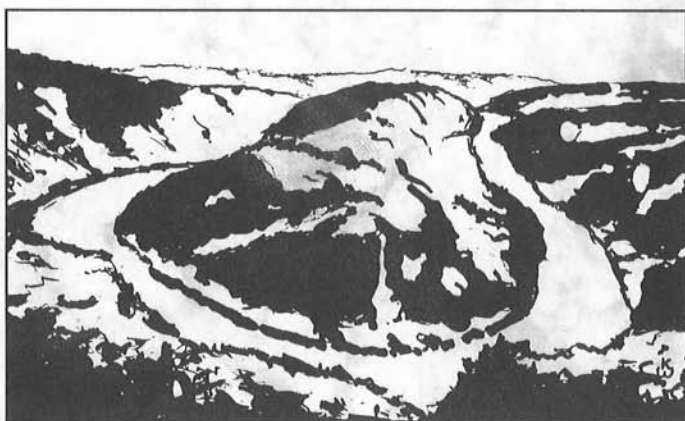


*Abhandlungen  
der*  
***DELATTINIA***

*Aus Natur und Landschaft im Saarland*

*Band 25 (1999)*



*Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische  
Heimatsforschung im Saarland e.V.*



**Abhandlungen der DELATTINIA**  
Aus Natur und Landschaft im Saarland

**Band 25 (1999)**

Herausgegeben von der DELATTINIA

- Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. -  
und dem Minister für Umwelt des Saarlandes

SCHRIFTFLEITUNG:  
DR. HARALD SCHREIBER

DRUCK:  
OFFSETDRUCKEREI CHR. ESCHL  
HOCHSTRASSE 4a  
D-66583 SPIESEN-ELVERSBERG

VERLAG:  
EIGENVERLAG DER DELATTINIA  
FACHRICHTUNG BIOGEOGRAPHIE  
UNIVERSITÄT DES SAARLANDES  
D-66041 SAARBRÜCKEN

ERSCHEINUNGSORT:  
SAARBRÜCKEN

Das Titelbild wurde von Kurt Wild entworfen.

Es stellt die Saarschleife dar, die als das überregional bekannteste saarländische Landschaftsmotiv angesehen werden kann.

**Inhalt:**

<b>Dewes, E.:</b> Die Ameisenfauna (Hymenoptera, Formicidae) des Wolferskopfes bei Beckingen .....	5
<b>Lillig, M.:</b> Die Schwarzkäfer des Saarlandes Teil I: Die Unterfamilien Pimeliinae, Tenebrioninae und Diaperinae (Coleoptera: Tenebrionidae) .....	33
<b>Trockur, B. und A. Didion:</b> Fortpflanzungsnachweise der Zierlichen Moosjungfer, <i>Leucorrhinia caudalis</i> CHARPENTIER, 1840 im Moseltal .....	57
<b>Schmitt, J. A.:</b> Neues zum Informationsgehalt von Arten/Areal-Kurven. Die Ermittlung von Artendiversität R, Minimum-Areal M und Mittlerer Artendensität D aus Teilflächen-Untersuchungen eines Gebietes über die Statistische, Hyperbolische, Kumulative Arten/Areal-Kurve am Beispiel Höherer Pilze . . . .	67
<b>Schneider T. und C. Schneider:</b> Funde bemerkenswerter und gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen im Saarland und seinen Randgebieten, 1. Folge (1993 - 1999) .....	211
<b>Weicherding, F.-J.:</b> Die Farnhybride <i>Polypodium x mantoniae</i> ROTHM. im mittleren Saartal .....	297



**Neues zum Informationsgehalt von Arten/Areal-Kurven**  
**Die Ermittlung von Arten-Diversität R, Minimum-Areal M und**  
**Mittlerer Arten-Densität D aus Teilflächen-Untersuchungen eines**  
**Gebietes über die Statistische, Hyperbolische, Kumulative**  
**Arten/Areal-Kurve am Beispiel Höherer Pilze**

**Johannes A. Schmitt<sup>\*)</sup> <sup>\*\*)</sup>**

**Title:** News on hidden information in species/area-curves. - The determination of species diversity R, minimum area M and mean species density D from plot-investigations of an area about the Statistical, Hyperbolic Cumulative Species/Area Curve concerning Higher Fungi

**Titre:** Nouvelles concernant les informations impliquées dans les courbes espèces/aire. - La détermination de la diversité des espèces R, de l'aire minimum M et de la densité moyenne des espèces D d'un type d'aire, déduites de la Courbe Statistique Hyperbolique Cumulative d'Espèces/Aire démontrée à l'exemple des Champignons supérieurs

**Kurzfassung:** An einer Reihe von Literaturbeispielen wird gezeigt, daß die asymptotisch einem Grenzwert zustrebende Hyperbelfunktion eine besonders gute mathematische Anpassung an experimentell erarbeitete Arten/Areal-Kurven ist. Zur allgemeinen Anwendung werden ein neues Verfahren zur Erstellung von **Statistischen, Hyperbolischen, Kumulativen Arten/Areal-Kurven** auf der Basis von Flächen- oder Zeit-Plotaufnahmen entwickelt und die charakteristischen Konstanten der Hyperbel ökologisch-biostatistischen Begriffen zugeordnet: Der Grenzwert entspricht dem Artenreichtum R als Artendiversität, die Halbwertsfläche M (mit der Artenzahl R/2) wird als Minimum-Areal deklariert, die Anfangssteigung der Hyperbel, das Verhältnis R/M, wird als Mittlere Artendichte D bzw. als Arten-Densität definiert. Anhand einer Reihe eigener Aufnahmen zur Pilzflora saarländischer Gebiete, ergänzt durch die Bearbeitung einiger Beispiele von Literaturdaten, wird das neue Verfahren erprobt und seine Vorzüge gegenüber anderen Verfahren zur Ermittlung von R und M werden herausgearbeitet. Die hier neu definierten ökologischen Parameter erlauben einen objektiven Vergleich von Gebieten z.B. bei naturschutzrelevanten Fragestellungen, insbesondere zur Frage der notwendigen Gebietsgröße von Naturschutzgebieten. Die Anwendbarkeit des Verfahrens wird in breitgefächerten Fragestellungen z.B. für Tagesaufnahmen in Flächen- oder Zeitplots innerhalb von Transekten, für Jahresaufnahmen, Mehrjahres-Beobachtungen und auch für Synusien-Aufnahmen (z.B. Stubben) dokumentiert. Auch die Erstellung Statistischer Arten/Areal-Kurven für Gebiete, die aus verschiedenen Biotoptypen zusammengesetzt sind, gelingt ebenso wie die Bearbeitung von Aufnahmen mit mehr als einem Beobachter. An einigen Beispielen wird die Anwendbarkeit auch für andere Organismengruppen aufgezeigt, so daß das Verfahren der Statistischen Arten/Areal-Kurve wohl universell eingesetzt werden kann.

<sup>\*)</sup> FR Biochemie, Universität des Saarlandes, D-66041 Saarbrücken

<sup>\*\*)</sup> Herrn Dr. Gerhard Groß/Webenheim zur Vollendung seines 70. Lebensjahres in Freundschaft gewidmet.

**Schlüsselwörter:** Statistische, Hyperbolische, Kumulative Arten/Areal-Kurve, Artendiversität, Arten-Densität, Minimum-Areal, Höhere Pilze

**Abstract:** Many examples from literature data are used to show, that the asymptotic hyperbolic function is a very good mathematic adaptation to experimental data of species/area curves. A new, universally useful application is given to elaborate **Statistic Hyperbolic Cumulative Species/Area Curves** on the base of plot-investigations of area or time plots in the field. The characteristic constants of the hyperbolic function are referred to ecological/biostatistical parameters: the asymptotic limit value corresponds to the species diversity  $R$ , the mean value area with species number  $R/2$  is defined as the minimum area  $M$ , the ratio  $R/M$  - the slope of the hyperbola at its beginning - corresponds to the mean species diversity  $D$ . The new method is tested on many examples of mycofloristic investigations in areas of the Saarland with the addition of some examples from literature, and its advantage to determine  $R$  and  $M$  is shown in comparison with other methods used before. The new defined parameters allow an objective comparison of different areas, e.g. concerning questions in nature conservation, especially to the minimum area of nature reserves. The usefulness of the new method in different types of species/area curves is documented for investigations of one day in area or time plots, in transects, in annual or investigations of several years, also for research of synusia, e.g. stumps of trees. It is also possible to elaborate species/area curves of areas including different biotope types or also in the case of more than one observer of the same observation. Some examples show, that the new method gives good results also in investigations of species/area curves for other organisms than fungi and is probably universally useful in eco-sociological work.

**Keywords:** Statistical, Hyperbolic, Cumulative Species/Area Curve, Species diversity, Species density, Minimum area, Higher Fungi

**Résumé:** On a documenté à l'aide de plusieurs exemples pioché dans la littérature que la fonction hyperbole asymptotique présente une très bonne adaptation mathématique aux courbes d'espèces/aire qu'on a élaborée à partir d'expériences. Une nouvelle méthode a été élaborée pour gagner une **Courbe d'Espèce/Aire Statistique, Hyperbolique et Cumulative** sur la base des investigations floristiques en plots d'aire ou plots de temps, les constantes caractéristiques de l'hyperbole égalent les paramètres écologiques et biostatistiques: la valeur limite correspond à la diversité d'espèces  $R$ , la demi-valeur d'aire avec le nombre d'espèces  $R/2$  est définie comme l'aire minimum  $M$ , la proportion  $R/M$  - l'inclinaison de l'hyperbole au point zéro - est déclarée comme la densité moyenne des espèces  $D$ . Par plusieurs investigations mycofloristiques dans quelques aires de la Sarre, complétées par l'élaboration de quelques exemples de la littérature spécifique, la nouvelle méthode a été éprouvée et ses avantages pour la détermination de  $R$  et  $M$  en comparaison avec les méthodes traditionnelles ont été mis en évidence. Les paramètres écologiques, récemment définis permettent une comparaison objective des aires p.ex. concernant les questions de la protection de la nature, en particulier le problème de la grandeur nécessaire pour les réserves naturelles. L'applicabilité de la méthode nouvelle est documentée dans des courbes espèces/aire pour multiples investigations floristiques: p.ex. pour des plots d'aire ou des plots de temps dans des transects d'aire concernant un jour, une année, plusieurs années ou bien pour des investigations des synusies, comme p.ex. des souches d'arbres. L'élaboration des courbes espèces/aire statistiques pour les aires composées de biotopes différents fonctionne aussi bien en cas de plusieurs observateurs. L'application de cette méthode a été démontrée aussi pour d'autres organismes et semble être universellement utilisable dans les investigations écosociologiques.

