

NOTE MÉTHODOLOGIQUE

ZAHL UND GRÖSSE DER PROBEFLÄCHEN BEI DER DIREKTEN BESTIMMUNG DER KRAUTSCHICHT-BIOMASSE IM WALDE

Nicolae DONITĂ

Abteilung für Ökologie und Phytozönologie
Institutul de Cercetări, Studii și Proiectări Silvice
București - România

ZUSAMMENFASSUNG

Für die direkte Bestimmung der Krautschicht-Biomasse im Walde wird aufgrund einer methodischen Untersuchung in einem Kalkbuchenwald mit gut entwickelter Krautschicht eine Probeflächengröße von 0,25 m² als optimal erwiesen.

Zur Berechnung der nötigen Zahl von Proben werden folgende Formeln empfohlen (Bedeutung der Buchstaben S. 3):

$$n = 4 \frac{s\%^2}{m\%} \quad \text{oder} \quad n = \frac{4 \cdot N \cdot s\%^2}{N \cdot m\%^2 + 4 \cdot s\%^2}$$

RÉSUMÉ

Une étude méthodologique spéciale a été effectuée dans une hêtraie sur sol calcaire pour établir la dimension optimale et le nombre d'échantillons nécessaires pour déterminer avec exactitude la biomasse de la strate herbacée. La dimension la plus convenable est de 0,25 m² par parcelle prélevée.

Le nombre d'échantillons nécessaires pour obtenir une précision désirée peut se calculer d'après les deux formules suivantes :

$$n = 4 \frac{s\%^2}{m\%} \quad \text{ou} \quad n = \frac{4 \cdot N \cdot s\%}{N \cdot m\%^2 + 4 \cdot s\%^2}$$

n = nombre d'échantillons ; s % = coefficient de variation ; m % = précision de la moyenne ;
N = surface totale étudiée.

SUMMARY

For the determination of herb layer biomass in forest communities a sampling area of m² 0,25 proved to be optimal.

The calculation of the necessary number of samplings can be made by one of the following formulae :

$$n = 4 \frac{s \%^2}{m \%}, \quad \text{or} \quad n = \frac{4 \cdot N \cdot s \%^2}{N \cdot m \%^2 + 4 \cdot s \%^2}$$

n = number of samples ; $s \%$ = variation coefficient ; $m \%$ = accuracy of mean estimate ;
 N = total area for which the results shall be valuable.

EINFUHRUNG

Ueber die Biomasse der Krautschicht im Walde sind bisher verhältnismäßig wenige Untersuchungen durchgeführt worden. Es gibt noch keine einheitlichen methodischen Grundlagen für die Stichprobenentnahme, die zu vergleichbaren Ergebnissen führen könnte. Bei der direkten Bestimmung der Biomasse ist z.B. noch nicht eindeutig geklärt, wie hoch die Zahl der Proben sein muß, und welche Probeflächengrösse optimal wäre, um mit einem möglichst kleinen Arbeitsaufwand statistisch gesicherte Ergebnisse zu bekommen. Es wurde darum versucht, diese Fragen durch eine eingehende methodische Untersuchung zu klären.

ARBEITSVERFAHREN

Als Untersuchungsobjekt wurde die Krautschicht eines Kalkbuchenwaldes (*Melico-Fagetum elymetosum* nach WINTERHOFF (1963)) im Göttinger Wald (Abt. 8-9) ausgewählt. Der etwa 70-jährige, geschlossene (90-95 %) Bestand liegt auf einem schwach nach Norden geneigten Plateau (360-370 m Meereshöhe). Der Boden, eine verbraunte Mullrendzina, ziemlich flach und skeletthaltig, bildete sich aus einer dünnen Lößlehmdecke, die den Muschelkalk überzieht. Im Bestand dominiert die Buche (*Fagus silvatica*, 0,9); beigemischt sind Esche (*Fraxinus excelsior*, 0,1) und vereinzelt Berg- und Spitzahorn (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*), Bergulme (*Ulmus scabra*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Winterlinde (*Tilia cordata*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*). Eine Strauchschicht fehlt. Die gutentwickelte Krautschicht (mittlerer Deckungsgrad 10 %) ist artenreich. Die häufigsten und der erzeugten Masse nach wichtigsten der etwa 50 vorhandenen Arten sind: *Asarum europaeum*, *Mercurialis perennis*, *Lamium galeobdolon*, *Asperula odorata*, *Oxalis acetosella*, *Hedera helix*. Weitere Angaben siehe bei WINTERHOFF, 1963, und SCHMIDT, 1970.

