

Einspannen des Meßobjektes einfachst durchgeführt werden, solange dieses noch unter dem Mikroskop eingespannt ist. Die Meßperson hat zu entscheiden, ob und wenn ja welche Meßwertreihe akzeptiert wird. Erst nach dieser Entscheidung setzt der Vorgang der Datenspeicherung und Meßwertprotokollierung ein. Es gibt keine Meßwertprotokolle, Karten oder Streifen, die bei Bedienungsfehlern ungültig zu machen wären; der Zeitraum zwischen Messung und Kontrolle ist optimal kurz.

3.1.2 Für die Datenspeicherung kommen Magnetband, Platte und Floppy Disk in Frage, Meßwertprotokolle lassen sich über Streifenschreiber, Drucker, aber auch in Form von Diagrammen über Plotter erstellen.

Der weitere Auswertungsgang hängt natürlich vom Zweck und der Art der Untersuchung, aber auch von der Datenverarbeitungsanlage ab. Denkbar ist die ungebrochen integrierte Auswertung mit dem Tischrechner oder der Anschluß desselben an eine Großrechenanlage (intelligentes Terminal). Von einem gebrochenen Auswertungsgang kann man dann sprechen, wenn vom Tischrechner die Daten etwa bis zu Trendkurven oder relativen Indizes aufbereitet, dann aber in Großrechenanlagen mit sonstigen Meßwerten des Versuches vereinigt und ausgewertet werden.

### 3.2 Datenerfassung, -kontrolle und -verarbeitung in getrennten Schritten

Natürlich ist es möglich, auch Digitaldrucker mit BCD-Eingang an das System anzuschließen. Falls der Drucker einen zusätzlichen Informationsausgang besitzt, können Karten- oder Streifenlocher angeschlossen werden. Derartige Lösungen bieten sich dort an, wo es bereits fertige Programme für die Eingabe der Jahrringbreiten über Karte oder Streifen gibt. Man sollte sich jedoch darüber im klaren sein, daß man damit auf alle ad-hoc-Kontrollen verzichtet. Eine umfassende Prüfung der verschiedenen Verarbeitungsgeräte im Hinblick auf das Leistungs-Kostenverhältnis ist jedenfalls anzuraten!

### 4. Zusammenfassende Wertung

Das System Digitalpositiometer\*) gewährleistet exakte, schnelle und störungsfreie Messung von Jahrringbreiten an Bohrkernen und/oder Stammscheiben. Kernstück des Systems ist eine digitale Positionsanzeige mit BCD-Ausgang, mittels derer die Positionen von Jahrringgrenzen auf

\*) Hinweis für den Bezug von Jahrringmeßanlagen des Systems Digitalpositiometer:

Das oben beschriebene System Digitalpositiometer wird fertig montiert und funktionsbereit geliefert von der Fa. L. KUTSCHENREITER, Feinmechanische Werkstätte, Siccardsburggasse 64, A-1100 Wien.

Auf Anfrage werden von der Firma Typenbeschreibungsblätter und Preisinformationen zugestellt. Im Lieferprogramm nicht enthalten sind Datenverarbeitungsgeräte, da die vielfältigen Anforderungen bzw. gegebenen Anlagen der Benutzer nicht vorhersehbar sind. Der Verfasser ist jedoch auf Anfrage gerne bereit, Auskunft über seine diesbezüglichen Erfahrungen zu geben.

0,01 mm genau erfaßt werden. Berührungsfreie, elektronische Meßwertabtastung, spielfreie Einstellung der auf Axialkugellager verfahrenen Geräteteile auf Spezialwellen sowie solide Verarbeitung aller Einzelteile garantieren dauerhaften und wartungsfreien Betrieb. Bei denkbar einfachster Bedienung eröffnen sich neue Perspektiven der integrierten Datenerfassung und -kontrolle in einem Arbeitsgang. Das System Digitalpositiometer kann an elektronische Tischrechner mit BCD-Eingang, an Digitaldrucker, Karten- und Streifenlocher angeschlossen werden. Speziell konstruierte Objektive erleichtern die Bearbeitung von Stammscheiben mit Durchmessern bis zu 100 cm.

### Literatur

KENNEL, R., 1968: Die Auswertung eines Praxisdüngungsversuches als einfaches Beispiel integrierter Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft. Forstwiss. Centralbl. 87, 5, S. 269-275.

POLLANSCHÜTZ, J., 1975: Zuwachsuntersuchungen als Hilfsmittel der Diagnose und Beweissicherung bei Forstschäden durch Luftverunreinigungen. Allg. Forstztg. (Wien) 86, 6, S. 187-192.