**Mots clé:** Courbe Statistique Hyperbolique d'Espèces/Aire, Diversité d'espèces, Densité d'espèces, Aire minimum, Champignons supérieurs



## Inhaltsverzeichnis

1. Die Arten/Areal-Kurve als charakteristischer ökologischer Parameter eines Gebietes und Probleme zu ihrer Erstellung im Falle Höherer Pilze
2. Definitionen von Artendiversität, Heterogenität und Minimum-Areal eines Gebietes einschließlich der verbreitetsten Verfahren zu deren Erfassung und Berechnung
  - 2.1 Mathematische Funktionen zum Beschreiben der Arten/Areal-Kurven
  - 2.2 Soziologische Parameter in der Vielfalt ihrer inhaltlichen Definitionen
3. Die Statistische, Hyperbolische, Kumulative Arten/Areal-Kurve als universeller Ansatz zur Definition und Ermittlung von Arten-Diversität R, Arten-Densität D und Minimum-Areal M eines Gebietes aus Teilflächen-Untersuchungen
  - 3.1 Die Hyperbelfunktion und ihre theoretische und praktische Eignung als mathematische Beschreibung von Arten/Areal-Kurven
  - 3.2 Die Erstellung der Statistischen Arten/Areal-Kurve als Best-Hyperbel aus statistisch aufgearbeiteten Plot-Aufnahmen eines Gebietes mit Hinweisen zur Gewinnung optimal verwendbarer Untersuchungsdaten
  - 3.3 Praktische Vorgaben zum Umgang mit Statistischen Arten/Areal-Kurven und zur Erhebung optimal dafür verwendbarer Daten
  - 3.4 Neue Festlegung und Definition von Artendiversität R, Minimum-Areal M und Mittlerer Arten-Densität D als charakteristische Kenn-Konstanten der Statistischen Hyperbolischen Arten/Areal-Kurve eines Gebietes
4. Beispiele von Einfachen bzw. Statistischen Arten/Areal-Kurven für Pilze aus Literaturdaten und eigenen pilzfloristischen Erhebungen nach verschiedenen Aufnahme-Modi, mit Berechnungen von R, M und D
  - 4.1 Kurzcharakterisierung der saarländischen Untersuchungsgebiete und Pilznomenklatur
  - 4.2 Einfache Arten/Areal-Kurven aus Literaturdaten
  - 4.3 Die Erstellung und Auswertung Statistischer Arten/Areal-Kurven am Beispiel der Pilze in Dünenrasen nach Daten aus WINTERHOFF (1975)
  - 4.4 Statistische Arten/Areal-Kurven aus Kombinationen gleichgroßer, streifenförmiger Flächenplots im Vergleich zu parallelen Zeitplots am Beispiel "Mathe-Wiese"
  - 4.5 Weitere Beispiele Statistischer Arten/Areal-Kurven aus der Kombination gleichgroßer Flächenplots
  - 4.6 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Untersuchung von Synusien am Beispiel der Pilzbesiedlung von Gehölz-Stubben
  - 4.7 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Kombination verschieden großer Flächenplots
  - 4.8 Phänologie der Pilze im Jahreslauf und Arten/Areal-Kurven innerhalb größerer Zeiträume eines Jahres im Vergleich zu denjenigen von Schmetterlingen
  - 4.9 Beispiele Statistischer Arten/Areal-Kurven über die Kombination gleichlanger Exkursionsdauer-Plots von Tagesexkursionen aus eigenen Aufnahmen
  - 4.10 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Kombination verschieden langer Exkursionsdauer-Plots von Tagesexkursionen aus eigenen Aufnahmen
  - 4.11 Statistische Arten/Areal-Kurven für Pilze bzw. Schmetterlinge aus der Kombination von Jahresplots längerjähriger Untersuchungen
  - 4.12 Statistische Arten/Areal-Kurven eines Gebietes im Vergleich zu derjenigen eines Teilgebietes
  - 4.13 Statistische Arten/Areal-Kurven bei Beteiligung von einem und mehreren Beobachtern im Vergleich
  - 4.14 Zusammenstellung der wichtigsten Daten aller Arten/Areal-Kurven aus vorliegender Arbeit für vergleichende Betrachtungen

5. Diskussion
  - 5.1 Anwendung und Bewertung der Hyperbelfunktion als mathematische Grundlage von Arten/Areal-Kurven
  - 5.2 Statistische Arten/Areal-Kurven und ihre Erstellungsmodi
  - 5.3 Die Kenn-Konstanten R, M und D der Arten/Areal-Hyperbelkurve als ökosozioologische Parameter in verschiedener Anwendung
  - 5.4 Typen von Arten/Areal-Kurven für eine Biozönose
  - 5.5 Festlegung von Plot-Form und Plot-Größe zur Datenerhebung für Arten/Areal-Kurven
  - 5.6 Die Robustheit der Werte für die Parameter R, M und D
  - 5.7 Arten/Areal-Kurven aus Daten von mehr als einem Beobachter
  - 5.8 Arten/Areal-Kurven für Biotopverbundsysteme bzw. heterogene Biozönosen
  - 5.9 Arten/Areal-Kurven ausgewählter Kleinbiotope (Synusien) in Biozönosen
  - 5.10 Phänologie (Symphänologie) der Pilze und Pilzsukzessionen
  - 5.11 Dispersion von Pilzarten
  - 5.12 Anwendungen der Hyperbolischen Statistischen Arten/Areal-Kurve und ihrer Kenn-Konstanten R, M und D bei ökosozioologischen Fragestellungen.
  - 5.13 Zur Frage von Mindestflächen für Schutzgebiete - Antworten aus der Kenntnis Statistischer Arten/Areal-Kurven
  - 5.14 Zur allgemeinen Anwendbarkeit der Hyperbolischen Arten/Areal-Kurve im Bereich der belebten Natur
6. Literaturverzeichnis
7. Tabellen-Anhang

**Dank:** Herrn Prof. Dr. Wulfard Winterhoff danke ich für die Überlassung der ausführlichen pilzfloristischen Aufnahmen von der Sandhausener Düne sowie für wertvolle Literatur zum Thema Pilzfloristik.

Herr Peter Wolff/Dudweiler war dankenswerterweise bei der Aufnahme der Waldgesellschaften saarländischer Exkursionsgebiete behilflich.

Meine Frau Gisela hat mich bei pilzfloristischen Aufnahmen im Gelände oft begleitet und unterstützt. Hierfür und für die Übertragung des Manuskriptes einschließlich der umfangreichen Pilz/Plot-Tabellen in EDV danke ich ihr sehr herzlich.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Günter Leidinger für die Übersetzung der Kurzfassung in die französische Sprache.

Herrn Dr. Harald Schreiber, dem Schriftleiter der Delattinia, danke ich sehr für seine Bemühungen um optimale Umsetzung des Manuskriptes zum Druck sowie für fachliche Unterstützung.

## 1. Die Arten/Areal-Kurve als charakteristischer ökologischer Parameter eines Gebietes und Probleme zu ihrer Erstellung im Falle Höherer Pilze

In pflanzensoziologischen und naturschutzrelevanten Belangen stellt sich immer die Frage nach Vergleichbarkeit bzw. nach Unterschieden von verschiedenen Gebieten aufgrund ihrer Artenausstattung (vgl. z.B. BRAUN-BLANQUET 1964, DIERSCHKE 1994, KNAPP 1971, SCHMIT-HÜSEN 1968) und der Verteilung der Arten und ihrer Populationen innerhalb der Gebietsflächen - als Dispersion bezeichnet -, d.h. der Biodiversität (vgl. z.B. BARTHLOTT & WINIGER 1998, HAWKSWORTH 1995, KATO 1999, SCHULZE & MOONEY 1993). Ein Gebiet kann einerseits relativ homogen ausgestattet sein, d.h. aus einem Vegetationstyp bestehen, andererseits aber heterogen als Vegetationstypen-Mosaik ausgestattet sein, wobei die Artenvielfalt (a-Diversität) und die Mannigfaltigkeit aus struktureller Sicht, z.B. die Vielfalt von Mikrogesellschaften bzw. die Vielfalt an Pflanzengesellschaften, besonders interessieren.

Spezielle Kleinbiotope in größeren Biözonosen sind z.B. eine Eiche als Lebensraum für bestimmte Insekten (vgl. OPLER 1974) oder Adlerfarnbestände mit ihren Insekten (LAWTON ET AL. 1973) bzw. Holzsubstrate mit Porlingsgesellschaften (vgl. KOTIRANTA & NIEMELÄ 1981). Gleichzeitig stellt sich die nicht allgemein beantwortbare Frage nach der Wahl einer sinnvollen Größe von Untersuchungsflächen bzw. nach dem sogenannten Minimum-Areal eines Untersuchungsgebietes. Sollen noch die Populationsanteile aller vorkommenden Arten (vgl. GOODALL 1952) zur Ermittlung von Diversitäts-Indizes als gesellschaftsrelevante Merkmale berücksichtigt werden und daraus abgeleitet die Grade der Gleichverteilung, als Evenness bezeichnet, so ist der Arbeitsaufwand erheblich. Die Ergebnisse für verschiedene Gebiete sind hierbei aus vielerlei Gründen nur selten vergleichbar (DIERSCHKE 1994), da die Erhebungen als Momentaufnahmen nur einen Zeitschnitt in der Dynamik von Gebieten darstellen und gerade quantitative Befunde wie z.B. zum Deckungsgrad von Pflanzenarten im Laufe der zeitlichen Veränderung im gleichen Gebiet zu verschiedenen Zeiten oft erheblich voneinander abweichen können, ohne daß sich unbedingt im Artenspektrum Veränderungen zeigen müssen.

Die Artendiversität in Lebensräumen ist das Produkt von exogenen und endogenen Faktoren sowie ihren historischen, biotischen und abiotischen Interaktionen (vgl. z.B. RICKLEFS 1987, SANKARAN & MCNAUGHTON 1999), wobei sich die Grenzflächenverläufe der Kontaktflächen untereinander verzahnter verschiedener Klein- und Groß-Gesellschaften innerhalb eines Gebietes ständig differentiell ändern und in weiten Skalenbereichen deshalb mit Hilfe des theoretischen Ansatzes der fraktalen Geometrie (vgl. z.B. AXELRODT 1997, CASAGRANDE & GATTO 1959, FRONTIER 1986, MANDELBROT 1987, MAURER 1994, PALMER 1988) als Habitat-Diversität behandelt werden können. Artendiversität und -verteilung (vgl. z.B. COLEMAN 1981, COLEMAN ET AL. 1982) sind charakteristische fraktale Eigenschaften komplexer Biozönosen: von der Mikrodiversität (bzw. Mikroheterogenität) von Synusien bis zur Makrodiversität (Makroheterogenität). Unterschiedliche Dispersion (gleichmäßig- oder zufallsverteilt), Soziabilität und Bestandsdichte (Deckungsgrad) wirken sich dabei auf die Verteilungsmuster in der Gebietsfläche aus.