Um die nötige Zahl wie auch die optimale Größe der Probeflächen ermitteln zu können, wurden zwei Großflächen von je 0,5 ha (F_1 und F_2), mit möglichst homogener Baum- und Krautschicht ausgewählt. In diesen Flächen wurden 40 quadratische Probeflächen von je 25,0 m² (5 × 5 m), nach einem Zufallsverfahren angelegt und durch Eckpfähle markiert (Abb. 1).

In jeder von diesen 25,0 m² — Probeflächen wurden dann folgende Krautschichtproben entnommen: 25 Proben von Flächen zu 0,1 m² (31,6 × 31,6 cm),

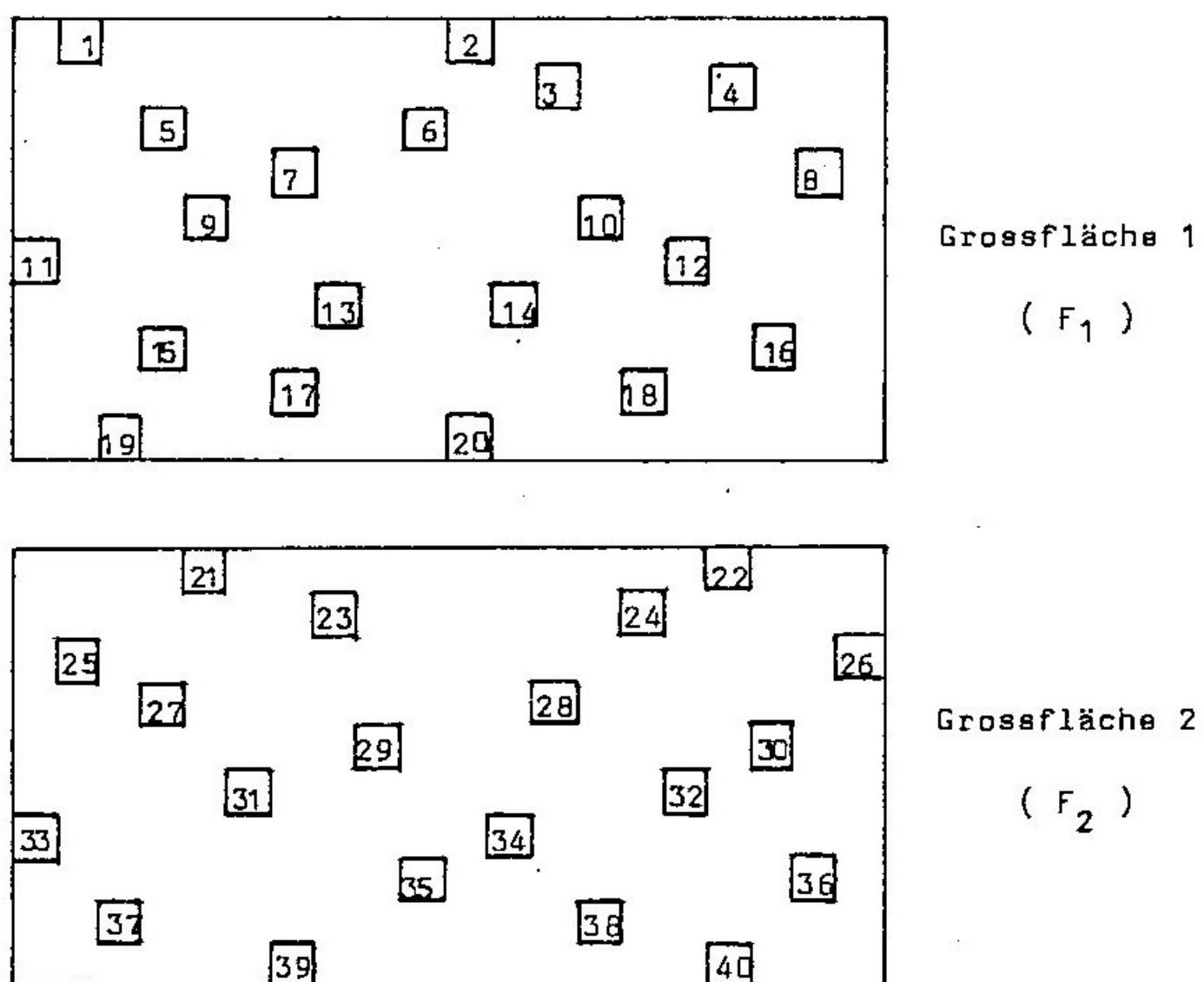


Abb. 1. — Verteilung der 25,0 qm-Probeflächen in den zwei Grossflächen von je 0,5 ha (F₁, F₂).

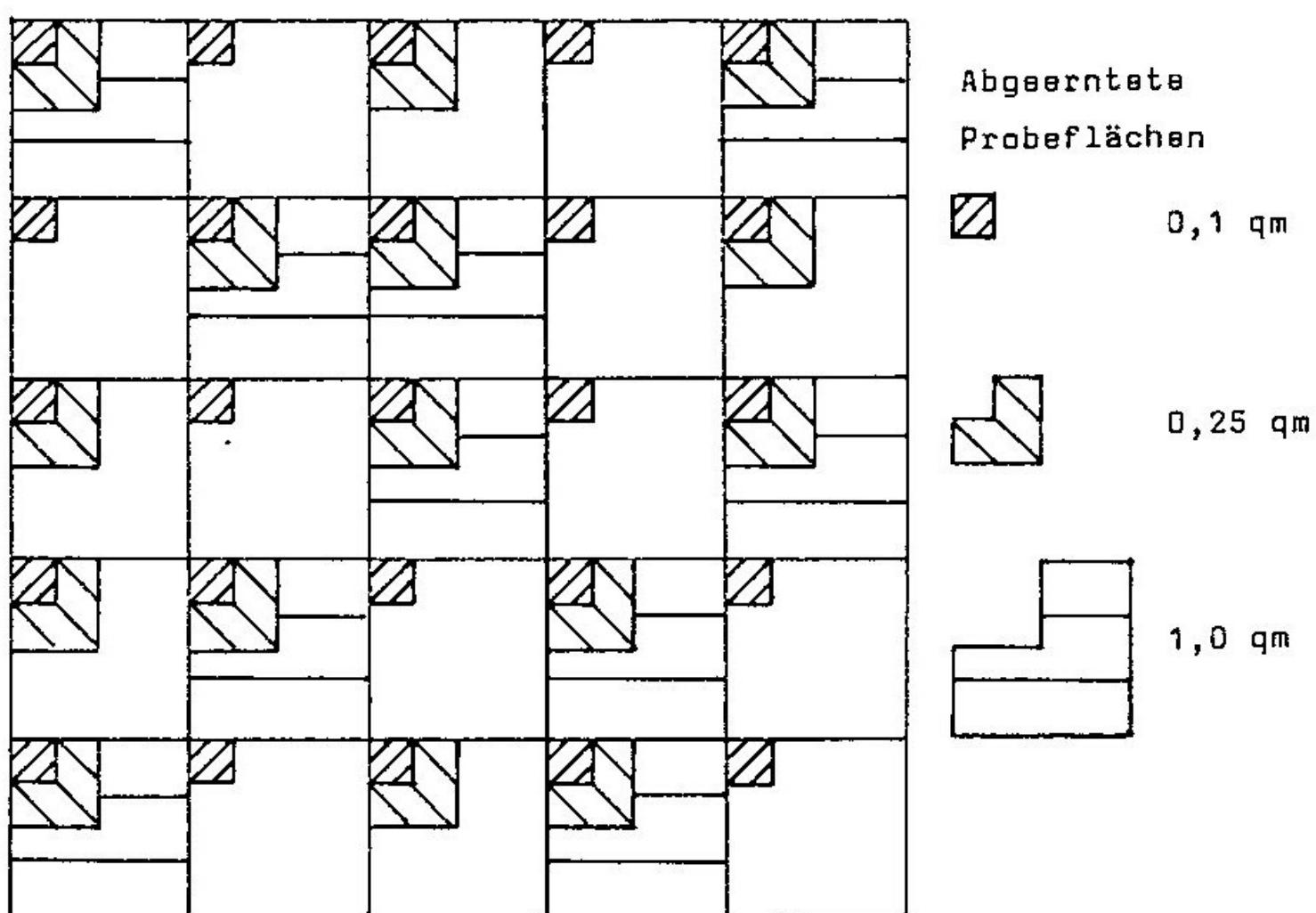


Abb. 2. — Schema der Probeentnahme aus einer 25,0 qm-Probefläche.

