©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Möglichkeiten quantitativer Präzisierung bei Bestandes-Analysen von Pflanzengesellschaften

- Rüdiger Knapp -

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Vegetationsaufnahmen (relevés) wurden die Arten bisher vielfach (in zahlreichen Ländern meistens) durch "Deckungsgrade" quantitativ erfaßt. Diese scheinen bei inzwischen entstandenen quantitativen Erfordernissen und weiteren numerischen Bearbeitungen oft nur unvollkommen auszureichen. Die Feststellung der prozentualen Bedeckungsanteile bieten abgesehen von ihrer besseren quantitativen Differenzierung auch für numerische Ausarbeitungen große Vorzüge. Zu ihrer präzisen Bestimmung haben sich Punkt-Methoden (Punkt-Frequenz-, Punkt-Quadrat- oder Punkt-Interzept-Methoden) als gut geeignet erwiesen, insbesondere in Bereichen der Bedeckungsanteile von mehr als 10%. Eine genaue Messung sehr geringer Bedeckungsanteile (unter 2%) ist vor allem auch durch bestimmte gravimetrische und photometrische Verfahren möglich.

SUMMARY

In sample plot vegetation analysis (relevés), the quantity of species occurrence has been assessed frequently (in several countries mostly) by means of cover classes. The cover classes seem to be insufficient in many actual quantitative necessities and in farther numerical treatment. The determination of cover percentages render much more detailed quantitative differentiation and several advantages in the farther numerical data processing. The cover percentages can be measured precisely with point methods (point-frequency, point-quadrat or point-intercept methods), namely in the percentage ranges of more than 10%. Exact measurements of small cover percentages (e.g., less than 2%) are well possible by means of certain gravimetric or photometric techniques.

EINFÜHRUNG

Aus den zahlreichen Projekten von Vegetationsanalysen in allen Erdteilen und in den verschiedensten Formationen während mehrerer Jahrzehnte hat sich ergeben, daß die Flächenanteile, die von den einzelnen Arten bedeckt werden (Bedeckungsanteile, coverage), der wichtigste und praktikabelste Parameter für die quantitative Erfassung des Vorkommens der verschiedenen Taxa bei umfangreichen Serien von Vegetationsanalysen (relevés, Vegetationsaufnahmen) sein dürften.
Zwar sind auch andere Parameter quantitativ erfaßbar. Jedoch erfordern die hierfür verfügbaren Methoden meist einen zu großen Zeitaufwand angesichts der Menge von Einzelbestimmungen, die bei großen Serien von Vegetationsaufnahmen notwendig sind. In vielen Fällen erscheinen aber auch solche Daten anderer Parameter für die einzelnen Arten zu wenig vergleichbar oder weisen entscheidende weitere Nachteile auf. Als Beispiel für Parameter, die solche Nachteile aufweisen, seien bestimmte Feststellungen der Biomasse und der Individuenzahl genannt.

SKALEN

Die Bedeckungsanteile sind das alleinige oder vorwiegend wichtige Merkmal für die einzelnen Stufen ("Deckungsgrade") der meisten Skalen, die bisher geschaffen und benutzt wurden, um relativ rasch eine gewisse Vorstellung von den mengenmäßigen Relationen der Komponenten der einzelnen Arten in den aufgenommenen Beständen zu vermitteln.

Die Situation der Vegetationskunde und ihrer Vorstufen war zu der Zeit; als die meisten dieser Skalen geschaffen wurden, von der gegenwärtigen Lage grundverschieden. In damaligen Zeiten ging es in erster Linie um eine qualitative Erfassung der Artenzusammensetzung der vielfach noch sehr weit gefaßten Vegetationseinheiten. Ein Teil der Skalen dürfte offensichtlich im Vergleich mit den Häufigkeitsbezeichnungen in den Werken über die Flora bestimmter Gebiete zu sehen sein. Diesen gegenüber stellen sie meist einen wesentlichen Fortschritt in der Genauigkeit der Erfassung dar.