Eine seit langem bewährte Methode zur Darstellung der Artenvielfalt eines Gebietes  $G$  ist die sogenannte Arten/Areal-Kurve, welche durch alle voranstehenden Parameter geprägt wird und sozusagen ein Integral der Auswirkung aller Parameter auf die Artenverteilung darstellt und die sublineare Artenzunahme bei linear steigender Untersuchungsfläche eines Gebietes dokumentiert. Ihr Verlauf wird durch die Bedingungen der Datenerhebung (vgl. KNAPP 1984) deutlich beeinflusst. Will man für eine größere Fläche des Gebietstyps  $G$  die Artenvielfalt aus der Arten/Areal-Kurve ableiten, muß der Verlauf dieser Kurve über den experimentell gesicherten Bereich hinaus verlängert werden, was durch die dort meist geringe Steigung nur mit mehr oder weniger großer Unsicherheit gelingt. Für einen solchen Fall ist es unumgänglich, eine mathematische Funktion - angepaßt an den experimentell gesicherten Bereich - zugrunde zu legen.

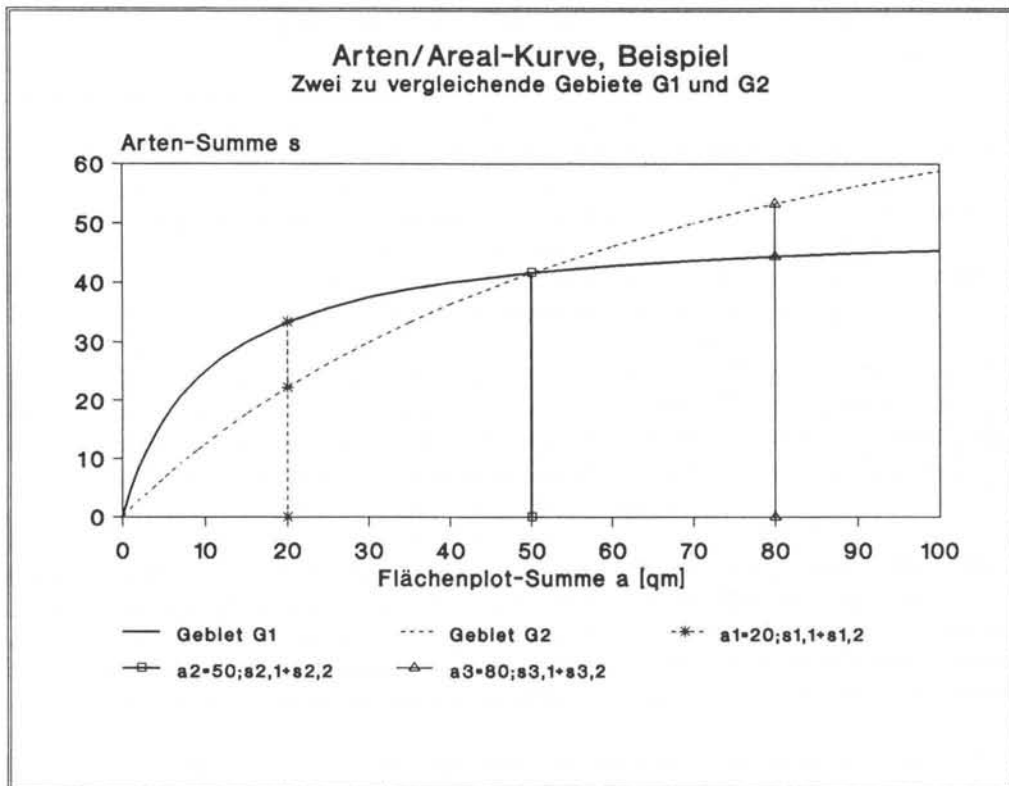
Möchte man die zwei Gebiete G1 und G2 bezüglich ihrer Artenzahlen miteinander vergleichen, so ist dies problematisch, wenn sich deren Arten/Areal-Kurven im Verlauf deutlich unterscheiden und nur jeweils ein Wertepaar Fläche/Artenzahl für jedes der beiden Gebiete vorliegt. In Abb. 1 ist hierfür ein Beispiel gezeigt. Vergleicht man die Artenzahlen  $s$  in verschiedenen Flächengrößen  $a_1$ ,  $a_2$  oder  $a_3$ , so ergibt sich folgender Vergleich zwischen beiden Gebieten:

in Fläche  $a_1$  ist Gebiet G1 artenreicher als Gebiet G2;

in Fläche  $a_2$  weisen beide Gebiete gleiche Artenzahlen auf;

in Fläche  $a_3$  ist Gebiet G2 artenreicher als Gebiet G1.

Liegt z.B. aus Gebiet G1 nur eine Angabe zur Fläche  $a_1$  vor und von Gebiet G2 nur eine zur Fläche  $a_3$ , so lassen sich keine sinnvollen Vergleiche zwischen beiden Gebieten ableiten, weder für Fläche  $a_1$ , noch für Fläche  $a_3$ , da aus den Einzelangaben keine Informationen zum Verlauf beider Arten/Areal-Kurven ableitbar sind. Für die Festlegung des Verlaufs einer Arten/Areal-Kurve müssen also - je nach zugrundegelegter mathematischer Näherungsfunktion - mindestens zwei Wertepaare  $a,s$  vorliegen.



**Abbildung 1:** Beispiele für die Verläufe von kumulativen Arten/Areal-Kurven zweier zu vergleichender Gebiete G1 und G2

Die Erhebung von Daten zur Arten/Areal-Kurve für Pilze ist noch besonders problematisch, da die Pilze erstens oft ausgeprägte, meist kurzzeitige Fruktifikationsperioden im Jahreslauf, d.h. eine jahreszeitliche Fruktifikationsrhythmik (= Symphanologie) aufweisen, zweitens aufgrund ihrer heterotrophen Lebensweise sehr unterschiedliche Substrate besiedeln, drittens meist weit verstreute, oft nur aus wenigen Fruchtkörpern bestehende Populationen ausbilden (vgl. z.B. COOKE 1948), viertens ihre Artenzahl in einem Lebensraum diejenige der Höheren Pflanzen meist deutlich übertrifft. Zur Ökologie von Pilzen existiert eine umfangreiche Literatur. Hier seien nur einige Arbeiten herausgegriffen (andere sind bei spezielleren Fragestellungen eigens zitiert), umfangreichere Arbeiten zur Ökologie der Pilze stammen z.B. von BUJAKIEWICZ (1992), COOKE (1979), HAAS (1932), KOST (1992), KOST & HAAS (1989) und SENN-IRLET (1987; spezielle Waldbiotope bearbeitete z.B. WATLING (1984), die Ökologie von saprophytischen Kleinpilzen hat z.B. GAMS (1992) untersucht, flächendiversitative Verteilungen von Pilzen sind Gegenstand der Untersuchungen z.B. von BODDY ET AL. (1988).

Durch die Nutzung organischen Materials haben sich bei Pilzen mehr oder weniger ausgeprägte Substratspezifitäten herausgebildet (vgl. z.B. BEGON ET AL. 1991, ELLIS & ELLIS 1987, 1988, MAY 1998, LISIEWSKA 1992), die für die Pilze in unserem Land in DERBSCH & SCHMITT (1984, 1987) dokumentiert sind. Saprophytisch bzw. parasitisch lebende Pilze (vgl. COOKE & RAYNER 1984, DICKINSON & PUGH 1974, FRANKLAND ET AL. 1982, KREISEL 1961A, RYPACEK 1966) - auch Pilzgesellschaften - treten schon an kleinsten Substraten auf, z.B. auf einzelnen Koniferennadeln (dort z.B. *Micromphale perforans*) oder Laubblättern, andere auf ausgedehnteren, substanzreicheren Substraten wie Laub- und Nadelstreu, Baum-Stubben oder -Stämmen (vgl. z.B. DE VRIES 1990, JAHN 1979, RAYNER & BODDY 1988). Andere hingegen als stickstoffliebende Arten besiedeln z.B. Tierkadaver oder Ausscheidungen von Tieren (vgl. CARTER 1958, HARPER & WEBSTER 1964) bzw. Brandstellen (vgl. PETERSEN 1970).

Die zweite große ökologische Gruppe der symbiotisch lebenden Pilze bildet mit lebenden Pflanzen im Wurzelbereich Mykorrhizen verschiedenen Typs aus (vgl. z.B. AGERER 1985, HARLEY & SMITH 1983), die den Pflanzen einen Gewinn an Wasser- und Mineralstoff-Aufnahme nebst einem Infektionsschutz bietet und den Pilzen die lebensnotwendigen, energiereichen Kohlenhydrate liefert. Gerade die Ektomykorrhiza bildenden Großpilze der Wälder (vgl. MARKS & KOZLOWSKI 1973) haben wiederum mehr oder weniger enge Wirtsgehölz-Spezifitäten ausgebildet (vgl. z.B. READ ET AL. 1992), wobei der Wurzelbereich eines einzigen Großgehölzindividuums gleichzeitig und/oder nacheinander mit einer Reihe verschiedener Mykorrhizapilzarten - bis zu 100 Arten - verbunden sein kann (vgl. z.B. MARGULIS 1993, MARGULIS & SAGAN 1999), die eine abhängige Pilzgesellschaft innerhalb des Wurzelraumes ausbilden, welche flächenmäßig mehr als 1000 m<sup>2</sup> umfassen kann. PINHO-ALMEIDA ET AL. (1999) haben in Portugal z. B. innerhalb des Wurzelraumes eines einzelnen alten Überhälter-Exemplares von *Quercus rotundifolia* in zwei Jahren 39 Arten Höherer Pilze nachgewiesen, worunter sich 29 Ektomykorrhiza-Bildner befanden. Wenn allerdings mehrere Baumindividuen-Wurzelbereiche über Mykorrhiza-Verbund miteinander im Boden kurzgeschlossen sind, können Einzel-Mykorrhizapilz-Standorte sich noch über wesentlich größere Flächen erstrecken.

Eine der besten, modernen, kritischen und zusammenfassenden Darstellungen zum Thema Pilzökologie und Pilzsoziologie gibt WINTERHOFF (1984); die pilzsoziologische Literatur ist z.B. in den Bibliographien von APINIS (1970), NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ (1973), NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNÁ & HADAC (1972), TÜXEN (1964, 1966) und WINTERHOFF (1984, 1992) zusammenfassend dargestellt. Übersichten der Pilzarten-Ausstattung von Pflanzengesellschaften größerer Gebiete - dort vor allem der Wälder - geben z.B. BON & GÉHU (1973) für Frankreich oder HEINEMANN & DARIMONT (1956) für Belgien. Über Pilze in Gesellschaften außerhalb der Wälder hat vor allem ARNOLDS gearbeitet (ARNOLDS 1981, 1982, 1988, 1992). Übersichten zur methodischen Pilzsoziologie finden sich in BARKMAN (1976), DARIMONT (1973), HÖFLER (1937, 1955), HUECK (1953), KALAMEES (1968), SMARDA (1968). BARKMAN (1968), LISIEWSKA (1974)

und WINTERHOFF (1984) folgern für den synsystematischen Status der Pilze in Biozönosen, dass sie gleichrangige Komponenten im Vergleich zu Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sind. Makromyzetten bilden Synusien, die strukturelle und funktionelle Elemente in Pflanzengesellschaften darstellen.