### Summary

#### A NEW SYSTEM FOR MEASURING TREE-RING-WIDTH OF INCREMENT CORES AND STEM-DISCS - AN EFFORT FOR FURTHER PROGRESS TO THE INTEGRATED DATA-PROCESSING

The paper describes a new method for direct measurement of tree-ring-width combined with electronical data capture by computer. The "System DIGITAL-POSITIOMETER" comprises three main components:

1. The linear measuring system consists of a aluminium bar, surrounding a glass scale, from which a transducer photo-electrically detects and measures its own position against the scale (see fig. 1). The actual position is displayed into a digital readout (up-down-counter, see fig. 2). Pushing an external signal-button, the position data stored in the digital display are transmitted to a parallel 8-4-2-1-bcd-output, in which five decades plus pre-sign are presented. The bcd-output can be interfaced to any compatible computer.

2. Increment cores or small tree-discs are usually fixed on the stage. The guide-ways are represented by ball-bearings on special axes, and can be moved by a hand-driven spindle. In this case (type 1) the linear measuring scale is connected without backlash to the stage. Each position of the stage is shown in the digital readout with a resolution of 0.01 mm.

3. The object can be seen through a microscope with cross-hair disc. In case of type 1 (increment cores or small discs) the microscope is fixed on the platform and cannot be moved in horizontal direction. For larger discs the stage is stationary, while the microscope, connected to the linear measuring scale, can be moved by the spindle.

Using a desk top computer with bcd-interface it is possible to record and verify the measurements on-line. In case of errors, detected by any special program, there is rather little delay in time if the measurement is repeated one or more times, since the object is still fixed on the stage.

Recorded data may be plotted as ring-width-diagrams and - if they are accepted by program and/or operator - they may be recorded to magnetic tape or disc, connected to other recorded measurements, and be processed in any useful way.

The foot note in chapter 4 gives the adress of supplier.

## Die Zuwachsleistung von Kiefernbeständen nach großflächiger Flugzeugdüngung mit Kalkammonsalpeter im Forstamt Weiden in der Oberpfalz\*

Von E. KENNEL und F. FRANZ

Aus dem Institut für Waldwachstumskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Während der Tätigkeit des Jubilars am Institut für Forstwissenschaften Eberswalde wurden von der unter seiner Leitung stehenden Abteilung Ertragskunde mehrere langfristige Düngungsversuche in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Diluvialgebietes bearbeitet. Die Ergebnisse dieser Versuche bieten wichtige Entscheidungshilfen für eine ertragskundliche Beurteilung großflächiger Düngungsmaß-

nahmen in Kieferngebieten. Im folgenden wird über ein solches Düngungsprojekt in einem süddeutschen Wuchsgebiet berichtet, das auf großer Fläche mit geringwüchsiger Kiefer bestockt ist.

\*) Herrn Professor Dr. Werner Erteld zum 70. Geburtstag gewidmet.