Gegenwärtig nimmt dagegen das Bedürfnis nach einer möglichst exakten, einer vielseitigen numerischen Behandlung zugänglichen Quantifizierung ständig zu. Hierfür eignen sich die früheren Skalen teilweise gar nicht, teilweise nur bedingt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Von entscheidender Bedeutung ist hierbei auch, daß sich Teilgebiete der Pflanzensoziologie immer mehr entwickeln, bei denen genauere quantitative Angaben erforderlich sind, als die einzelnen Grade der früheren wenig gegliederten Skalen bieten.

Diesen Erfordernissen entsprechend sind in neuerer Zeit verfeinerte Skalen mit 10 und mehr Graden vorgeschlagen worden, die zum Teil frühere Prinzipien weiterzuentwickeln suchen (z.B. LONDO 1976, OKSANEN 1976) und die vor allem die einzelnen Grade lediglich durch bestimmte Stufungen in den Bedeckungsanteilen definieren.

PROZENTUALE BEDECKUNGSANTEILE

Diese verfeinerten Skalen nähern sich sehr stark einer direkten Feststellung der prozentualen Anteile der Bodenoberfläche, die von Organen einer Pflanzenart bedeckt sind (prozentuale Bedeckungsanteile, cover percentages). Deren Erfassung in den Vegetationsaufnahmen hat den Vorzug, daß die vielfach zeitaufwendigen, theoretisch wie praktisch oft unbefriedigenden und problematischen Transformationen von Skalensymbolen und Deckungsgraden bei quantitativen Auswertungen und numerischen Behandlungen nicht erforderlich sind (hierzu z.B. TÜXEN & ELLENBERG 1937, ELLENBERG 1956, VAN DER MAAREL 1979, OKSANEN 1976).

Ein Haupthindernis für die Anwendung der prozentualen Bedeckungsanteile dürfte die im Vergleich zur Benutzung der einfachen Skalen erheblich größere Schwierigkeit in die methodische Einarbeitung und außerdem oft eine Unterschätzung der Objektivierungs-Möglichkeiten sein. Tatsächlich erfordert eine direkte visuelle Bestimmung der prozentualen Bedeckungsanteile viel Erfahrung. Zum Anfang ist wiederholter und häufiger Vergleich mit gemessenen Daten wesentlich. Solche Vergleiche sollten aber auch später weiterhin erfolgen. In den folgenden Abschnitten seien daher derartige Messungs-Methoden diskutiert.

PHOTOMETRISCHE UND GRAVIMETRISCHE METHODEN

Diese Methoden erfordern eine geeignete Projektion der Teile der Bodenoberfläche des untersuchten Bestandes, die von den Organen (Blätter, Sprosse u.a.) der betreffenden Art bedeckt werden, auf eine Folie, deren Eigenschaften von dem jeweils angewendeten photometrischen oder gravimetrischen Verfahren abhängt.

Hierfür kommen vor allem photographische Methoden in Frage, bei denen das Aufnahmegerät (Kamera) sich senkrecht über dem zu untersuchenden Bestand befinden muß. Anwendung geeigneter Brennweiten ist wesentlich (z.B. mit dem von REYNOLDS & EDWARDS 1977 vorgeschlagenen "short-focus telescope"). Hingewiesen sei auch auf die Möglichkeit einer Benutzung von Ballon-Vorrichtungen, um die Kamera in geeignetem Abstand senkrecht über den untersuchten Bestand in Position zu bringen (z.B. ULLMANN 1972, DUFFIELD & FORSYTHE 1972) (zu weiteren Gesichtspunkten adäquater photographischer Verfahren: ZHDANOV 1971).