15 Proben von Flächen zu $0,25 \text{ m}^2$ ($50 \times 50 \text{ cm}$), 10 Proben von Flächen zu $1,0 \text{ m}^2$ ($100 \times 100 \text{ cm}$), und zwar nach dem in Abb. 2 angegebenen Schema.

Danach wurden alle übriggebliebenen Pflanzen aus den $5,0 \text{ m}^2$ -Streifen (a, b, c, d, e, in Abb. 2) ebenfalls eingesammelt, so daß schließlich folgende Zahl von Proben für die weitere Bearbeitung zur Verfügung stand:

$$\begin{aligned}
 40 \times 25 &= 1000 \text{ Proben von den } 0,1 \text{ m}^2\text{-Probeflächen,} \\
 40 \times 15 &= 600 \text{ Proben von den } 0,25 \text{ m}^2\text{-Probeflächen,} \\
 40 \times 10 &= 400 \text{ Proben von den } 1,0 \text{ m}^2\text{-Probeflächen,} \\
 40 \times 5 &= 200 \text{ Proben von den } 5,0 \text{ m}^2\text{-Probeflächen,} \\
 40 \times 1 &= 40 \text{ Proben von den } 25,0 \text{ m}^2\text{-Probeflächen,}
 \end{aligned}$$

Insgesamt 2 240 Proben mit einer Gesamtfläche von 1000 m^2 .

Da auf diese Weise auch die Gesamtmasse für eine Fläche von 1000 m^2 vorlag, war eine objektive Vergleichsbasis gegeben für die Biomassewerte, die aufgrund einer bestimmten Zahl von Probeflächen verschiedener Größe errechnet worden waren.

Die Untersuchung wurde im August und September 1970 durchgeführt und bezieht sich auf den Sommerspekt der Krautschicht.

Die Biomasseproben wurden bis zum konstanten Gewicht (etwa 24 Stunden) bei 105°C getrocknet und mit einer Genauigkeit von $0,001 \text{ g}$ gewogen. Die Daten wurden dann statistisch bearbeitet, und zwar sowohl gesondert für jede der $0,5 \text{ ha}$ Großflächen (F_1, F_2) als auch zusammen für die ganze Fläche von $1,0 \text{ ha}$ (F_t). Folgende statistische Werte wurden errechnet (PRODAN, 1965):

$$\text{— der Mittelwert} \quad \bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

$$\text{— die Streuung} \quad s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \quad (2)$$

$$\text{— der Variationskoeffizient} \quad s\% = \frac{100 \cdot s}{\bar{X}} \quad (3)$$

$$\text{— der Fehler des Mittelwertes} \quad s_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

— die Genauigkeit der Bistimmung des Mittelwertes *

$$m\% = \frac{2s\%}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n^{**}}{N}} \quad (5)$$

Wobei: x = Einzelgewichte,

n = Zahl der Proben,

N = Gesamtfläche, für die die Ergebnisse Gültigkeit haben sollen ***.

* Im Rahmen einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $\pm 5\%$.

** Bei kleineren Probeflächen ist $\sqrt{(N-n)/N} \approx 1,0$ und kann weggelassen werden, weil die berechnete Genauigkeit dadurch kaum beeinflußt wird.

*** Die Gesamtfläche wird durch die Zahl der Probeflächen, die sie umfassen kann, ausgedrückt, z.B. bei einer Gesamtfläche von 1 ha und Probeflächen von $1,0 \text{ m}^2$ ist $N = 10000$, bei Probeflächen von $0,25 \text{ m}^2$ ist $N = 40000$.