Fläche Nr.	Dü Var	Alter Jahre	Bestandeswerte Frühjahr 1975					Laufend-jährlicher Volumenzuwachs imVfmS										Iv/ha 1965- 1969	VfmS 1970- 1974
			dg cm	hg m	N/ha Stck.	G/ha qm	V/ha VfmS	vor der Düngung				nach der Düngung							
								1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974		
1.1	U	119	31,4	20,4	356	27,6	239,4	3,8	4,0	4,5	5,5	5,1	4,8	5,4	5,4	5,0	4,8	22,9	25,4
1.2	U	119	32,0	20,0	289	23,3	197,2	3,7	3,9	4,3	5,4	4,9	4,1	4,4	4,6	4,1	4,2	22,3	21,5
1.3	D	119	30,5	20,9	356	25,9	232,2	3,5	3,9	4,5	5,8	4,9	5,4	6,4	7,6	6,3	5,6	22,6	31,3
1.4	D	119	30,4	21,8	400	29,1	272,2	4,3	4,5	5,7	6,9	5,9	5,8	7,5	7,2	6,1	5,3	27,3	32,0
1.5	D	119	32,3	22,6	278	22,7	218,3	2,9	3,5	4,5	5,7	4,9	4,4	5,9	5,8	4,8	4,1	21,6	25,0
1.6	D	119	31,2	17,2	400	30,5	222,4	3,6	4,1	4,6	5,4	4,6	4,6	6,9	7,0	6,3	5,9	22,3	30,7
2.1	U	121	25,0	17,4	600	29,5	226,5	2,8	3,5	3,6	4,2	3,7	4,1	3,8	3,9	3,6	3,6	17,8	19,0
2.2	U	121	24,5	18,5	622	29,3	240,1	2,9	3,8	4,0	5,0	4,2	4,7	4,8	4,8	4,5	3,9	19,8	22,7
2.3	D	121	20,8	16,2	944	35,2	236,3	2,5	2,8	3,2	3,9	3,3	4,5	6,6	6,9	5,7	4,9	15,7	20,5
2.4	D	121	22,4	19,1	822	32,4	278,8	3,1	3,6	4,3	5,5	4,7	5,2	7,7	8,1	7,2	6,3	21,2	34,5
2.5	D	121	25,9	19,6	622	32,9	283,6	2,8	3,8	4,3	5,0	4,0	4,8	5,8	5,7	4,9	3,5	19,9	24,7
2.6	D	121	22,6	19,0	711	28,6	244,6	2,9	3,5	3,6	4,4	3,9	5,3	7,0	6,6	5,5	5,0	18,3	29,2
3.1	U	115	24,8	22,6	667	32,3	324,5	4,3	4,8	5,5	6,9	5,7	5,6	6,6	6,3	5,4	5,0	27,1	28,8
3.2	U	115	26,0	23,9	578	30,6	323,7	3,9	4,6	5,4	5,8	5,4	5,3	6,6	5,7	4,9	3,9	25,0	26,3
3.3	D	115	23,1	20,2	667	28,0	253,8	3,2	3,5	4,2	5,0	4,0	3,9	6,7	6,7	5,4	4,4	19,8	27,2
3.4	D	115	25,7	17,1	644	33,5	251,2	2,8	3,0	4,0	5,0	4,2	4,3	6,3	6,2	5,5	4,4	19,0	26,2
3.5	D	115	27,7	21,9	478	28,8	274,8	3,0	3,3	4,6	5,6	5,4	4,7	7,4	6,7	5,7	5,1	22,0	29,5
3.6	D	115	28,5	18,0	489	31,1	241,9	3,1	3,3	4,3	5,1	5,1	4,9	7,6	6,6	5,5	4,3	21,0	28,9
4.1	U	81	17,6	15,9	1033	25,0	185,1	6,6	6,8	5,3	7,1	6,6	7,1	6,4	6,3	5,8	6,2	28,2	31,7
4.2	U	81	20,3	18,1	956	31,0	256,0	4,5	6,4	6,6	8,7	8,7	8,9	9,1	8,3	8,3	7,9	36,8	42,5
4.3	D	81	18,5	16,5	1156	30,9	235,6	5,4	5,6	5,7	7,7	7,2	8,6	12,0	12,6	11,7	10,9	31,7	55,9
4.4	D	81	17,8	13,0	1211	30,1	181,1	4,8	5,1	5,2	6,8	5,9	6,9	9,0	9,3	8,9	8,4	27,8	42,5
4.5	D	81	20,2	18,9	978	31,5	272,1	6,2	6,3	6,5	8,7	8,8	9,4	12,7	13,5	12,4	12,3	36,5	60,3
4.6	D	81	21,0	14,5	867	30,2	197,4	4,8	4,7	4,6	6,0	5,5	6,7	9,6	10,7	9,8	9,8	25,5	46,6

Tabelle 1:  
Ergebnisse der Kontrollflächenaufnahme 1975 und der Zuwachsbohrung für die Kontrollperiode 1965 bis 1974 (U = ungedüngte Flächen, D = Flächen mit Flugzeugsdüngung).

### 1. Einleitung und Problemstellung

Nachdem eine im Frühjahr 1967 mit Flugzeugen ausgebrachte Kalkammonsalpeter-Düngung im oberpfälzischen Forstamt Bodenwöhr beachtliche Mehrzuwächse bei der Kiefer erbracht hatte (FRANZ und BIERSTEDT, 1975, KROTH, 1975), sollte anhand einer Probedüngung im benachbarten Forstamt Weiden festgestellt werden, ob die dortigen, überwiegend degradierten Kiefern-Standorte ähnlich gut reagieren. Die Ergebnisse der Probedüngung sollten auch als Entscheidungsgrundlage für eventuelle großflächige Düngungsmaßnahmen in der Oberpfalz dienen. Im Mai 1970 wurden deshalb mehrere Bestandeskomplexe mit insgesamt 1040 ha Fläche mit fünf Doppelzentnern Kalkammonsalpeter pro ha mit Hilfe von Flugzeugen gedüngt. Nach Ablauf von fünf Jahren wurde das Münchener Institut für Waldwachstumskunde gebeten, den ertragskundlichen Effekt der Düngung festzustellen.

### 2. Flächengrundlage

Es wurden nur zur Nutzung eingereichte Bestände im Alter 80–125 Jahre untersucht. Zu diesem Zweck wurden vier Kontrollflächenblöcke mit je 6 Parzellen, und zwar zwei Nullparzellen und vier gedüngte Flächen, – d. h. insgesamt 24 Kontrollflächen – ausgeschieden. Die Parzellen haben eine einheitliche Meßfläche von 0,09 ha in den Abmessungen 30 m x 30 m (mit Umfassung 40 m x 40 m). Bei der Anlage wurde darauf geachtet, daß innerhalb der Blöcke der Standort möglichst einheitlich ist und mindestens 10 Jahre vor der Düngung keine Hiebseingriffe erfolgt waren. Die Anlage der ungedüngten Kontrollflächen erfolgte erst bei der ertragskundlichen Aufnahme im Frühjahr 1975. Die den einzelnen Blöcken zugewiesenen ungedüngten Vergleichsflächen liegen deshalb räumlich mehr oder minder getrennt vom gedüngten Bestandesteil, jedoch in Beständen gleichen Standorts und Alters.