GRUNDLAGEN DER PUNKT-METHODEN

Bei den Punkt-Methoden (auch Punkt-Frequenz, Punkt-Quadrat- oder Punkt-Intercept-Methoden) wird festgestellt, an wievielen von einer bestimmten Anzahl von Punkten, die regelmäßig oder randomisiert über die Fläche verteilt sind, Teile von oberirdischen Organen einer Pflanzenart vorhanden sind. Diese Methoden liefern, wenn die Anzahl der Punkte genügend groß ist, eine exakte Messung der Bedeckungsanteile der einzelnen Arten in der Fläche (z.B. DU RIETZ 1930, GOODALL 1952, THOMAS 1960, WINKWORTH & GOODALL 1962, HESLEHURST 1971, KUBÍKOVÁ & REJMANEK 1972, dazu auch ZÖHRER 1976, 1977).

Die Punkt-Methoden haben sich vor allem auch bei Pflanzengesellschaften bewährt, in denen Gräser vorherrschen oder in hohen Anteilen vertreten sind (z. B. WHITMAN & SIGGEIRSSON 1954, SMITH 1959, POISSONET et al. 1972, VIS 1973). Infolge der großen Anzahl schmaler Blattspreiten und reichlicher Sproß-Aggregationen sind dort bekanntlich bestimmte andere Methoden schwieriger anwendbar.

Vielfach wird hierbei ein Rahmen oder ein entsprechendes Gerät benutzt, an dem in regelmäßiger Verteilung Nadeln oder spitze Stäbe angebracht sind. Stattdessen kann der Rahmen auch auf Leisten Hohlräume enthalten, durch die ein spitzer Stab sukzessive auf die Untersuchungsfläche fallen gelassen wird. Die Nadeln oder Stäbe haben meist mehr oder weniger dünne Spitzen, deren Durchmesser meist kleiner als 3 mm ist, höchstens jedoch 5 mm beträgt. Es erwies

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

sich in zahlreichen voneinander unabhängigen Untersuchungen, daß bis zu diesem Betrag (3 bzw. 5 mm) unterschiedlich große Spitzendurchmesser das Untersuchungsergebnis nicht signifikant beeinflussen.

Der Rahmen oder das entsprechende Gerät wird dann in geeigneter Weise über der Untersuchungsfläche aufgebracht, wobei keine Pflanzenteile im Untersuchungsbereich umgebogen werden dürfen. Je höher die Vegetation ist, umso weiter entfernt von der Bodenoberfläche muß das Untersuchungsgerät sein. Es wird dann die Anzahl der Nadeln oder Schläge mit dem Stab, also der Punkte, festgestellt, welche Teile der betreffenden Art getroffen haben (durchlöchert oder berührt). Nach neueren Erkenntnissen ist es günstiger, die Nadeln oder Entsprechendes nicht regelmäßig, sondern randomisiert zu verteilen.

Durch Schrägstellung der Nadeln oder Stäbe (inclined points) kann man mit dieser Methode auch die Oberflächen und Flächenanteile bei bestimmter Inclination erfassen (WARREN-WILSON 1960, PHILIP 1965, 1966, LEDENT 1976). Hierdurch wird es beispielsweise möglich, präzisere Vorstellungen von den senkrecht von den Sonnenstrahlen getroffenen Blattoberflächen zu bestimmten Tages- und Jahreszeiten zu bekommen.

Wenn zur Messung der Bedeckungsanteile ein Rahmen mit einer mehr oder weniger großen Anzahl von Nadeln in regelmäßigen Abständen benutzt wird, wobei der Rahmen in bestimmter Weise randomisiert umgestellt wird, fragt es sich, welche Anzahl von Nadeln im Rahmen am günstigsten ist. Berechnungen und Untersuchungen in Rasenvegetation und Moosschichten von ROTHERY (1974) erwiesen, daß bei relativ wenigen Nadeln pro Rahmen eine geringere Zahl von Punkten erforderlich ist als bei einer großen Anzahl von Nadeln pro Rahmen. Die Unterschiede dieser Punktzahlen waren jedoch bei den einzelnen Arten recht verschieden. Jedenfalls erwies sich bei diesen Untersuchungen, daß die Benutzung von Rahmen mit 10 Nadeln weniger effizient ist als von solchen mit weniger Nadeln.