Die Myzotation eines Lebensraumes bzw. einer Biozönose (Zusammenfassungen z.B. in KREISEL & DÖRFELT 1985, KREISEL & RITTER 1985, SCHMITT 1987a) besteht also aus einem Mosaik vielfältiger kleinster bis ausgedehnter Pilzgesellschaften (vgl. z.B. BARKMAN 1968, CAIN 1936), die man je nach Standort und Ausprägung als Mykozönose, Pilzsynusie (Mykosynusie oder Mykosynözie) bezeichnet. Geeignet zur Erfassung spezifischer Abhängigkeitsbeziehungen von Pilzen mit anderen Organismen ist der Begriff des Konsortiums, der die Wirkungssphären der mehr oder weniger substratspezifischen Organismen in Abhängigkeit zum Substrat beinhaltet. Primäre Konsorten (1. Wirkungssphäre) sind z.B. Mykorrhizapilze oder spezifische totholzbesiedelnde Pilze, sekundäre Konsorten (2. Wirkungssphäre) sind z.B. in diesen Pilzfruchtkörpern lebende Insekten oder Folge-Pilze (z.B. *Polydesmia pruinosus* auf Fruchtkörpern von holzbesiedelnden *Sphaeriales*-Arten); Tertiäre Konsorten (3. Wirkungssphäre) sind dann Vögel, die sich von den in Pilzen lebenden Pilzmücken ernähren oder Tiere, die Pilzfruchtkörper verzehren, wie z.B. Schnecken, Mäuse oder Eichhörnchen.

Die Ursachen für das langanhaltende Ansteigen der Arten/Areal-Kurven bei Pilzen beruht also auf der beträchtlichen Ausdehnung vieler Einzelpilzmyzelien (Hexenringe können z.B. über 50 m Durchmesser erreichen), der Überdispersion vieler Pilze, dem geringen Flächenanteil, der Substratspezialisten zur Verfügung steht und der Seltenheit (vgl. hierzu KUNIN & GASTON 1997, PRESTON 1962) vieler Arten: z.B. fand WINTERHOFF (1977) in einem *Pyrolo-Pinetum* auf 7,4 ha Fläche 40 % aller Pilzarten an nur je einer Stelle. Mit zunehmender Fläche eines Gebietes G nimmt die Zahl der darin befindlichen unterschiedlicher Habitats zu (vgl. ABELE 1974, HARMAN 1972, DEXTER 1972), da auf großer Fläche in der Praxis nicht nur gleichartige Habitats anzutreffen sind (vgl. MCCOY & CONNOR 1976), jedoch steigt grundsätzlich die Zahl der Arten immer mit der Arealfläche (vgl. ABELE & PATTON 1976, OSMAN 1977, SIMBERLOFF 1976).

<sup>1</sup>In Biozönosen sind zu einem bestimmten Zeitpunkt nur die Fruchtkörper eines Teils der hier lebenden Großpilze zu sehen, in jeder Jahreszeit gibt es deshalb mehr oder weniger typische Fruktifikationsschwerpunkte gewisser Arten, die dann als Pilzaspekte charakterisiert werden (vgl. HÖFLER 1954, 1962). Außerdem wechselt die Zahl und auch das Artenspektrum der fruchtenden Arten von Jahr zu Jahr.

Die Abundanzen von Pilzen sind aus den voranstehend diskutierten Gründen mit denjenigen von Pflanzen nicht vergleichbar, Dominanz und Deckungsgrad sind ebenfalls auf Pilze nicht sinnvoll anwendbar. Am günstigsten hat es sich in der Praxis erwiesen, mit gestuften Fruchtkörperzahlen pro Flächenplot zu arbeiten, wobei sich logarithmische Stufungen bewährt haben, z.B. 1, 2-3, 4-10, 11-30, 31-100, > 100.

Für die Aufnahme von Arten/Areal-Kurven für Pilze sind aus praktischer Sicht drei Aspekte bedeutsam: Größe und Form der Plotflächen sowie der zeitliche Aspekt bei der Aufnahme. In der Literatur werden meist Plotflächen-Größen von 100 bis 1000 m<sup>2</sup> verwendet, seltener kleinere - bis 1 m<sup>2</sup> hinunter - oder größere von 2000 bis 40 000 m<sup>2</sup>. Für Grasland-Gesellschaften werden 100 bis 200 m<sup>2</sup>, für Wälder dagegen 1000 bis 4000 m<sup>2</sup> als Einzel-Plotflächengröße vorgeschlagen (vgl. BARKMAN 1976). Sinnvollerweise muß die Einzel-Plotfläche deutlich größer sein als die größte, von einem Synusium (z.B. ein Mykorrhiza-Flächenbereich innerhalb des Wurzelraumes eines ausgewachsenen Baumes) eingenommenen Fläche. Die Zahl der Probestflächen variiert dabei von 1 bis maximal 32 (vgl. LISIEWSKA 1974), meist werden 3 bis 10 Plots untersucht. Bei artenarmen, kleinflächigen Plots (Synusien) - z.B. Pilzbesiedlung von Baumstubben - müssen wesentlich mehr Plots untersucht werden, wie aus der Arbeit von BRAUN (1973) hervorgeht: Bei *Fagus*-Stubben sind auf 10 Stubben nur ca. 50 % aller auf mehr als hun-

dert Stubben gefundenen Arten nachweisbar. Auch die Form und Lage der Plots im Untersuchungsgebiet macht sich in der kumulativen Arten/Areal-Kurve bemerkbar: Die Vergrößerung eines Startplots ergibt wegen der durch direkte Nachbarschaft weniger verschiedenen Zusatzflächen eine flachere Arten/Areal-Kurve als die Kumulation gleich großer Flächen, die im Untersuchungsgebiet verteilt weiter voneinander entfernt liegen. Die Ergebnisse letztgenannter Aufnahmetechnik harmonisieren mit der Bearbeitung bandförmiger Transekte durch ein Gebiet. Für die möglichst komplette Aufnahme aller in einem Jahr fruktifizierenden Pilzarten in Probestflächen werden 4-5 gut gewählte Gänge pro Saison, dazu 2 weitere zu anderen Zeiten empfohlen. Wird die Pilzflora über einen mehrjährigen Zeitraum erfaßt, hängt die %-Zahl der pro Jahr hinzukommenden Arten von der Probestflächengröße, der Häufigkeit der Beobachtungsgänge pro Jahr und der Anzahl der Untersuchungsjahre ab.

Die Form der erhaltenen Arten/Areal-Kurven über die Kumulierung der Artenzahlen bei Plotflächen-Kumulation hängt aber wiederum von der Reihenfolge der Kumulierungsschritte ab, d.h. ob Plot 1, dann 2 usw. oder ob Plot 3, dann Plot 1 usw. gewählt wird. In jedem Fall resultiert trotz gleicher Aufnahmedaten ein unterschiedlicher Kurvenverlauf. Zum anfangs gestellten Problem des Vergleichs der Arten/Areal-Kurven verschiedener Gebiete - z.T. über die experimentell gesicherten Bereiche der Kurven hinaus - muß deshalb eine passende, mathematische Funktion gesucht werden, die den experimentell gefundenen Daten optimal angepaßt ist und sicherere Aussagen zu Artenzahlen von Gebietsgrößen erlaubt, die über die experimentellen Bereiche hinausgehen.

Im folgenden Kapitel werden deshalb neben der Darstellung und Diskussion ökologischer Parameter vor allem Arten/Areal-Kurven mit ihren mathematischen Näherungsfunktionen vorgestellt und diskutiert, die bisher in der ökologischen Literatur bevorzugt verwendet werden.

## **2. Definitionen von Artendiversität, Heterogenität und Minimum-Areal eines Gebietes einschließlich der verbreitetsten Verfahren zu deren Erfassung und Berechnung**

### **2.1 Mathematische Funktionen zum Beschreiben der Arten/Areal-Kurven**

Nach SCHOENER (1976: 560) ist die Arten/Areal-Kumulationskurve eine der wenigen universellen und am häufigsten studierten Gesetzmäßigkeiten in Biogeographie und Gesellschaftsökologie und seit fast 100 Jahren Gegenstand intensiver Studien, vgl. z.B. die Arbeiten von ARRHENIUS (1921, 1922), ASHBY (1948), CAIN (1938), CONNOR & MCCOY (1979), GLEASON (1922, 1925), GOODALL (1952), JACCARD (1902, 1907, 1908), KYLIN (1926), MACARTHUR & WILSON (1967), PRESTON (1960, 1962), SIMBERLOFF (1972), STÖHR & BÖCKER (1987), TOFTS & ORTON (1998), WERGER (1992) und WILLIAMS (1964). Als Beispiel einer der frühesten, darüber publizierten Arbeiten sei die hervorragende Studie von ILVESSALO (1922) über die Pflanzenausstattung südfinnischer Wälder herausgegriffen. In Abb. 2a sind die Arten/Areal-Kurven in Form der Kopie der Originalabbildung (Abb. 8 + Tab. 9 in ILVESSALO 1922) wiedergegeben. In den darunter befindlichen Abb. 2b und 2c sind die Daten aus Abb. 2a in eine EDV-Graphik übertragen und ihre reziproke Darstellung nach HANES (1932) linearisiert dargestellt. Es ergibt sich aus der sehr guten Korrelation der Kurvenpunkte mit Geraden für die Pflanzen-Arten/Areal-Kurven als optimale mathematische Anpassung also eine hyperbolische Funktion (vgl. Kapitel 3 und 4).

Inzwischen sind zahlreiche weitere ähnliche Untersuchungen an Pflanzen, Tieren und auch Pilzen publiziert (vgl. z.B. TÜXEN 1970), alleine in CONNOR & MCCOY (1979) sind hundert davon aufgeführt. Die mit ansteigender Untersuchungsfläche immer flacher ansteigenden Arten/Areal-Kurven scheinen nach der überwiegenden Zahl der bisher gemachten Erfahrungen

einem Artenzahl-Grenzwert (Asymptote)  $R$  zuzustreben, der jedoch erst bei sehr großen Flächen eines Gebietstyps  $G$  erreicht wird. Leider ist der interessante Grenzwert  $R$  aus dem Verlauf der flachen Arten/Areal-Kurvenbereiche nur mit größeren Unsicherheiten graphisch durch Kurvenverlängerung ermittelbar.

