vergriffen
48 S. |
| 1986 | 15 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1977/78, 1978/79 und 1979/80.
Preis ÖS 90.-- | 81 S. |
| 1986 | 16 | Hauk, Elmar; Höller, Peter; Schaffhauser Horst: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1984/85 und 1985/86.
Preis ÖS 90.-- | 90 S. |
| 1987 | 17 | Merwald, Ingo: Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich. Winter 1980/81 und 1981/82.
Preis ÖS 80.-- | 74 S. |
| 1987 | 18 | Exner, Robert: Erhaltung und Verjüngung von Hochlagenbeständen. Strukturanalysen im subalpinen Fichtenwald (Niedere Tauern, Radstadt/Salzburg).
Preis ÖS 100.-- | 102 S. |
| 1987 | 19 | Krehan, Hannes; Haupolter, Rupert: Forstpathologische Sondererhebungen im Rahmen der Österreichischen Waldzustandsinventur 1984-1988. Kiefernbestände - Bucklige Welt.
Haupolter, Rupert: Baumsterben in Mitteleuropa. Eine Literaturübersicht. Teil 1: Fichtensterben.
Preis ÖS 80.-- | 73 S. |
| 1987 | 20 | Glattes, Friedl; Smidt, Stefan: Höhenprofil Zillertal, Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. Ergebnisse von Luft-, Niederschlags- und Nadelanalysen 1985.
Preis ÖS 70.-- | 65 S. |

- 1987 21 Ruetz, Walter; Nather, Johann: Proceedings of the IUFRO Working Party on Breeding Strategy for Douglas-Fir as an Introduced Species. IUFRO Working Party S2.02-05. Vienna, Austria June 1985.
Preis ÖS 300.-- 300 S.
- 1987 22 Johann, Klaus: Standraumregulierung bei der Fichte. Ausgangsbaumzahl - Stammzahlreduktion - Durchforstung - Endbestand. Ein Leitfaden für den Praktiker.
Preis ÖS 60.-- 66 S.
- 1987 23 Pollanschütz, Josef; Neumann, Markus: Waldzustandsinventur 1985 und 1986. Gegenüberstellung der Ergebnisse.
Preis ÖS 100.-- 98 S.
- 1987 24 Klaushofer, Franz; Litschauer, Rudolf; Wiesinger, Rudolf: Waldzustandsinventur: Untersuchung der Kronenverlichtungsgrade an Wald- und Bestandesrändern.
Preis ÖS 100.-- 94 S.
- 1988 25 Johann, Klaus: Ergebnisse einer Rotfäuleuntersuchung in sehr wüchsigen Fichtenbeständen.
Preis ÖS 90.-- 88 S.
- 1988 26 Smidt, Stefan; Glattes, Friedl; Leitner, Johann: Höhenprofil Zillertal, Meßbericht 1986. Luftschadstoffmessungen, Meteorologische Daten, Niederschlagsanalysen.
Preis ÖS 120.-- 114 S.
- 1988 27 Smidt, Stefan: Messungen der nassen Deposition in Österreich. Meßstellen, Jahresmeßergebnisse, Literatur.
Preis ÖS 80.-- 72 S.
- 1988 28 Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft. Bericht über die 5. Arbeitstagung von 6. bis 8. Oktober 1987. Innsbruck.
Preis ÖS 200.-- 192 S.
- 1988 29 Krissl, Wolfgang; Müller, Ferdinand: Mischwuchsregulierung von Fichte und Buche in der Jungwuchsphase.
Preis ÖS 50.-- 52 S.
- 1988 30 Marcu, Gheorge; Tomiczek, Christian: Eichensterben und Klimastress. Eine Literaturübersicht.
Preis ÖS 30.-- 28 S.
- 1988 31 Kilian, Walter: Düngungsversuche zur Revitalisierung geschädigter Fichtenbestände am Ostrong.
Preis ÖS 50.-- 50 S.