### 3. Ertragskundliche Aufnahme Frühjahr 1975

Anlage und Aufnahme der 24 Parzellen erfolgten im Frühjahr 1975. Erhoben wurden die Brusthöhendurchmesser aller Stämme durch Umfangmessung, die Höhen von 20 zufällig ausgewählten Stämmen mit einem Blume-Leiß-Höhenmesser, sowie der Durchmesserzuwachs der letzten 10 Jahre vor der Aufnahme. Dieser wurde durch 2fache Zuwachsbohrung an den Höhenmeßbäumen ermittelt. Zur Altersbestimmung wurden pro Parzelle zwei Bäume in Stockhöhe auf den Kern gebohrt.

Die Außenaufnahmen wurden von Mitarbeitern des Forstamtes Weiden unter Leitung von Forstrat WILCKE durchgeführt, dem wir für seine Unterstützung vielmals danken.

### 4. Zuwachsherleitung

Der Volumenzuwachs der Flächen wurde anhand der gewonnenen Bohrspäne vom Aufnahmezeitpunkt zurück-

gerechnet. Dafür wurde das EDV-Programm BOHR 2 (FRANZ und SCHMIDT, 1968) verwendet. Alle Volumenwerte wurden in Vorratsfestmetern Schaftholz ermittelt.

In dem Programm wird zunächst für jedes der 10 untersuchten Zuwachsjahre der Durchmesserzuwachs der 20 Meßstämmen über dem Brusthöhendurchmesser linear ausgeglichen. Aus den erhaltenen Ausgleichsfunktionen wird sodann die Entwicklung des Bestandes-Grundflächenmittelstammes hergeleitet. Der Rindenzuwachs wird aus einer Schätzfunktion für die Rindenstärke in Abhängigkeit vom Brusthöhendurchmesser bestimmt und entsprechend berücksichtigt.

Die Höhen der 20 Meßstämmen wurden über dem Durchmesser ausgeglichen. Als Funktionstyp für die Höhenkurve wurde die Schätzfunktion von PETERSON verwendet (s. hierzu SCHMIDT, 1967). Parabeln 2. Grades und die Funktion von KORSUN zeigten in mehreren Fällen einen konkaven Kurvenverlauf und konnten darum nicht herangezogen werden. Für die Rückrechnung des Höhenzuwachses sieht das Programm zwei Möglichkeiten vor: Unterstellung eines Höhenwachstumsganges nach dem Altershöhenfächer einer Ertrags-tafel oder in Abhängigkeit vom Durchmesserzuwachs. Die zweite Möglichkeit ist für Düngungsversuche zutreffender, da die Düngung nicht nur das Dickenwachstum, sondern auch das Höhenwachstum der Bäume beeinflußt.

In Tabelle 1 sind die ertragskundlichen Größen der 24 Parzellen im Frühjahr 1975 sowie die Volumenzuwächse der letzten 10 Jahre dargestellt. Es ist vor und nach dem Düngzeitpunkt eine jeweils 5jährige Periode erfaßt worden.

### 5. Interpretation des Zuwachsverlaufes

Bereits eine einfache Gegenüberstellung der 5jährigen Zuwächse vor und nach der Düngung läßt eine klare Reaktion der gedüngten Parzellen erkennen (s. Tab. 2).

Tabelle 2: Mittlere Volumenzuwächse 1970 bis 1974 der ungedüngten und der 1970 gedüngten Parzellen in den vier Blöcken der Kontrollflächenreihe Weiden.

Block	Mittlerer Volumenzuwachs der		Mehrzuwachs der fünf Jahre nach Düngung	Mehrzuwachs in Prozent von Ungedüngt
	ungedüngten Flächen	gedüngten Flächen		
	in der Zuwachsperiode			
	1970-1974	1970-1974		
	VfmS/ha	VfmS/ha	VfmS/ha	%
1	23.45	29.75	6.3	26.9
2	20.85	29.23	8.4	40.1
3	27.55	28.07	0.5	1.9
4	37.10	51.33	14.2	38.3
Durchschnitt	27.24	34.59	7.35	27.0

Lediglich im Block 3 ist der erwartete Mehrzuwachs scheinbar ausgeblieben. Der Grund dafür wird im folgenden untersucht.