Da ein asymptotischer Verlauf nicht unbedingt als gesichert angenommen werden kann, wurden als Anpassungsfunktionen verschiedene Lösungen vorgeschlagen (vgl. z.B. CAIN 1938, CASWELL & COHEN 1993, HART & HORWITZ 1991, KYLIN 1926, MARGALEF 1951a,b, SCHOENER 1976, VESTAL 1949, WILLIAMS 1950):

a) Die **Wurzel- oder Potenzfunktion** der allgemeinen Form:  $s = K \cdot a^z$  ( $s$  = Artenzahl,  $a$  = Fläche,  $K$  = Steigungskonstante,  $z$  = Exponent, der meist nicht ganzzahlig ist), welche von ARRHENIUS (1921, 1923a,b) hierfür eingeführt und durch die Publikationen von MACARTHUR & WILSON (1967) als sogen. "Inselgleichung" bekannter wurde. Die linearisierte Form der Funktion wird als "loglog"-Ansatz bezeichnet, da die Auftragung von  $\log s$  gegen  $\log a$  eine Gerade mit der Steigung  $z$  ergibt.

Für Arten/Areal-Kurven von Großpilzen wurden vom Autor im Rahmen pilzfloristischer Vergleiche verschiedener Biozöosen im Saarland Potenzfunktionen als mathematische Näherungen erprobt (SCHMITT 1990, 1992), die jedoch nur in einem begrenzten Flächenbereich gültig waren und stellenweise nur schwierig an die experimentellen Befunde angepaßt werden konnten, jedoch bezüglich des Vergleichs der taxonomischen Diversitäten von Gebieten nützlich waren.

Von BROWN ET AL. (1989) wurde die Potenzfunktion durch Aufnahme von Termen für Isolationseffekte besser an experimentelle Befunde von Insel-Untersuchungen angepaßt, durch eine Ergänzung des Arrhenius'schen Ansatzes kommen BALTANAS (1992) bzw. STOUT & VANDERMEER (1975) zu einer asymptotischen, logarithmischen Funktion mit einem Grenzwert für die Artenzahl eines Gebietstyps bei unendlich großer Gebietsfläche.

b) Eine **halblogarithmische Funktion** der Form  $s = K \cdot \log a$  wurde von GLEASON (1922, 1925) erprobt und z.B. von FISHER ET AL. (1943) sowie WILLIAMS (1943) aufgegriffen (vgl. auch MAY 1980). Dieser sogen. "loglin"-Ansatz entspricht einer Exponentialfunktion ohne Grenzwert.

c) Die **logistische Funktion** von VERHULST (1838), die als asymptotische Exponentialfunktion ursprünglich zur Beschreibung des zeitlichen Anstiegs von Menschenpopulationen entwickelt worden war und einen sigmoiden Verlauf zeigt, wurde ebenfalls als Anpassungsfunktion  $s = R/(1 + e^{K \cdot (r-a)})$  für Arten/Areal-Kurven getestet (vgl. z.B. BEGON ET AL. 1990, ODUM 1991).

d) Aufwendigere Verfahren berücksichtigen die **Verteilung von Arten-Abundanzen**, meist als lognormale Verteilungen oder deren Integration, z.B. MAY (1980), MILLER & WIEGERT (1989), PRESTON (1948, 1960, 1962), SLOCOMB & DICKSON (1978), UGLAND & GRAY (1982), was bei größeren Untersuchungsflächen eine kaum zu bewältigende Vorarbeit (vgl. auch JACCARD 1907) erfordert. Hierher gehört auch das Verfahren von COLEMAN (1981) und COLEMAN ET AL. (1982) über Verteilungssummen statistisch verteilter Arten bzw. der Ansatz von BULMER (1974) über Poisson-lognormale Verteilungen. Diese Verfahren, welche mit Arten-Abundanzen arbeiten, sind für Pilze aus den in Kapitel 1 dargelegten Gründen nicht anwendbar.

**Abbildung 2:** Pflanzen-Arten/Areal-Kurven aus verschiedenen Typen südfinnischer Wälder mittleren Alters; aus ILVESSALO (1922):

- a) Original-Abbildung in ILVESSALO (1922: Abb. 8)
- b) Einfache Arten/Areal-Kurve, aus den Daten in ILVESSALO (1922: Abb. 8, Tab. 9) erstellt, mit Best-Hyperbel-Anpassung
- c) Hanes-Transformation von b); die Diskussion der aktuellen Auswertung siehe Tab. 1



a)

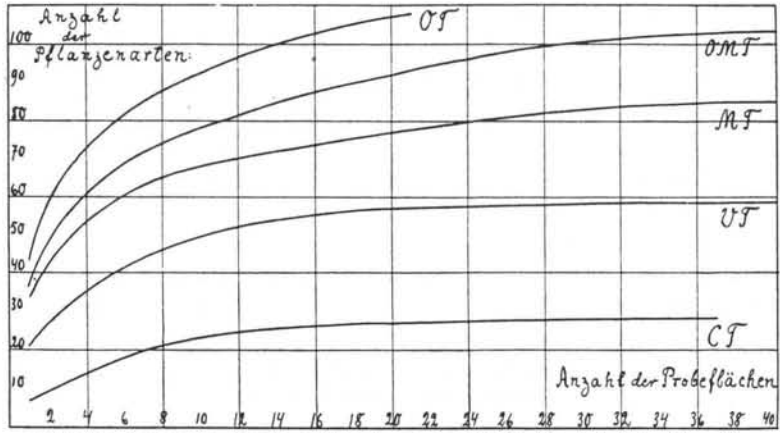
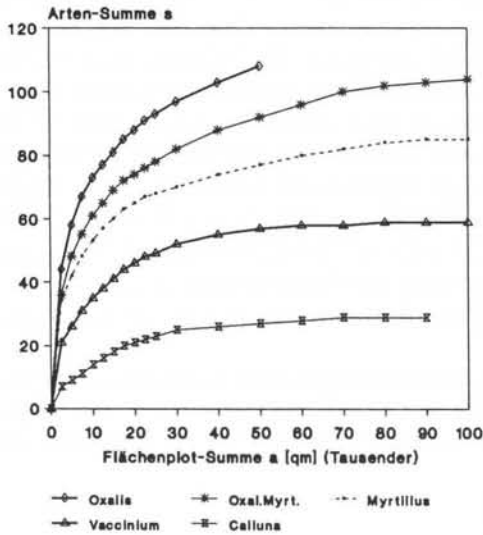


Fig. 8. Zunahme der angetroffenen Pflanzenarten bei zunehmender Anzahl der Probeflächen in Beständen mittleren Alters.

b) Pflanzen-Arten/Areal-Kurven  
ILVESSALO 1922; 5 Waldtypen, Finnland



c) Pflanzen-Arten/Areal-Kurven  
ILVESSALO 1922; Finnland; Hanes-Tr.

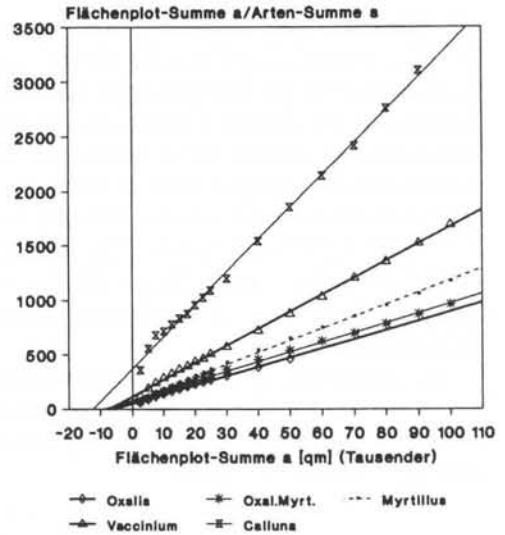


Abb. 2

e) Auch eine Reihe **nicht-parametrischer Verfahren** wurden getestet, die über die Erfassung der Artenspektren in Flächenplots und deren direktem Vergleich die Abschätzung des Grenzwertes für den Artenreichtum des untersuchten Gebietstyps erlauben. Hierzu gehört z.B. das sogen. "Jackknife"- oder das "Bootstrap"-Verfahren (vgl. BURNHAM & OVERTON 1975, 1978, CHAO 1984, 1987, CHAO & LEE 1992, COLWELL & CODDINGTON 1994, FISHER ET AL. 1943, HELTSHE & FORRESTER 1983, HELTSHE & RITCHEY 1984, SAS 1985, SMITH & VAN BELLE 1984, TULDAVA 1977, 1987, WILLIAMS 1943, 1944, 1947, 1964).

Weitere Verfahren werden z.B. von BOULINIER ET AL. (1998), CONNOR & MCCOY (1979), EFRON & THISTED (1976), KILBURN (1966), PALMER (1990, 1991), ROMELL (1920), ROSENZWEIG (1995) und SIMPSON (1949) vorgestellt, kritische Übersichten hierzu findet man z.B. in BUNGE & FITZPATRICK (1993), HART & HORWITZ (1991) sowie MCGUINNESS (1984).

Alle nicht-asymptotischen Ansätze erweisen sich nur im experimentell abgedeckten Flächenbereich als gute Näherungen, versagen aber in deutlich darüber hinausgehenden Flächenbereichen, da sie dann viel zu hohe Artenzahlen voraussagen.

f) Die einfachste und - wie sich noch zeigen wird - **optimale asymptotische Funktion in Form einer Hyperbel** soll als letzte der in der Literatur verwendeten mathematischen Näherungen für Arten/Areal-Kurven vorgestellt werden. Ähnlich wie die Wachstumsfunktion (VERHULST 1838, vgl. Abschnitt d) ist ihr Spezialfall, die Michaelis-Menten-Funktion, aus der Beschreibung biologischer bzw. biochemischer Vorgänge entlehnt. Die Michaelis-Menten-Funktion (vgl. MICHAELIS & MENTEN 1913) beschreibt die Kinetik enzymatisch katalysierter Substratumsätze in der Biochemie und wurde von MONOD (1942) erfolgreich als beschreibende Funktion für das Wachstum von Bakterien-Kulturen verwendet. Als asymptotische, hyperbolische Funktion diente sie DE CAPRARIIS (1984), DE CAPRARIIS & LINDEMANN (1978, 1981), DE CAPRARIIS ET AL. (1976, 1981), CLENCH (1979), KALANTAR (1987) und LAUGA & JOACHIM (1987) als besonders effektive Näherungsfunktion für Arten/Areal-Kurven im Falle verschiedenster Organismen.