Im einzelnen gibt es viele Modifikationen dieser Methoden. Ihr nahe kommen Frequenz-Untersuchungen sehr kleiner Flächen, wie sie schon RAUNKIAER (1918) durchführte (Flächen von 1/100 m^2). Geeigneter haben sich noch kleinere oder kreisförmige Flächen erwiesen, wie z.B. 25 cm^2 (DE VRIES 1949) oder Kreise von etwa 2 cm Durchmesser (HUTCHINGS & HOLMGREN 1959).

Bei sehr niedriger Vegetation, wie zum Beispiel Moos- und Flechtengesellschaften oder sehr kurzen Rasen, können anstatt der vorher genannten Geräte auch Rahmen benutzt werden, über die mit feinem Draht oder Fäden (z.B. Nylonfäden) in regelmäßigen Abständen ein Netz gespannt ist. Es kann dann festgestellt werden, von welchen Arten sich Teile an den Punkten befinden, an denen sich die Drähte oder Fäden kreuzen (z.B. MUELLER-DOMBOIS & COORAY 1968, POISSONET & POISSONET 1969).

Entsprechende Methoden können auch für Baumschichten angewendet werden (GARRISON 1949, MORRISON & YARRANTON 1974). Allerdings kann hierbei nicht die gerade in Wäldern im Kronenbereich so wesentliche Übereinanderlagerung der Äste und Blätter in Schichten berücksichtigt werden.
Hierbei ergibt sich die Notwendigkeit, die betreffenden Bereiche der Baumschicht exakt senkrecht auf die Meß-Punkte zu projizieren oder punkt-förmig zu erfassen. Hierfür eignen sich röhren-förmige Periskope mit Fadenkreuzen (BUELL & CANTLON 1950, LINDSEY 1955, WINKWORTH & GOODALL 1962, GOLDSMITH & HARRISON 1976). Die genaue vertikale Richtung der Erfassung muß hierbei in geeigneter Weise mit Loten, Wasserwaagen und bestimmten Winkelspiegeln gesichert werden. Mit einem von forstlicher Seite entwickeltem, als Elch-Horn (moose horn) bezeichnetem Gerät kann man auf prinzipiell gleichartiger Grundlage an einer Stelle gleichzeitig mehrere Meß-Punkte erfassen (GARRISON 1949, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974).

PUNKT-METHODEN UND QUANTITATIVE BESTANDES-ANALYSEN

Die Anwendungsmöglichkeiten der Punkt-Methoden bei Serien von Bestandes-Analysen bzw. Vegetationsaufnahmen hängt in der Praxis von dem Zeitaufwand ab, der für deren Durchführung erforderlich ist. Dieser Zeitaufwand entspricht bei sonstigen geeigneten Voraussetzungen vor allem der Anzahl der Punkte, deren Untersuchung zur Erzielung eines definitiven Ergebnisses notwendig ist. Diese Anzahl wird neben anderen Einflüssen namentlich von dem quantitativen Ausmaß der Bedeckungsanteile einer Art in der untersuchten Fläche bestimmt. Diese Beziehungen können aus graphischen Darstellungen ersehen werden, welche die prozentualen Anteile der Punkte bei einer allmählichen Vergrößerung der untersuchten Punktzahlen und die sich daraus ergebende Kurve zeigen. Anfäng-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

lich, also im Bereich von noch wenigen untersuchten Punkten, oszillieren die Kurven bei derartigen graphischen Darstellungen in starkem Ausmaß und mehr oder weniger zufällig. Sobald sich die Menge der untersuchten Punkte derjenigen Anzahl nähert, die für die definitive Bestimmung der Bedeckungsanteile erforderlich ist, flachen die Kurven ab und die Schwankungen werden allmählich geringer. Sobald die eben bezeichnete, erforderliche Anzahl überschritten ist, fluktuieren die den einzelnen Bereichen der Kurve repräsentierenden Werte nur noch geringfügig um die den endgültigen Bedeckungsanteilen entsprechende Zahl (Abb. 1).