Zunächst soll der Zuwachs in der 5jährigen Periode vor der Düngung geprüft werden, um zu sehen, ob in diesem Zeitraum der Zuwachs der Parzellen vergleichbar war. Eine Varianzanalyse brachte das in Tabelle 3 zusammengefaßte Ergebnis.

Tabelle 3: Statistische Prüfung des Unterschiedes zwischen den periodischen Volumenzuwächsen 1965 bis 1969 der ungedüngten und der 1970 gedüngten Parzellen (Ergebnisse einer Varianzanalyse).

Block	Mittlerer Volumenzuwachs der		Zuwachs-diff.	Zuwachs-diff. in Prozent von Ungedüngt	F-Wert Signifikanzgrad	Wahrscheinlichkeit der Überschreitung p
	ungedüngten Flächen	gedüngten Flächen				
	in der Zuwachsperiode 1965-1969 VfmS/ha	1965-1969 VfmS/ha				
1	22.6	23.5	0.9	+ 4.0	0.19 -	0.69
2	18.8	18.8	0.0	0.0	0.00 -	0.97
3	26.1	20.5	5.6	-21.5	23.42***	<0.001
4	32.5	30.4	2.1	- 6.5	0.23 -	0.66

In den Parzellen 1, 2 und 4 sind demnach in den 5 Jahren vor der Düngung nur geringe, nicht signifikante Zuwachsdifferenzen vorhanden. In Parzelle 3 jedoch leisteten die beiden ungedüngten Flächen einen statistisch gesicherten Mehrzuwachs von 5,6 VfmS. Dies erklärt, daß in Block 3 nach der Düngung kein Mehrzuwachs der gedüngten Parzellen festgestellt werden konnte.

Um mögliche Einflüsse unterschiedlicher Bestockungsdichte auf die Höhe des Zuwachses ausschalten zu können, wurde der Vergleich der Zuwachsrate der ungedüngten Periode mit Hilfe einer Kovarianzanalyse wiederholt. Als Maß für die Bestockungsdichte würde die Grundfläche/ha des Jahres 1965 (Beginn der Zuwachsperiode) als Kovariate eingegeben. Dabei zeigte sich, daß in keinem der vier Blöcke Unterschiede in der Anfangsgrundfläche einen gesicherten Einfluß auf den Zuwachs hatten. Bei einem Test mit der Mittelhöhe als Maß für die Bonität als kovariater Größe ergab sich, daß die Mittelhöhendifferenzen in Block 2 und Block 4 den Zuwachs gesichert beeinflusst haben. Die Zuwachswerte werden dabei folgendermaßen korrigiert (Tabelle 4):

Tabelle 4: Periodische Volumenzuwächse 1965 bis 1969 der Kontrollflächenblöcke 2 und 4, adjustiert auf gleiche Ausgangsmittelhöhen zu Beginn der Zuwachsperiode.

Block		$I_v$	$I_v$ -Diff.	$I_v$ korrigiert	$I_v$ -Diff. korrigiert	T-Wert
2	ungedüngt	18.8		19.3		2.96
	gedüngt	18.8	0.0	18.5	0.8	
4	ungedüngt	32.5		30.3		3.30
	gedüngt	30.4	2.1	31.5	1.2	

Während sich in Block 2 die Zuwachsdifferenz zwischen den gedüngten und den ungedüngten Parzellen auf 0,8 VfmS erhöhte, verringerte sich die Differenz in Block 4 auf 1,2 VfmS.

## 6. Signifikanzprüfung des Mehrzuwachses nach der Düngung

Der Mehrzuwachs der gedüngten Parzellen in der Zuwachsperiode 1970-1974 wurde zunächst mit einer einfachen Varianzanalyse statistisch geprüft (Tabelle 5).

Tabelle 5: Statistische Prüfung des Unterschiedes zwischen den periodischen Volumenzuwächsen 1970 bis 1974 der ungedüngten und der 1970 gedüngten Parzellen der Kontrollflächenreihe Weiden (Ergebnisse einer Varianzanalyse).

Block	Volumenzuwachs 1970-1974 in VfmS/ha				p	Sign. grad
	ungedüngt	gedüngt	Diff.	F-Wert		
1	23.45	29.75	+ 6.3	5.58	0.08	(*)
2	20.85	29.23	+ 8.4	6.74	0.06	(*)
3	27.55	28.07	+ 0.5	0.15	0.72	-
4	37.10	51.33	+14.2	4.16	0.11	-

Aus Tabelle 5 geht hervor, daß der festgestellte periodische Mehrzuwachs in den Blöcken 1 und 2 nur zu 92 % bzw. 94 % gesichert ist. In Block 4 wird sogar die 90 %-Schwelle unterschritten. Da in der Periode vor der Düngung die unterschiedlichen Mittelhöhen der Parzellen (vgl. Tab. 1) den Zuwachs gesichert beeinflusst haben, wurde auch für die Periode 1970-74 eine Kovarianzanalyse mit der Mittelhöhe als kovariater Größe gerechnet. Dabei zeigte sich, daß nur in Block 4 ein gesicherter Einfluß unterschiedlicher Mittelhöhen nachzuweisen ist (Tabelle 6).