LAUGA & JOACHIM (1987) berechneten aus der einfachen hyperbolischen Arten/Areal-Kurve für Vogelarten den Artenzahl-Grenzwert und bezeichneten ihn als Diversität, während die Arealfläche mit halber Diversität als Heterogenität definiert wurde. DE CAPRARIIS ET AL. (1976) wandten die gleiche hyperbolische Näherung erfolgreich zur Beschreibung von Arten/Areal-Kurven von Mollusken (Schnecken und Muscheln) an, DE CAPRARIIS & LINDEMANN (1978) schließlich beschrieben damit Arten/Areal-Kurven von Korallen bzw. Pflanzen in Kiefernwald-Gesellschaften, während HART & HORWITZ (1991) die Methode zur Beschreibung von Vogelarten/Areal-Kurven aus Mooren Großbritanniens einsetzten. LAWTON ET AL. (1993) schließlich nutzten die hyperbolische Näherung zur Beschreibung der Arten/Areal-Kurven von herbivoren Insekten in Adlerfarn-Beständen. Weitere Anwendungen der Hyperbelfunktion aus Literaturbefunden als besonders gute Näherung für Arten/Areal-Kurven werden in Kapitel 3 und 4 ausführlicher vorgestellt.

Die besondere Eignung der hyperbolischen Funktion bestätigen auch Vergleiche mit Ergebnissen anderer Ansätze, wie sie von PALMER (1990) bzw. COLWELL & CODDINGTON (1994) ange stellt wurden: Die besten Anpassungsergebnisse erreichte die Michaelis-Menten-Funktion als zweiparametrische Hyperbel:

$$s = \frac{R \cdot a}{B + a}$$

(s = Artenzahl, a = Fläche, R = Asymptote, B = Konstante), an zweiter Stelle stand die Funktion  $s = R (1 - e^{-k \cdot a})$ , welche z.B. von HOLDRIDGE ET AL. (1971), MILLER & WIEGERT (1989) oder SOBÉRON & LLORENTE (1993) verwendet wurde. Um die Konstanten R und B der Hyperbel aus experimentellen Daten optimal bestimmen zu können, schlugen LINEWEAVER & BURK (1934) als erste vor, die Daten in der Form 1/s gegen 1/a in einem Koordinatensystem einzutragen und

daraus die Best-Gerade zu ermitteln, deren Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen dann die Berechnung von R und B erlaubten - die linearisierte Form der Hyperbel ist hierbei

$$1/s = 1/R + \frac{B}{R} \cdot \frac{1}{a}$$

Diese Linearisierung gilt heute als die ungünstigste und ist von anderen Verfahren abgelöst worden (vgl. Kapitel 4). Als optimalste Transformationen der Hyperbel in eine Gerade gelten nach Überprüfung der verschiedenen Ansätze durch ATKINS & NIMMO (1975), DOWD & RIGGS (1965), RAJMAKERS (1987) bzw. WILLIAMS (1988) das Verfahren von EADIE (1942) und HOFSTEE (1952) über die Funktion  $s = -B \cdot s/a + R$  bzw. das Verfahren von HANES (1932) über die Funktion  $a/s = 1/(R \cdot a) + B/R$ .

## 2.2 Soziologische Parameter in der Vielfalt ihrer inhaltlichen Definitionen

Abhängig oder unabhängig von mathematischen Funktionen werden eine Reihe soziologischer Parameter je nach Zielsetzung einer Untersuchung verschieden definiert bzw. interpretiert und können auf verschiedenste Weise ermittelt werden. Im folgenden werden die öfter gebrauchten Parameter kurz mit ihrer Inhaltsproblematik vorgestellt, die deutlich macht, daß hier eine universelle Normierung zur Vergleichbarkeit biosoziologischer Untersuchungen notwendig ist. Allgemeine Übersichtsarbeiten zur angesprochenen Problematik stammen z.B. von DIERSCHKE (1994), ELLENBERG (1994), HAEUPLER (1982), JURKO (1986), KNAPP (1977), KYLIN (1926), MAY (1980), MCINTOSH (1967), NAGEL (1976), PALMER (1990), PEET (1974), SHANNON & WEAVER (1949), SIMPSON (1949) und WHITTAKER (1972, 1977), speziell zu Pilzen z.B. von ARNOLDS (1992, 1995), DÄMON ET AL. (1992) und WINTERHOFF (1992).

„Der Begriff **Diversität** ist besonders theoriebeladen und mißverständlich, wie die ausführliche Diskussion bei HAEUPLER (1982) zeigt“, wie DIERSCHKE (1994: 144) einleitend betont. Nachstehend sind die unterschiedlichen Begriffsinhalte für Diversität sachlich in drei Kategorien aufgeteilt:

a) **Taxonomische Diversität**  $\equiv$  Artenvielfalt (Artenreichtum)  $\equiv$   $\alpha$ -Diversität einer Biozönose des Typs G mit definierter Flächenausdehnung A. Begrifflich betrifft diese Definition das grundlegendste und allgemeinste Diversitätsmaß, wobei lokale und regionale Artenvielfalt unterschieden werden (vgl. CALEY & SCHLUTER 1997, 1998, WESTOBY 1998). Am Beginn dezidiertere Diversitätsbetrachtungen standen z.B. die Arbeiten von SHANNON & WEAVER (1949), MARGALEF (1957), MACARTHUR & MACARTHUR (1961), MACARTHUR & WILSON (1963, 1967). In neuerer Zeit hat sich insbesondere NAGEL (1972) intensiv mit diesem Thema befaßt. Die Artenvielfalt hängt nach WRIGHT (1983) bzw. WRIGHT ET AL. (1993) primär von der für Lebewesen verwertbaren und zur Verfügung stehenden Energie ab, während SCHLUTER & RICKLEFS (1993) sowie TILMAN & PACALA (1993) eine Reihe anderer Parameter diskutieren.

Die Taxonomische Diversität  $\equiv$  Artenkapazität  $\equiv$  Artenreichtum für einen Biozönose-Typ G mit unendlich großer Ausdehnung läßt sich als Grenzwert asymptotischer Arten/Areal-Kurven, z.B. der Hyperbel-Anpassung, vorausberechnen und wird im folgenden mit R bezeichnet und wurde schon von LAUGA & JOACHIM (1987) entsprechend aufgefaßt, während die Artenvielfalt eines flächenmäßig begrenzten Gebietes vom Typ G der Fläche A als RA bezeichnet werden soll.

b) **Heterogenitäts-Indizes** beruhen auf einer Kombination von Artenvielfalt und Artenmächtigkeiten (= Deckungsgrade) bzw. auf Verhältnissen von Deckungsgraden oder auf der Verteilung der Artenpopulationen in der Fläche  $\equiv$  Arten-Dispersion, vgl. z.B. FISHER ET AL. (1943), PRESTON (1960), ROMELL (1920). Für Pilze prägen DÄMON ET AL. (1992) den Begriff der Totalfrequenz als Summe der absoluten Häufigkeiten ( $\equiv$  Frequenzen) aller Arten einer Un-

tersuchungsfläche, wobei sie logarithmisch gestufte Häufigkeitskategorien für die Pilzfrucht-körper wählen. Unter dem Begriff Diversität verstehen sie den Shannon-Index, der nachstehend diskutiert wird.

LAUGA & JOACHIM (1987) interpretieren den Flächenwert mit halber Arten-Kapazität, d.h.  $R/2$ , in der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve als "Hétérogénéité", eine sehr einfache und sinn-volle Deutung, wie später noch gezeigt werden wird. NAGEL (1976) gibt ein kompliziertes Ver-fahren zur Darstellung eines Artendiversitätsmaßes, welches nicht nur die unterschiedliche Anzahl von Arten ( $\alpha$ -Diversität) sondern auch deren Abundanzen und die Unterschiede im Artenspektrum zu vergleichender Flächen berücksichtigt.

Die Verteilungsmuster von Artenpopulationen in der Gebietsfläche, nach DIERSCHKE (1994) als Symmorphologie bezeichnet, werden z.B. von FRONTIER (1986), MAURER (1994) und RIP-LEY (1986) ausführlich diskutiert und über Interaktionen der Artenpopulationen miteinander und mit den abiotischen Ressourcen der Biozönose als fraktale bzw. chaotische Modelle rech-nerisch beschrieben. Die "evenness"-Komponente der Diversität, d.h. der Gleichverteilungs-grad, scheint eine echte fraktale Dimension der Gesellschaftsstruktur zu sein. Die Hill-Verhält-niszahlen (vgl. HILL 1973) sind möglicherweise eine weitere brauchbare Beschreibung der Gesellschafts-Diversität, sie sind jedoch noch kaum erprobt. PALMER (1994) diskutiert über 120 plausible Hypothesen für die Ursachen, weshalb sich verschiedene Gebiete in ihrem Artenreich-tum unterscheiden.

Der Heterogenitäts-Index nach SIMPSON (1949) zeigt die Wahrscheinlichkeit auf, daß sta-tistisch verteilte Arten in einem Plot zur gleichen Art gehören. Weitere Heterogenitätsmaße dis-kutieren MCINTOSH (1967), MARGALEF (1957), SHANNON (1976) und SHANNON & WEAVER (1949). Der Shannon-Index, welcher auf der Verteilung der relativen Abundanzen von Arten basiert, ist besonders empfindlich bei Änderungen im Artenspektrum bezüglich seltener Arten (vgl. PIELOU 1966), während der Gini-Index als ergänzter Simpson-Index empfindlich auf Änderungen verbreiteter Arten reagiert.

Auf den Biozönose-Typ eines Gebietes beziehen sich noch weitere  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - und  $\epsilon$ -Di-versitäten, die für Gesellschafts-Differenzierungen komplexer Gebiete geeignet sind (vgl. z.B. SCHLUTER & RICKLEFS 1993). HART & HORWITZ (1991) diskutieren verschiedene Habitat-Diversitäts-Modelle. Als Homogenität schließlich wird die Regelmäßigkeit von Strukturele-menten in einem Areal verstanden. Bei hoher Homogenität verläuft die Arten/Areal-Kurve schon bei kleineren Flächen sehr flach auf ihren Grenzwert zu.

Die mosaikartige Strukturvielfalt und damit verknüpfte Komplexität von Biozönosen (vgl. z.B. ANDERSEN 1992, CORNELIUS & REYNOLDS 1991, DUTILLEUL 1993, HART & HORWITZ 1991, HELTSHE & RITCHEY 1984, LEGENDRE 1993, LEGENDRE & FORTIN 1989, LI & REYNOLDS 1994, RITCHIE & OLFF 1999, ROSSI ET AL. 1992) hängt von der Verschiedenheit der Synusien- und Biotop-Typen, von deren Verhältnis zueinander, ihren Flächenanteilen und den Einflüssen benachbarter Biozönosen ab. In ihren mannigfaltigen Wechselbeziehungen verhalten sie sich wie ein deterministisches Chaos (STONE & EZRATI 1996, WILLIAMSON & LAWTON 1991).