TABELLE I
Statistische Angaben über die Biomasse der Krautschicht.

Grossfläche	0,1 m ² -Probeflächen						0,25 m ² -Probeflächen					
	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)
F ₁	495	1,447	1,430	98,8	0,064	8,86	294	3,528	3,303	93,6	0,192	10,84
F ₂	487	0,966	0,924	95,6	0,042	8,64	295	2,559	2,348	91,7	0,137	10,61
F _t	982	1,210	1,232	101,8	0,039	6,47	589	3,026	2,903	95,9	0,119	7,84
1,0 m ² -Probefläche												
	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)
	F ₁	195	14,11	11,64	82,5	0,834	11,69	97	68,00	52,91	77,8	5,37
F ₂	200	10,52	7,46	70,9	0,527	9,92	100	51,69	33,13	64,1	3,31	12,49
F _t	395	12,291	9,90	80,5	0,498	7,95	197	59,73	42,79	71,6	3,05	9,68
25,0 m ² -Probefläche												
	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)	Zahl	\bar{X} (g)	s (g)	s (%)	s_x (g)	m (%)
	F ₁	195	14,11	11,64	82,5	0,834	11,69	97	68,00	52,91	77,8	5,37
F ₂	200	10,52	7,46	70,9	0,527	9,92	100	51,69	33,13	64,1	3,31	12,49
F _t	395	12,291	9,90	80,5	0,498	7,95	197	59,73	42,79	71,6	3,05	9,68

Die Biomassewerte, die außerhalb der Zufallsgrenzen ($X \pm t \cdot s$) lagen, wurden bei der entgültigen Berechnung weggelassen.

Aufgrund des vorliegenden Materials wurden einige in der Literatur für die Bestimmung der Zahl der Proben empfohlene Formeln überprüft. Es ergeben sich einige Vorschläge für die Vereinheitlichung des Arbeitsverfahrens bei der Bestimmung der Krautschicht-Biomasse.

ERGEBNISSE

Aus den in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellten statistischen Werten ist folgendes als methodisch wichtig hervorzuheben :

- mit der Vergrößerung der Probefläche vermindert sich die Variabilität der Krautschicht-Biomasse; in den $0,1 \text{ m}^2$ -Probeflächen ist $s\%$ rund 100 %, dagegen in den $25,0 \text{ m}^2$ -Probeflächen nur 55-60 %;
- die Zahl der Proben, bei der eine annehmbare Genauigkeit ($m\%$) und eine gute Uebereinstimmung der errechneten und tatsächlichen Mittelwerte erreicht werden kann, ist ziemlich groß; sie liegt, bei 10 %iger Genauigkeit, zwischen 100-400, je nach der Größe der Probefläche und nach der Variabilität der Biomasse (Tab. 3) ;
- die Genauigkeit steigt nur wenig bei zunehmender Zahl der Proben ; bei Verdoppelung steigt sie z.B. nur um höchsten 35 %.

TABELLE 2

Vergleich der von verschiedenen Probeflächengrößen erhaltenen Biomassewerte der Krautschicht.

Grossfläche	Tatsächlicher Durchschnittswert (g/m^2)	Erhaltene Biomassewerte aus den Probeflächen von									
		$0,1 \text{ m}^2$		$0,25 \text{ m}^2$		$1,0 \text{ m}^2$		$5,0 \text{ m}^2$		$25,0 \text{ m}^2$	
		Bio-masse (g/m^2)	Abw. (%)	Bio-masse (g/m^2)	Abw. (%)	Bio-masse (g/m^2)	Abw. (%)	Bio-masse (g/m^2)	Abw. (%)	Bio-masse (g/m^2)	Abw. (%)
F_1	13,60	14,47	+ 6,4	14,11	+ 3,7	14,11	+ 3,7	13,60	0	13,04	-- 4,1
F_2	10,34	9,66	- 6,6	10,24	- 0,7	10,51	+ 1,6	10,34	0	10,34	0
F_7	11,66	12,10	+ 3,8	12,10	+ 3,8	12,29	+ 5,4	11,94	+ 2,4	11,66	0

ZAHL DER PROBEN

Bei jeder statistisch begründeten Untersuchung ist die Bestimmung der Anzahl und der Größe der Proben eine für die Genauigkeit der Ergebnisse und für den Arbeitsaufwand maßgebende Voraussetzung. Es ist wichtig, von Anfang an möglichst

genau die ausreichende Menge der Proben einzusammeln. Sonst wird man erst bei der Berechnung feststellen, daß zu wenige Proben vorhanden sind, um die vorgesehene Genauigkeit zu erreichen, oder, im Gegenteil, daß zu viele Proben verarbeitet wurden und Arbeitszeit vergeudet wurde.