Tabelle 6: Signifikanzprüfung des Kovarianzeinflusses der Bestandesmittelhöhe Frühjahr 1970 auf den periodischen Volumenzuwachs 1970 bis 1974.

T-Werte der Kovariate $h_m$			
Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
- 0.62	0.10	0.49	7.29

Das Ergebnis der Kovarianzanalyse für Block 4 ist in Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7: Statistische Prüfung des Unterschiedes zwischen den periodischen Volumenzuwächsen 1970 bis 1974 der ungedüngten und der 1970 gedüngten Parzellen von Block 4 (Ergebnisse einer Kovarianzanalyse).

	$I_v$ 1970-74	$h_m$ 1969	$I_v$ 1970-74 adjustiert	$I_v$ -Diff.	F-Wert	p	Sign. grad
ungedüngt	37.1	15.85	33.3	- 3.8	97.7	0.002	**
gedüngt	51.3	14.17	53.2	+ 1.9			
Differenz	14.2		19.9				

Bei Berücksichtigung der unterschiedlichen Mittelhöhen in Block 4 ergibt sich ein signifikanter Unterschied von 19,9 Vfm Zuwachs in fünf Jahren.

## 7. Der Zuwachs in den einzelnen Jahren

Summarisch zeichnet sich also ein Mehrzuwachs in den 5 Jahren nach der Düngung ab, der in dem 80jährigen Block 4 hochsignifikant ist. Wie verläuft nun der Zuwachs in den einzelnen Jahren nach der Düngung? Es interessierten hier weniger die absoluten Volumenwerte, als vielmehr die Relationen zu den Zuwachsgrößen der ungedüngten Flächen. Setzt man den gemittelten Zuwachs pro Jahr der ungedüngten Parzellen = 100 % und bezieht den Zuwachs der vier gedüngten Parzellen auf diesen Wert, so kann man diese Relation graphisch gut darstellen (Abb. 1).

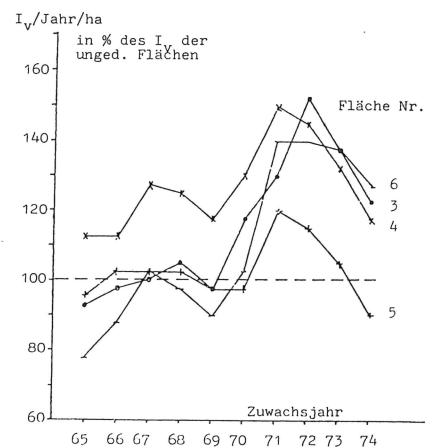


Abb. 1: Jährlicher Volumenzuwachs der 1970 gedüngten Kontrollflächen, dargestellt am Beispiel des Blockes 1.

**Beispiel**

Im Block 1 leistete die Fläche 4 folgende jährliche Volumenzuwächse in Prozent des Mittels der ungedüngten Flächen von Block 1:

Jahr	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Zuwachs in % der ungedüngten Fl.	112.7	114.3	128.7	126.8	118.8	130.2	152.4	145.2	134.9	117.9

Im Mittel der fünf Jahre vor der Düngung lag Fläche 1 hier nach bei 120,3 %. Bezieht man nun die Werte der einzelnen Jahre auf dieses Mittel, so ergibt sich:

Jahr	1965	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Zuwachs in % der ungedüngten Fl. adjustiert	93.7	95.0	107.0	105.4	98.8	108.3	126.8	120.8	112.2	98.1

Stellt man diese Werte graphisch dar, so ergibt sich für Block 1 der auf Abb. 2 wiedergegebene Zuwachsverlauf. Die entsprechenden Zuwachsverläufe in den Blöcken 2 bis 4 sind auf Abb. 3 bis 5 dargestellt.

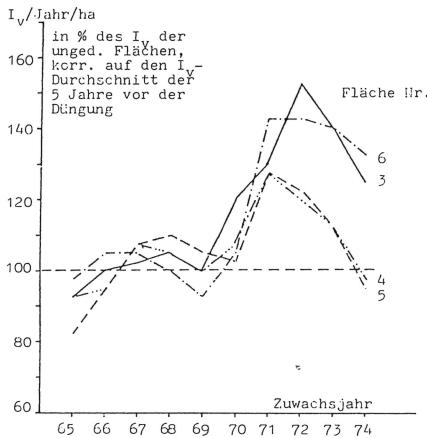


Abb. 2: Jährlicher Volumenzuwachs 1965–1974 der 1970 gedüngten Kontrollflächen im Block 1 (adjustiert).