Wälder als besonders pilzartenreiche Biozönosen weisen eine hohe Komplexität an Pilz-standorten auf, die von kleinstflächigen Synusien der Größe einer einzigen Fichtennadel über Moospolster, abgestorbene Grünpflanzen, Holzstückchen, Früchte, Baumstubben, liegende Baumstämme, Kothaufen, bis hin zu großflächigen Mykorrhizen im ausgedehnten Wurzelbe-reich einzelner großer Bäume oder gar zu Mykorrhiza-Verbundsystemen mit Ausdehnungen von mehreren 1000 m<sup>2</sup> reichen und mit der Baumartendiversität in ihrer Vielfalt zunehmen.

c) Das **Minimum-Areal** einer Pflanzengesellschaft oder Biozönose wird als Begriff heute sehr unterschiedlich diskutiert. "Eine genaue Definition des Minimum-Areals bereitet große Schwierigkeiten. Bis heute gibt es kein völlig objektives Verfahren zu seiner Bestimmung", so formuliert es DIERSCHKE (1944: 142). WERGER (1972) geht sogar noch einen Schritt weiter:

“Eine objektive Definition des Minimum-Areals scheint unmöglich”. Manche Autoren wie z.B. TÜXEN (1970) oder VESTAL (1949) schlagen Grenzen vor, in denen ein bestimmter Anteil der Gesamt-Artenzahl eines Gebietes vorkommt, z.B. 80 oder 95 %. Eine Zusammenstellung aller bisher diskutierten Methoden geben DIETVORST ET AL. (1982). Für Pilze ist die Definition des Minimum-Areals ebenso problematisch wie z.B. ARNOLDS (1992), BARKMAN (1989) oder THOEN (1977) aufzeigen.

d) Die **Plotgröße** von begrenzten Aufnahmeflächen in Untersuchungsgebieten zur Erstellung von Arten/Areal-Kurven oder vergleichbarer Indizes wird z.B. in BRAUN-BLANQUET (1964) oder FISHER ET AL. (1943) diskutiert. Für Pilze gehen die Vorschläge hierbei in der Literatur weit auseinander (vgl. Kapitel 1) und reichen von wenigen Quadratmetern bis zu mehreren Tausend Quadratmetern, je nach Biotoptyp.

Wegen der vorausgehend dargestellten vielfältigen Problematik soll die vorliegende Arbeit zur Vereinheitlichung bzw. Normierung von ökologisch-soziologischen Parametern und zur Definition ihrer Bestimmung einen ersten Beitrag liefern, indem sie

1.) eine allgemein anwendbare, einfache, aber problemangepaßte mathematische **Näherungsfunktion für die Arten/Areal-Kurve** auswählt;

2.) durch statistische Bearbeitung von experimentell erarbeiteten Arten/Areal-Daten eine **Statistische Arten/Areal-Kurve** für ein Gebiet zu erstellen gestattet, die repräsentativ ist und unabhängig von der Art und Weise der experimentell ermittelten und bearbeiteten Daten und aus einem gesicherten funktionellen Verlauf die Berechnung von Artenzahlen für beliebige Flächengrößen eines Biozönosetyps G gestattet, um sie mit gleichgroßen Flächen des gleichen oder eines anderen Biozönosetyps vergleichen zu können;

3.) aus dieser gebietscharakteristischen Kurve drei der wichtigsten integralen ökosozioologischen Parameter für einen Biozönosetyp G allgemein gültig zu definieren und zu errechnen erlaubt:

- a) die **Arten-Diversität R** als Grenzwert des Artenreichtums bei unendlicher Ausdehnung von G,
- b) die Festlegung des **Minimum-Areals M** mit halber Arten-Diversität,
- c) die **Mittlere Artendichte D**.

### 3. Die Statistische, Hyperbolische, Kumulative Arten/Areal-Kurve als universeller Ansatz zur Definition und Ermittlung von Arten-Diversität R, Arten-Densität D und Minimum-Areal M eines Gebietes aus Teilflächen-Untersuchungen

#### 3.1 Die Hyperbelfunktion und ihre theoretische und praktische Eignung als mathematische Beschreibung von Arten/Areal-Kurven

In Kapitel 2 wurde dargelegt, daß sowohl nicht-grenzwert-gebundene Funktionen aber auch asymptotische Funktionen als mathematische Grundlagen zur Beschreibung distributiver Arten/Areal-Kurven in Frage kommen. Die begrenzte Art bekannter Pilzarten erfordert jedoch eine asymptotische Funktion für die Arten/Areal-Kurve, da die Artenzahl nie über die Grenzzahl der bekannten Arten hinausgehen kann. Im Saarland z.B. sind nach über 100jähriger Erforschung der Pilzflora z.Zt. 3000 Arten (+ Varietäten + Formen) Höherer Pilze nachgewiesen (vgl. DERBSCH & SCHMITT 1984, 1987, SCHMITT 1999a), dazu kommt noch eine Reihe von Schleimpilzen und parasitischen Pilzen an krautigen Gefäßpflanzen (SCHMITT 1998). Besonders bewährt hat sich dabei die asymptotische Hyperbelfunktion in der Form der Michaelis-Menten-Gleichung, welche zur Beschreibung des quantitativen Verlaufs enzymatischer Reaktionen in

der Biochemie entwickelt wurde (MICHAELIS & MENTEN 1913), allerdings mit anderen Koordinatenachsendimensionierungen. Die Funktion der Michaelis-Menten-Kinetik als Verlauf der Geschwindigkeit  $v$  der enzymatisch katalysierten Reaktion 1. Ordnung eines Substrates  $s$  in Abhängigkeit von der Konzentration des angebotenen Substrates ( $[s]$ ) bei gleichbleibender Konzentration des Enzyms  $E$  über die gleichgewichtsgesteuerte Bildung des Enzym-Substrat-Komplex  $[ES]$  aufgrund der Gleichgewichtskonstanten  $K$  ist eine rechtwinklige Hyperbel. Diese strebt dem Grenzwert  $V_{max}$  asymptotisch zu und erreicht ihre halbmaximale Geschwindigkeit beim Abszissenwert  $K_M$  (einer bestimmten Substratkonzentration), vgl. das Beispiel in Abb. 3a. Warum ist diese Funktion besonders geeignet zur Beschreibung von Arten/Areal-Kurven? Hierzu muß man die Kurven-Parameter funktional miteinander vergleichen (siehe auch Abb. 3c):

Parameter	Enzym-Kinetik	Arten/Areal-Kurve
Abszisse:	Substratkonzentration $[s]$	Flächengröße $a$ $[m^2]$
Ordinate:	Substrat-Umsatzgeschwindigkeit $v$	Artenzahl $s$
Konstanten:	Enzym-Art, -Spezifität und -Konzentration	Gebietstyp $G$ mit charakteristischer, begrenzter Ressourcenausstattung
Asymptote:	Maximale Umsatz-Geschwindigkeit $V_{max}$	Arten-Diversität $R \equiv$ Grenz-Artenzahl im Gebietstyp $G$
Abszissenwert für halbmaximalen Asymptotenwert:	Michaelis-Menten-Konstante $K_M$	Flächenwert für halbe Artenkapazität: $M = R/2$
Funktionsgleichung:	$v = \frac{V_{max} \cdot [s]}{K_M + [s]}$	$s = \frac{R \cdot a}{M + a}$

Aus voranstehender Synopse geht hervor, daß

1) der Gebietstyp  $G$  mit seiner charakteristischen, abiotischen und biotischen, begrenzten Ressourcenausstattung - und zwar auch in quantitativer Hinsicht - mit einer Enzymkonzentration  $[E]$  nominell gleichgesetzt wird, d.h. ein Gebiet  $G$  kann nur für eine bestimmte Anzahl von Arten eines bestimmten Artenspektrums Lebensraum sein, abhängig von den Bedingungen im Gebiet.

2) Die Flächengröße  $a$  wird mit der Substratkonzentration  $[s]$  nominell gleichgesetzt. Bei  $[s]$  gegen  $\infty$  ergibt sich eine vollständige Sättigung des Enzyms mit Substrat und daraus resultierend die höchstmögliche Substrat-Umsatzgeschwindigkeit  $V_{max}$  für die fest vorgegebene Enzymkonzentration  $[E]$ . Überträgt man dies sinngemäß auf die hyperbolische Arten/Areal-Kurve, so wird bei unendlicher Flächenausdehnung des Gebietstyps  $G$  die höchstmögliche Artenzahl des charakteristischen Artenspektrums erreicht, d.h. der Gebietstyp ist dann mit Arten "gesättigt".

**Abbildung 3:** A) Kurvenverlauf der Michaelis-Menten-Kinetik einer enzymatischen Reaktion mit dem Substrat  $s$ ; Beispiel mit den Bedingungen:  $V_{max} = 50$ ,  $K_M = 100$ :

a) Normal-Verlauf nach der Funktion  $v = (V_{max} \cdot [s]) / (K_M + [s])$

b) Hanes-Transformation zur Linearisierung von a) nach der Funktion  $[s]/v = [s]/V_{max} + K_M/V_{max}$

B) Arten/Areal-Kurve auf der Basis einer hyperbolischen Funktion, vergleichbar der Michaelis-Menten-Funktion; Beispiel mit  $R = 50$  Arten,  $M = 100 m^2$ :

c) Einfache Arten/Areal-Kurve, Verlauf nach der Funktion  $s = R \cdot a / (M + a)$

d) Hanes-Transformation zur Linearisierung von c) nach der Funktion  $a/s = a/R + M/R$