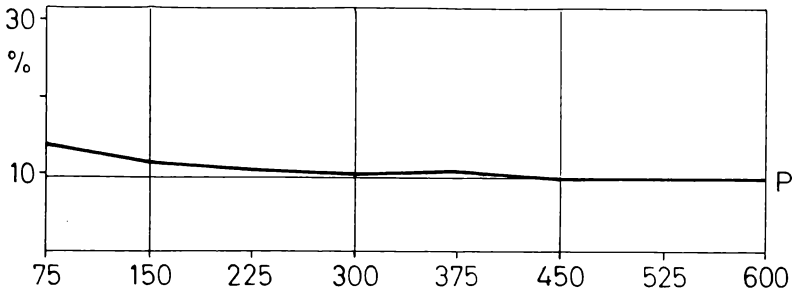


Abb. 1: Punkt-Frequent (Ordinate) bei steigender Anzahl der untersuchten Punkte (Abszisse) von *Papaver rhoeas* in einem Bestand einer Getreide-Unkrautgesellschaft (*Papaveri-Melandrietum* = *Papaveri-Silenetum*) in Süd-Hessen. Die Schwankungen bei 225 und mehr untersuchten Punkten sind relativ unbedeutend. Der abschließend erreichte Wert (9,4 %) entspricht den prozentualen Bedeckungsanteilen. Weitere Erläuterungen im Text.

Bei Bedeckungsanteilen von mehr als 20 % genügt eine relativ geringe Anzahl von zu untersuchenden Punkten zur Erreichung des Kurvenbereiches mit nur unbedeutenden Fluktuationen (± 1 % bezogen auf den Mittelwert). Dementsprechend ist der Zeitaufwand für die Ermittlung der definitiven Bedeckungsanteile hierbei verhältnismäßig niedrig. In der Praxis erwiesen sich in so gelagerten Fällen (Bedeckungsanteile über 20 %) 150 - 300 untersuchte Punkte meist als ausreichend. Voraussetzung ist natürlich, wie bei allen hier dargestellten Überlegungen, daß die Vegetation der untersuchten Fläche einheitlich ist. In gewisser Weise wird diese relativ gering erscheinende Anzahl durch die sehr ausgedehnte und langjährige Praxis der Pollenanalyse bestätigt. Bei dieser haben sich trotz umfangreicher kritischer Überlegungen für die Ermittlung der Anteile der häufigeren Arten ebenfalls nur verhältnismäßig niedrige Zahlen von stichproben-artig ausgezählten Pollenkörnern als ausreichend erwiesen (im allgemeinen je 200 Baum-Pollenkörner, z.B. STRAKA 1975).

Dagegen ist die Untersuchung von einer sehr viel höheren Anzahl von Punkten zur Bestimmung der Bedeckungsanteile mit entsprechender Genauigkeit bei denjenigen Arten erforderlich, die weniger als 5 % der Oberflächen der Untersuchungsbereiche einnehmen. Die erforderlichen Punktzahlen sind umso höher, je niedriger die Bedeckungsanteile sind (Abb. 2).

Bei Arten mit Anteilen von weniger als 0,5 % können sogar mehrere Tausende von Punkten hierfür notwendig sein. Mitunter sind darüber hinaus so hohe Zahlen bereits erforderlich, um solche Arten überhaupt bei der Analyse zu erfassen. Das gilt insbesondere bei Größen von Aufnahmeflächen, die bei umfassenden pflanzensoziologischen Gebietsbearbeitungen üblich und zweckmäßig sind (50 - 400 m²) (Tab. 1).