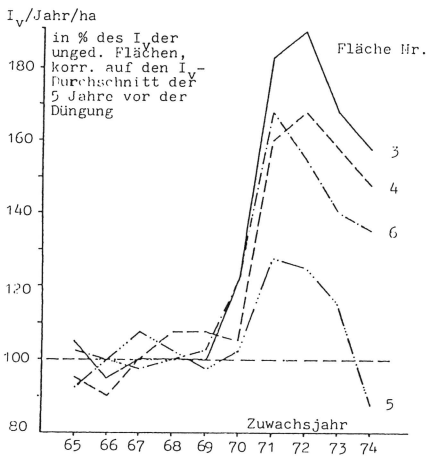


Abb. 3: Jährlicher Volumenzuwachs 1965–1974 der 1970 gedüngten Kontrollflächen im Block 2 (adjustiert).

Fassen wir die jährlichen Zuwachswerte der Einzelflächen blockweise zusammen, so erhalten wir die auf Abb. 6 aufgeführten mittleren Zuwachsgänge. Den Gesamt-Zuwachsdurchschnitt aller Blöcke gibt Abb. 7 wieder. Die mittlere adjustierte Mehrleistung der gedüngten Kontrollflächen in der Zuwachsperiode 1970–1974 liegt bei 1,82 Vfms/ha, entspr. 36,9 Prozent.

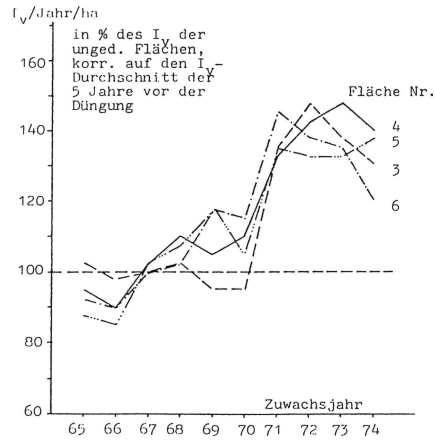


Abb. 4: Jährlicher Volumenzuwachs 1965–1974 der 1970 gedüngten Kontrollflächen im Block 3 (adjustiert).

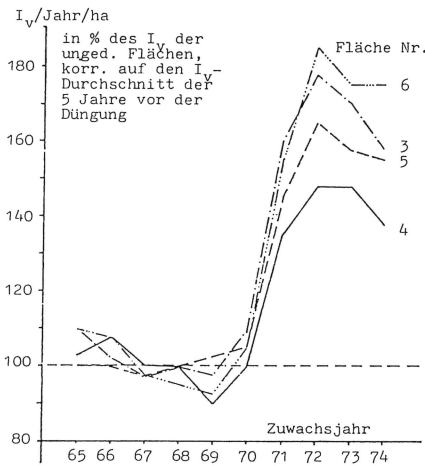


Abb. 5: Jährlicher Volumenzuwachs 1965–1974 der 1970 gedüngten Kontrollflächen im Block 4 (adjustiert).

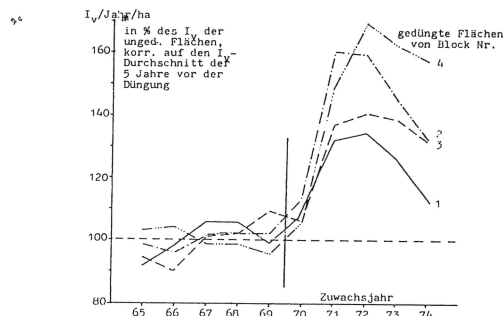


Abb. 6: Jährlicher Volumenzuwachs 1965–1974 der 1970 gedüngten Kontrollflächen in den 4 Blöcken (adjustiert).

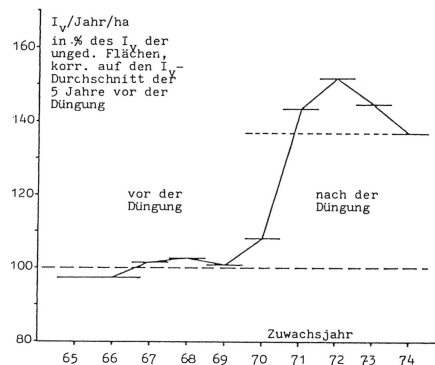


Abb. 7: Jährlicher Volumenzuwachs der 1970 gedüngten Kontrollflächen im Mittel aller Blöcke (adjustiert).