Für die Bestimmung der nötigen Zahl der Proben gibt es eine Reihe von Formeln (DORIN, 1955; DAGNELIE, 1956; IPATOV, 1962; PRODAN, 1965; MILNER and ELFYN HUGHES, 1968), die zum Teil für andere Zwecke angewendet wurden. Nach Ueberprüfung mehrerer Formeln mit den in der Tab. 1 enthaltenen Daten kann die Verwendung einer der beiden folgenden empfohlen werden:

$$n = \frac{s \%^2}{m \%} \quad (\text{nach DORIN, 1955, und IPATOV, 1962}) \quad (6)$$

und $n = \frac{4 \cdot N \cdot s \%^2}{N \cdot m \%^2 + 4 \cdot s \%^2} \quad (\text{nach PRODAN, 1965}) \quad (7)$

In beiden Formeln sind Variationskoeffizient ($s \%$) und Genauigkeit ($m \%$) maßgebend für die Bestimmung der Zahl der Proben. In der zweiten Formel wird außerdem die Gesamtfläche, für die die Ergebnisse gültig sein sollen, und die Größe der Probefläche berücksichtigt.

Die Genauigkeit ist eine von vornherein festzulegende Größe. Im allgemeinen wird bei der Bestimmung der Biomasse eine Genauigkeit von 10 % (bei einer Ueberschreitungs-Wahrscheinlichkeit von $\pm 5 \%$) als genügend betrachtet. Unter Umständen kann aber auch eine höhere (unter 10 %) oder niedrigere (mehr als 10 %) Genauigkeit verlangt werden.

Dagegen ist der Variationskoeffizient eine vor der Untersuchung noch nicht bekannte Größe. Wenn keine Werte des Variationskoeffizienten aus früheren Studien über ähnliche Krautschichten vorhanden sind, kann er durch eine einfache Voruntersuchung bestimmt werden. Zehn Proben genügen schon, um einen ziemlich guten Wert zu bekommen. Eine Auswahl der Proben ist aber notwendig, um die charakteristische abnehmende Verteilung der Biomassewerte der Krautschicht zu erfassen. Für kleine Probeflächen ($0,1-0,25 \text{ m}^2$) sind etwa 4-5 gewichtsmäßig kleine, 4-5 mittlere und 1-2 große Proben zu entnehmen. Die Berechnung des $s \%$ erfolgt nach den Formeln (1), (2) und (3). Die nötige Zahl der Proben wird dann mit Hilfe der Formeln (6) oder (7) errechnet.

Es ist zu bemerken, daß die Formel (6) in ihrer einfachen oben angegebenen Form die Zahl der Flächen nur für eine Ueberschreitungswahrscheinlichkeit von 31,7 % ergibt. Für eine 5 % ige Ueberschreitungswahrscheinlichkeit muß das Ergebnis mit 4 multipliziert werden (empirisch). Also:

$$n = 4 \frac{s \%^2}{m \%} \quad (6 \text{ a})$$

Die Formel (6 a) gibt für n etwas höhere Werte (um 1-5 %), als für die angestrebte Genauigkeit notwendig ist.

Die Formel (7) dagegen *ergibt sehr genau die Zahl der Proben für beliebige Genauigkeit und Probeflächengröße*, weil diese beiden Werte mitbestimmend sind. Die Ueberprüfung dieser Formel mit den Daten aus Tab. 1, hat 100 % ige Ueberein-

stimmung gezeigt *. Ein Beispiel sei hier gegeben unter Verwendung der Daten aus Tab. 1. Wenn man von dem für F_1 und Probeflächengröße von $1,0 \text{ m}^2$ angegebenen Variationskoeffizienten (82,5 %) und Genauigkeits-Prozent (11,69 %) ausgeht, dann ist die nötige Zahl der Proben:

$$\text{nach der Formel (6 a)} \quad n = 4 \frac{82,5^2}{11,69^2} = 198$$

$$\text{nach der Formel (7)} \quad n = \frac{4 \cdot 10\,000 \cdot 82,5^2}{10\,000 \cdot 11,69^2 + 4 \cdot 82,5^2} = 195$$

Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß für die Bestimmung des angegebenen Variationskoeffizienten und Genauigkeits-Prozents tatsächlich 195 Proben verwendet wurden.