Hieraus resultiert, daß die Punkt-Methoden die verbreiteten Verfahren der Vegetationsaufnahmen (relevés) (z.B. BRAUN-BLANQUET 1964, ELLENBERG 1952, KNAPP 1971) nicht ersetzen können. Denn bei einem für Serien von Vegetationsaufnahmen geeignetem Zeitaufwand, d.h. bei Untersuchung von nicht mehr als 1500 Punkten bei einer Bestandesanalyse, würde ein relativ großer Anteil der Arten nicht erfaßt werden. Das erscheint jedoch angesichts der Bedeutung der Erfassung der gesamten Artenkombination und angesichts des Wertes auch derjenigen Arten als Indikatoren und als eventuelle Charakter- und Differentialarten, die in geringen Anteilen und Mengen auftreten, nicht tragbar. Dazu kommt, daß das Vorkommen solcher in kleinen Mengen vertretenen Arten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1: Erforderliche Anzahl der untersuchten Punkte zur Erfassung bestimmter Anteile der Gesamt-Artenzahl (G.A.Z.) der Untersuchungsflächen (oben) und der Ermittlung der prozentualen Bedeckungsanteile verschieden reichlich vertretener Arten in Beständen von Laubmischwald (Carpinion, Kraut- u. Moosschicht) und Poa trivialis-Trifolium repens-Rasen (Cynosurion) im Taunus. Punkt-Durchmesser 1 mm. Mittelwerte aus je 3 Analysen-Serien (Punkt-Zahlen abgerundet auf 1o, 2o, 3o, 4o usw.). Weitere Erläuterungen im Text.

	Carpinion-Wald	Poa-Trifolium-Rasen
Untersuchungsflächen m^2	4oo	5o
Gesamt-Artenzahl pro Unters.-fläche	4o	22
Erforderl.Punkte für 3o % der G.A.Z.	68o	9o
" " " 6o % " "	267o	44o
" " " 9o % " "	9o6o	225o

Erforderliche Punkt-Zahlen zur Ermittlung prozentualer Bedeckungsanteile

	Endg.Bedeckungs-anteile(EBA) %	Erf.Punkt-Zahlen (bis EBA ±1 %)
Carpinion-Wald:		
Anemone nemorosa	62,6 %	28o
Milium effusum	15,5 %	43o
Poa-Trifolium-Rasen:		
Poa trivialis	54,6 %	19o
Trifolium repens	41,3 %	21o
Brachythecium rutabulum	15,o %	29o
Lolium perenne	7,7 %	32o
Ranunculus repens	3,2 %	57o
Agrostis stolonifera	1,1 %	84o

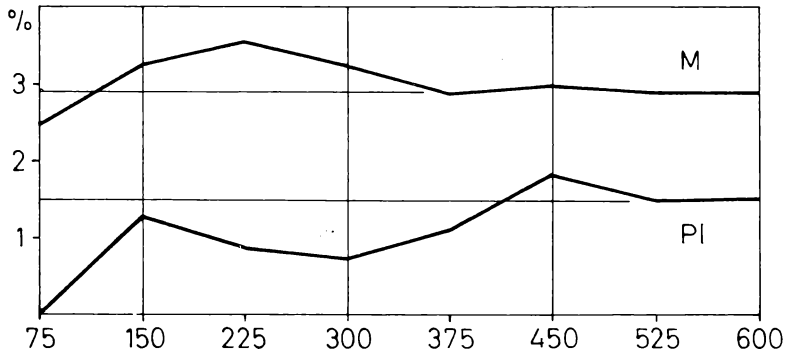


Abb. 2: Punkt-Frequenzen im gleichen Bestand wie bei Abbildung 1 für *Matricaria inodora* (= *M. perforata*, = *Tripleurospermum i.*, obere Kurve) und für *Plantago major* s.l. Der Bereich relativ unbedeutender Schwankungen wird bei *Matricaria* (2,9 % Bedeckungsanteile) erst ab 375 untersuchten Punkten, bei *Plantago major* mit seinen noch geringeren Bedeckungsanteilen (1,5 %) erst ab 525 Punkten erreicht. Weitere Erläuterungen bei Abb. 1 und im Text.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

visuell unter relativ geringen Schwierigkeiten quantitativ in adäquater Weise erfaßbar ist. Das ergibt sich auch daraus, daß die niedrigsten Grade von bisher vorgeschlagenen und erprobten 10-teiligen Skalen quantitativ eng umrissenen Bereichen entsprechen.