## Zusammenfassung

Im bayerischen Forstamt Weiden/Oberpfalz wurde im Frühjahr 1970 eine Probedüngung mit Flugzeugen auf einer Fläche von 1040 ha mit Kiefernbestockung auf überwiegend degradierten Standorten durchgeführt. Ausgebracht wurden fünf Doppelzentner Kalkammonsalpeter je Hektar als einmalige Düngergabe. Fünf Jahre nach der Befliegung wurden zur ertragskundlichen Prüfung der Düngerwirkung vier Kontrollflächenblöcke mit je zwei ungedüngten und vier gedüngten Vergleichsflächen angelegt und ertragskundlich aufgenommen. Einbezogen wurden nur zur Nutzung eingereichte Bestände im Alter von 80 bis 125 Jahren. Neben den wichtigsten Bestandes-Zustandsdaten wurden Bestimmungsgroßen für den laufend-jährlichen Volumenzuwachs der letzten 10 Jahre vor der Flächenaufnahme und Schätzwerte für den ausscheidenden Bestand in dieser Zuwachsperiode erhoben. Unter dem Einfluß der Düngung hat sich der Ernährungszustand der Kontrollbestände augenscheinlich innerhalb kurzer Zeit erheblich verbessert. Der Volumenzuwachs der gedüngten Bestände stieg bereits in der ersten Vegetationsperiode nach der Düngung (1970) deutlich an. Er erreichte im dritten Jahr nach der Ausbringung (1972) mit rund + 50 Prozent seinen größten positiven Ausschlag gegenüber den Vergleichswerten für den ungedüngten Zustand und fiel danach geringfügig auf etwa + 40 Prozent bis zum Ende der Beobachtungsperiode ab. Fünf Jahre nach dem Düngungszeitpunkt ist somit noch eine deutliche Zuwachsüberlegenheit erkennbar. Die durchschnittlich-jährliche Mehrleistung der gedüngten Vergleichsflächen in der fünfjährigen Kontrollperiode 1970–1974 liegt bei 1,8 Vorratsfestmetern Schaftholz, das entspricht rd. 37 Prozent des vergleichbaren Leistungsdurchschnitts im ungedüngten Zustand.

Die fünf Jahre nach der Flugzeugdüngung im Forstamt Weiden ermittelten Mehrzuwächse stimmen in Ablauf und Größenordnung weitgehend mit den Zuwachswerten überein, die nach einer gleichen Düngungsmaßnahme im 50 km südlich gelegenen Forstamt Bodenwöhr ca. vier Jahre zuvor festgestellt wurden.

## Literatur

- FRANZ, F., und SCHMIDT, A. (1968): Programm BOHR 2 zur Bestimmung des Bestandes- und Einzelstammzuwachses für Durchmesser, Grundfläche und Volumen aus Bohrspinnmessungen. Programm FFA68.001E, München.
- FRANZ, F., und BIERSTEDT, W. (1975): Wirkung großflächiger Flugzeugdüngung mit Kalkammonsalpeter auf den Volumenzuwachs von Kiefernbeständen im bayerischen Forstamt Bodenwöhr/Oberpfalz. Forstwiss. Centralbl. 94, 310–324.
- KROTH, W. (1975): Betriebswirtschaftliche Beurteilung einer großflächigen Kalkammonsalpeterdüngung in Kiefernbeständen der Oberpfalz. Forstwiss. Centralbl. 94, 324–333.
- SCHMIDT, A. (1967): Der rechnerische Ausgleich von Bestandeshöhenkurven. Forstwiss. Centralbl. 86, 370–382.

## Summary

### VOLUME INCREMENT OF PINE STANDS AFFECTED BY LARGE AREA AIRPLANE FERTILIZATION WITH CALCIUM CARBONATE-AMMONIUM NITRATE IN THE FORESTRY DISTRICT OF WEIDEN/OBERPFALZ IN BAVARIA

*In the spring of 1970 a pilot project of fertilization by airplane was executed in four larger complexes of pine stands stocking on mainly degraded sites in the Bavarian forestry district of Weiden/Oberpfalz using 500 kg/ha of calcium carbonate-ammonium nitrate at a one-time application. Five years later the effect of the fertilization was tested on a control plot series of two unfertilized and four fertilized plots established in each of the four stand complexes (i. e. a total of 24 plots). The plot series was established in 80–125 year old stands. Evidently the state of nutrition of the fertilized control plots has improved considerably within a short period. A significant increase of volume increment of the fertilized stands was observed already in the first growing period after fertilization (1970). In the third year after fertilization the highest additional increment (+50 percent) was reached. Only a slight decrease was noted at the end of the observation period in the fifth year after fertilization. The increase of average increment of the fertilized area in the five years control period (1970–1974) amounts to 1.8 cubic meters of stem volume, that is about 37 percent of the comparable average increment of the unfertilized stands.*

*A similar increase of volume increment affected by airplane fertilization was observed four years ago in the forestry district of Bodenwöhr 50 km south of Weiden.*