Tabelle 3 enthält, nach der Formel (7) berechnet, die Zahl der Proben, die bei verschiedenen Variationskoeffizienten und Probeflächengrößen nötig sind, um eine 10 %ige Genauigkeit des Mittelwertes zu erreichen (bei $\pm 5\%$ Ueberschreitungs-Wahrscheinlichkeit).

TABELLE 3

Zahl der Probeflächen und deren Gesamtfläche für eine Bestimmung der Krautschicht-Biomasse mit 10 %iger Genauigkeit, bei verschiedenen Variationskoeffizienten.

Variationskoeff. <i>s</i> (%)	Grösse der Probeflächen							
	0,1 m^2		0,25 m^2		1,0 m^2		5,0 m^2	
	Zahl	Gesamtfläche (m^2)	Zahl	Gesamtfläche (m^2)	Zahl	Gesamtfläche (m^2)	Zahl	Gesamtfläche (m^2)
50	99	9,9	99	24,8	99	99,0	96	480,0
60	144	14,4	144	36,0	142	142,0	135	675,0
70	198	19,8	197	49,2	192	192,0	184	920,0
80	256	25,6	255	63,8	248	248,0	227	1 135,0
90	323	32,3	322	80,5	314	314,0	279	1 395,0
100	398	39,8	396	99,0	384	384,0	334	1 670,0

OPTIMALE GRÖÙE DER PROBEFLÄCHEN

Wie Tab. 1 zeigt, ist der Variationskoeffizient von der Größe der Probeflächen abhängig. Dadurch wird die Zahl der Proben, insbesonders deren Gesamtfläche und damit auch der Arbeitsaufwand, von der Größe der Probefläche mitbestimmt. Es ist darum sehr wichtig, eine solche Probeflächengröße auszuwählen, die sich, von allen diesen Seiten her gesehen, optimal auswirken könnte.

* Kleine Unterschiede werden durch Abrundung beim Rechnen verursacht.

Große Probeflächen (5,0-25,0 m²), die sich vom Standpunkt der Variabilität aus als günstig erweisen, sind von Anfang an auszuschliessen, weil eine zu große Gesamtfläche und zu umfangreiche Proben zu bearbeiten sind, und weil trotzdem die Zahl der Proben recht groß sein muß.

Von den übrigen drei Flächengrößen erscheinen die 0,1 m² - Probeflächen im Hinblick auf die insgesamt zu bearbeitende Fläche am günstigsten. Die Benutzung solcher Flächen hat jedoch ebenfalls einige Nachteile. Bei großen Pflanzen (Farne, Horstpflanzen) ist die Abgrenzung der Proben schwierig und nur ungenau möglich. Dieser Umstand wirkt sich auf die Genauigkeit der Resultate ungünstig aus (vgl. Tab. 2).

Von den übrigbleibenden Flächengrößen (0,25 und 1,0 m²) ist ohne Zweifel die erstere zu bevorzugen, weil bei fast gleicher Zahl der Proben die zu bearbeitende Fläche und Biomasse viermal kleiner ist als bei den 1,0 m² - Probeflächen.

Für die Bestimmung der Krautschicht-Biomasse in Waldgesellschaften mit gut entwickelter Krautschicht wären folglich 0,25 m² - Probeflächen zu empfehlen. Besteht die Krautschicht nur aus kleinen Pflanzen, können auch 0,1 m² - Probeflächen verwendet werden.

Die Probeflächen können durch kreisförmige oder quadratische Rahmen aus verzinktem, 2-3 mm dicken Draht abgegrenzt werden. Bei kreisförmigen Flächen ist der Abgrenzungsfehler wegen des geringeren Umfangs kleiner als bei quadratischen.