Dagegen sind die Punkt-Methoden sehr gut dafür geeignet, höhere Bedeckungsanteile (über 10 %) genau zu bestimmen. Denn hierfür reichen die relativ wenigen zu untersuchenden Punkte, deren Zahlen hierfür oben genannt sind, und somit adäquate Bearbeitungszeiten aus. Es kann daher empfohlen werden, während der Zeit der Einarbeitung sämtliche derartige Bedeckungsanteile (d.h. zwischen 10 und 100 %) mit Punkt-Methoden zu bestimmen. Später sollte dann die visuelle Erfassung der prozentualen Bedeckungsanteile zumindestens in kurzfristigen Zeitabständen durch Analysen mit Punkt-Methoden ergänzt und gesichert werden.
Da diese Bereiche, insbesondere Bedeckungsanteile zwischen 10 und 90 %, für wenig Eingearbeitete hinsichtlich einer genügend genauen visuellen Erfassung die relativ größten Schwierigkeiten bereiten, ist die Eignung der Punkt-Methoden für deren quantitative Bestimmung besonders wertvoll.

Für die Präzisierung und Prüfung von niedrigen prozentualen Bedeckungsanteilen (unter 2 %) sind die oben genannten photometrischen und gravimetrischen Verfahren meist geeigneter als Punkt-Methoden.

SCHRIFTEN

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Springer, Wien, New York. 865 S.

BUELL, M.F. & CANTLON, J.E. (1950): A study of two communities of the New Jersey Pine Barrens and a comparison of methods. - Ecology 31: 567-586.

DUFFIELD, B.S. & FORSYTHE, C.F. (1972): Assessing the impacts of recreation use on coastal sites in East Lothian. - In: The use of aerial photography in countryside research. London.

DU RIETZ, G.E. (1930): Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. - Handbuch Biol. Arbeitsmeth. 11: 293-480.

ELLENBERG, H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. - Ulmer, Stuttgart, Ludwigsburg. 143 S.

- (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. - Ulmer, Stuttgart. 136 S.

GARRISON, G.A. (1949): Uses and modifications for the "moosehorn" crown closure estimator. - J. Forestry 47: 733-735.

GOLDSMITH, E.B. & HARRISON, C.N. (1976): Description and analysis of vegetation. - In: CHAPMAN, S.B. (ed.): Methods in plant ecology: 85-155.

GOODALL, D.W. (1952): Some considerations on the use of point quadrats for the analysis of vegetations. - Austral. J. Sci. Res. B 5: 1-41.

HESLEHURST, M.R. (1971): The point quadrat method in vegetation analysis. - Univ. Reading Dept. Agric. Stud. 10.

HUTCHINGS, S.S. & HOLMGREN, R.C. (1959): Interpretation of loop-frequency data as a measure of plant cover. - Ecology 40: 668-677.

KNAPP, R. (1971): Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Ulmer, Stuttgart. 388 S.

KUBÍKOVÁ, J. & REJMÁNEK, M. (1972): Notes on some quantitative methods in the studies of plant community structure. - Preslia 44: 154-164.

LEDENT, J.F. (1976): Comment interpreter les frequences de contact dans l'analyse des surfaces photosynthetiques par la méthode des points quadrats. - Biométrie Praxim. 16: 39-49.

LINDSEY, A.A. (1955): Testing the line strip method against full tallies in diverse forest types. - Ecology 36: 485-495.

LONDO, G. (1976): The decimal scale for relevés of permanent quadrats. - Vegetatio 33: 61-64.

MAAREL, E. van der (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. - Vegetatio 39: 97-114.

MORRISON, R.G. & YARRANTON, G.A. (1974): Vegetational heterogeneity during a primary sand dune succession. - Canad. J. Bot. 52: 397-410.

MUELLER-DOMBOIS, D. & COORAY, R.G. (1968): Effects of elephant feeding on the short-grass covers in Ruhuna National Park. - Smithsonian Ceylon Ecology Project Mimeo-Rep. 11: 1-12.

- & ELLENBERG, H. (1974): Aims and methods of vegetation ecology. - Wiley, New York. 547 S.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

OKSANEN, L. (1976): On the use of the Scandinavian type class system in coverage estimation. - Ann. Bot. Fenn. 13: 149-153.

PHILIP, J.P. (1965): The distribution of foliage density with foliage angle estimated from inclined point quadrat observations. - Austral. J. Bot. 13: 357-366.

- (1966): The use of point quadrats with special reference to stem like organs. - Austral. J. Bot. 14: 105-125.

POISSONET, D.S., DAGET, P.M., POISSONET, J.A. & LONG, G. (1972): Rapid point survey by bayonet blade. - J. Range Manag. 25: 313.

POISSONET, P. & POISSONET, J. (1969): Étude comparée de diverses méthodes d'analyses de la végétation des formations herbacées denses et permanentes. - C.N.R.S. (Montpellier) Doc. 50: 1-120.

RAUNKIAER, C. (1918): Recherches statistiques sur les formations végétales. - Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd. 1: 1-80.

REYNOLDS, K.C. & EDWARDS, K.A. (1977): A short-focus telescope for ground cover. - Ecology 58: 939-941.

ROTHERY, P. (1974): The number of pins in a point quadrat frame. - J. Appl. Ecol. 11: 745-754.

SMITH, J.G. (1959): Additional modifications of the point frame. - J. Range Manag. 12: 204-205.

STRAKA, H. (1975): Pollen- und Sporenkunde. - G. Fischer, Stuttgart. 238 S.

THOMAS, A.S. (1960): Changes in vegetation since the advent of myxomatosis. - J. Ecol. 48: 287-306.

TÜXEN, R. & ELLENBERG, H. (1937): Der systematische und der ökologische Gruppenwert. - Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Nieders. 3: 171-184.

ULLMANN, H. (1972): Biomasse und Dominanzgesellschaften in einem Hochmoor. - Ber. Dtsch. Bot. Ges. 84: 637-647.

VIS, F.R. (1973): Anwendungsmöglichkeiten der "Point quadrat"-Methode für Bestandsaufnahmen bei Rasen. - Rasen 4: 85-87.

VRIES, D.M. de (1949): Method and survey of the characterization of the Dutch grasslands. - Vegetatio 1: 51-58.

WARREN WILSON, J. (1960): Inclined point quadrats. - New Phytol. 59: 1-8.

WHITMAN, W.C. & SIGGEIRSSON, E.I. (1954): Comparison of line interception and point contact methods in the analysis of mixed grass range vegetation. - Ecology 35: 431-436.

WINKWORTH, R.E. & GOODALL, D.W. (1962): A cross-wire sighting tube for point quadrat analysis. Ecology 43: 342-343.

ZHDANOW, N.I. (1971): Determination of projective covering of soil with plants by the method of areas photography. - Bot. Zh. 56: 1331-1333.

ZÖHRER, F. (1976, 1977): Die Genauigkeit der Ermittlung von Waldflächen durch systematische Punktstichproben, I. II. - Forstwiss. Cbl. 95: 294-300, 96: 313-319.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. R. Knapp
Botanisches Institut I der Universität
Senckenberg-Straße 17-25
D - 6300 Gießen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: NS_3

Autor(en)/Author(s): Knapp Rüdiger

Artikel/Article: Möglichkeiten quantitativer Präzisierung bei Bestandes-Analysen von Pflanzengesellschaften 477-483