WEITERE EMPFEHLUNGEN

Für die Entnahme der Proben im Walde kann folgendes Verfahren empfohlen werden. Nach einer vorläufigen Untersuchung des ganzen Bestandes wird eine möglichst repräsentative, homogene Fläche von etwa 1 ha Größe ausgewählt. Die Entnahme der Proben erfolgt am besten auf 10 oder 15 parallelen Transekten, die in mehr oder weniger gleichmäßigen Abständen die ausgewählte Fläche durchqueren. Die Probeflächen werden entlang diesen Transekten durch zufälliges Auswerfen des Rahmens nach jeweils 3-5 m festgelegt. Es werden dann die Pflanzen abgeschnitten, die den Stengel innerhalb der Probefläche haben. Bei Kriechpflanzen (*Lamium*, *Hedera*) werden nur die Teile der Ausläufer eingesammelt, die in der Probefläche liegen.

Bei der direkten Bestimmung der Krautschicht-Biomasse einer Waldgesellschaft ist mit einem Zeitaufwand von 40-70 Arbeitsstunden, je nach der Zahl der Proben, zu rechnen. Etwa 80 % der Arbeit kann von Hilfskräften ausgeführt werden.

Die Arbeit wurde im Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen im Rahmen eines von der Alexander von Humboldt-Stiftung verliehenen Stipendiums durchgeführt. Dem Direktor des Institutes, Prof. Dr. H. ELLENBERG, bin ich zum besten Dank verpflichtet für Anregungen, wertvolle Ratschläge und freizügig gebotene beste Arbeitsmöglichkeiten. Mein Dank gilt auch Dr. H. HELLER für seine fortdauernde Unterstützung und Ueberlassung der Literatur sowie allen Mitarbeitern des Institutes, die mir behilflich waren.

LITERATUR

- BRECHTL J. and KUBICEK F., 1970. — Production and phenology of the herb layer in an oak-hornbeam forest. *Biologia (Bratis)*, 25, 10, 651-666.
- CRISTOFOLINI G., 1970. — Biomassa e produttività dello strato erbaceo di una ecosistema forestale. *Giorn. Bot. Ital.*, 104, 1, 1-34.
- DAGNELIE P., 1956. — L'échantillonnage statistique appliqué à la prospection et aux inventaires forestiers. *Ann. Gembloux*, 2, 109-134.
- DORIN T., 1955. — Elemente de calcul statistic. Bucuresti, Ed. Agro-Silv.
- ELLENBERG H., 1939. — Ueber Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchenmischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitt. Flor.-Soz. Arb. gem. Nieders.*, 5, 5-135.
- IPATOV V., 1962. — Sravnenie metodov opredelenia roli vidov v strukture travjanovo pokrova dubovovo lesa. *Bot. Jurnal*, 47, 3, 359-368.
- MEDWECKA-KORNAS A., 1967. — Estimation of primary production as a basis for studies of secundary production: *Secondary Productivity of Terrestrial Ecosystems*, 83-89.
- MILNER C. and ELFYN HUGUES R., 1968. — Methods for the measurement of the primary production of grasslands. *IBP handbook*, 6.
- NEWBOULD P., J., 1967. — Methods for estimating the primary production of forests. *IBP Handbook*, 2.
- OVINGTON J., D., HEITKAMP D. and LAWRENCE D., 1963. — Plant biomass and productivity of prairie savanna, oakwood and maize field ecosystems in Central Minnesota. *Ecology*, 44, 1, 52-63.
- PONIATOWSKAIA V., M., 1964. — Utschiot obilia i osobennosti rasmechtschenia vidov v estestvennyh rastitelnyh soobstschestvah. *Polevaia Geobotanika*, 3, 209-299.
- PRODAN M., 1965. — Holzmesslehre. Frankfurt a.M., Sauerländer.
- SCHMIDT W., 1970. — Untersuchungen über Phosphorversorgung niedersächsischer Buchenwaldgesellschaften. *Scripta Geobotanica*, 1, 1-120.
- WINTERHOFF W., 1963. — Vegetationskundliche Untersuchungen im Göttinger Wald. *Nachr. Akad. Wis. Göttingen, II, Math. Phys., Kl.*, 2.