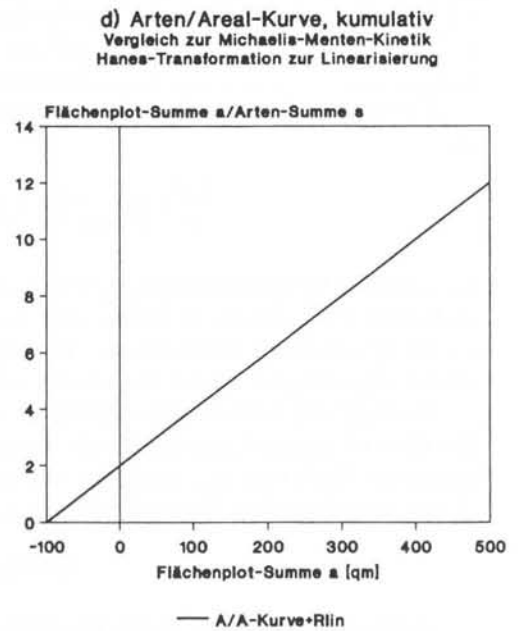
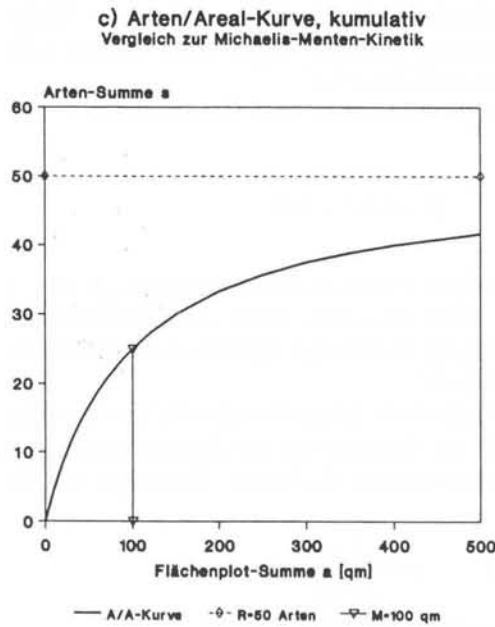
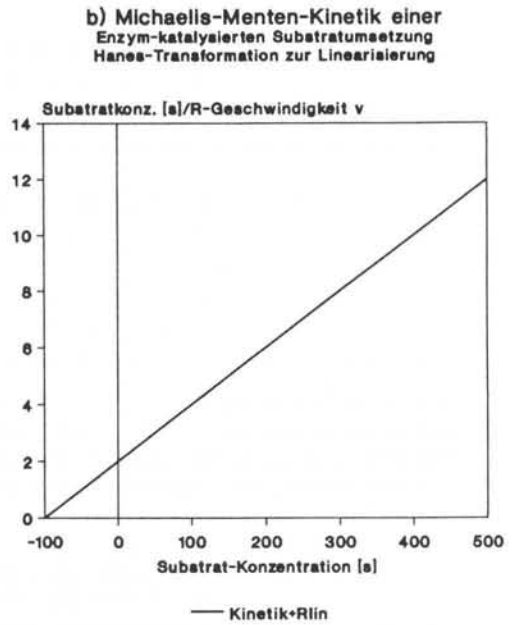
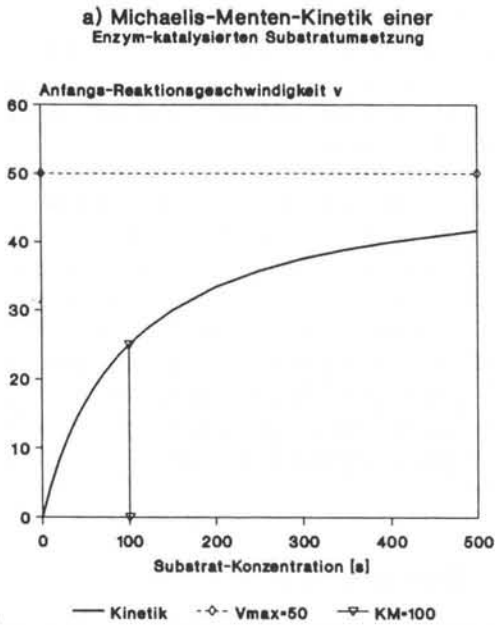


Abb. 3

3) Die Artenzahl  $s$  wird einer Substrat-Umsatzgeschwindigkeit  $v$  nominell gleichgesetzt. Dies ist biologisch sinnvoll, da jedes Lebewesen energetisch von Stoffumsätzen im Lebensraum abhängig ist und durch seinen eigenen Stoffwechsel lebt.

4) Die Lage des Flächenwertes  $M$  für die Halbsättigungs-Artenzahl  $R/2$  wird mit der Michaelis-Konstanten  $K_M$  nominell gleichgesetzt. Bei gleichbleibendem  $V_{\max}$  bzw.  $R$  bedeutet ein kleiner  $K_M$ -Wert eine hohe Affinität des Enzyms zum Substrat - entsprechend ist ein kleiner Flächenwert  $M$  bei halbmaximaler Artenzahl  $R/2$  ein Hinweis auf eine hohe Flächenaffinität für Arten; wird  $M$  größer, so nimmt die Flächenaffinität für Arten ab.

Da es schwierig ist, aus experimentell gewonnenen Daten eine Best-Hyperbel zu konstruieren, ist man im Falle der Enzymkinetiken auf den Trick verfallen, die Hyperbelfunktion mathematisch so umzuformen, daß man eine Geradengleichung erhält, d.h. man erzeugt eine lineare Transformation. Trägt man je nach Transformations-Geradengleichung die entsprechend umgeformten experimentellen Daten in ein passendes Koordinatensystem ein, kann man durch einfache lineare Regression aus der Punkteschar die Best-Gerade ermitteln, die sozusagen die linearisierte Best-Hyperbel darstellt. Aus den Schnittpunkten der Bestgeraden mit den Koordinatenachsen lassen sich dann die beiden charakteristischen Hyperbel-Konstanten  $V_{\max}$  und  $K_M$  berechnen. Die bis heute vielfach verwendete doppelt-reziproke Transformation zur Linearisierung stammt von LINEWEAVER & BURK (1934):

$$\frac{1}{v} = \frac{K_M}{V_{\max}} \cdot \frac{1}{[s]} + \frac{1}{V_{\max}} \quad (\equiv y = m \cdot x + n)$$

Diese Linearisierung ist besonders ungünstig, wie BISSWANGER (1994: 21) beurteilt: "...da durch die starke Komprimierung der Werte im hohen Konzentrationsbereich infolge der reziproken Auftragung eine exakte Bestimmung der Geradensteigung  $m$  ( $\equiv K_M/V_{\max}$ ) schwierig ist. Zusätzlich verursacht die reziproke Auftragung eine beträchtliche Verzerrung der Fehlergrenzen [von den Meßdaten], so daß die Anwendung einfacher Regressionsverfahren ohne Berücksichtigung geeigneter Gewichtungsfaktoren unzulässig ist."

Demgegenüber zeigt die seltener verwendete Transformation nach HANES (1932) in Abb. 3b:

$$\frac{[s]}{v} = \frac{1}{V_{\max}} \cdot [s] + \frac{K_M}{V_{\max}} \quad (\equiv y = m \cdot x + n)$$

die geringste Fehlerverzerrung gegenüber allen anderen Transformationsverfahren (vgl. ATKINS & NIMMO 1975, DOWD & RIGGS 1965, LÜTHJE 1990, WILLIAMS 1988), so daß BISSWANGER (1994: 82) zu dem Schluß kommt: "Die Fehlergrenzen werden hier nur unwesentlich verzerrt, so daß eine einfache, lineare Regression anwendbar ist."

Im folgenden wird aus diesen Gründen ausschließlich die Hanes-Transformation verwendet. Im Hanes-Diagramm entspricht der Schnittpunkt der Geraden mit der Abszissenachse dem negativen Wert von  $K_M$ , derjenige mit der Ordinatenachse  $K_M/V_{\max}$ . Übertragen auf die Arten/Areal-Hyperbel-Kurve (Gleichung 1):

$$\text{Gleichung 1:} \quad s = \frac{R \cdot a}{M + a}$$

ergibt sich dann deren Hanes-Transformations-Gleichung (Gleichung 2):

$$\text{Gleichung 2:} \quad \frac{a}{s} = \frac{a}{R} + \frac{M}{R}$$

Der Schnittpunkt der Geraden mit der Abszissenachse entspricht dem negativen Wert von  $M$ , derjenige mit der Ordinatenachse  $M/R$ , vgl. Abb. 3d. Will man zu einer bestimmten Artenzahl



die zugehörige Flächengröße berechnen, verwendet man Gleichung 3 als Umformung von Gleichung 1:

$$\text{Gleichung 3: } a = \frac{s \cdot M}{R - s}$$

Schon MONOD (1942) verwendete die Michaelis-Menten-Kinetik-Funktion zur Beschreibung der spezifischen Wachstumsraten von Mikroorganismen in Abhängigkeit von Stoffkonzentrationen bei Einfach- und Mehrfach-Limitierung bestimmter Nährstoffe. Die spezifische Wachstumsrate hängt hyperbolisch von der Stoffkonzentration ab und nähert sich mit wachsender Konzentration asymptotisch einem Grenzwert der Wachstumsgeschwindigkeit. Diese Anwendung kann sinngemäß wiederum mit der Arten/Areal-Kurve verglichen werden.

### 3.2 Die Erstellung der Statistischen Arten/Areal-Kurve als Best-Hyperbel aus statistisch aufgearbeiteten Plot-Aufnahmen eines Gebietes mit Hinweisen zur Gewinnung optimal verwendbarer Untersuchungsdaten

Wie schon in Kapitel 1 angesprochen wurde, hängt die Form einer Arten/Areal-Kurve für ein Untersuchungsgebiet von der Reihenfolge der Kumulation der verschiedenen, voneinander unabhängigen und sich nicht überlappenden Plots ab. Für eine Untersuchungsfläche sind zwar die Inhalte der Einzelplots und deren Lage im Gebiet charakteristisch, nicht aber die Reihenfolge der Einzelplot-Kumulation. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, als Statistische Arten/Areal-Kurve die Best-Kurve aus allen möglichen Plot-Kumulations-Reihenfolgen mit ihren kumulativen Artenzahlen zu erstellen. Würden für  $n$  Plots jeweils die Artenlisten aufgenommen, so ergeben sich  $n!$  ( $n$  Fakultät) Möglichkeiten unterschiedlicher Kombinationen von Plotfolgen, als Beispiel bei 3 Plots  $3! = 1 \times 2 \times 3 \equiv 6$  Folgen ( $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$ ), bei 4 Plots 24 Folgen, bei 5 Plots 120 Folgen, bei 10 Plots schon 3 628 800 Folgen. Die erhaltene Statistische Arten/Areal-Kurve aus  $n!$  Reihenfolgen wird als **Kombn** bezeichnet.

Ohne rechnergestützte Hilfe lassen sich in einem vertretbaren Zeitaufwand "von Hand" nur noch alle 24 Kombinationsmöglichkeiten bei 4 Flächenplots bewältigen, bei 5 Flächenplots wird der Aufwand (120 Folgen!) schon immens. Aus diesem Grund wird vorgeschlagen, ab 5 und mehr Flächenplots einer Gebietsuntersuchung nicht mehr alle möglichen  $n!$  Plotkombinationsmöglichkeiten zur Statistik heranzuziehen, sondern folgendermaßen zu verfahren: Die normale Folge  $R_1$ , d.h. Plot 1 + Plot 2 + Plot 3 + Plot 4 + Plot 5 + ... + Plot  $n$  wird festgelegt und dann werden  $n$  weitere Folgen ( $R_2, R_3, \dots, R_n$ ), immer zu Beginn um einen Plot verschoben, erstellt, d.h. die Folge  $R_2$  beginnt mit Plot 2, dann + Plot 3 + Plot 4 + ... + Plot  $n$  + Plot 1. Die erhaltenen, jeweils um einen Plot verschoben erarbeiteten Folgen  $R_1$  bis  $R_n$  werden dann zu der Best-Kumulations-Kurve verrechnet. Dieser vereinfachte Typ der Statistischen Arten/Areal-Kurve aus  $n$  Reihenfolgen wird als **Rotn** bezeichnet. Wie in Kapitel 4 gezeigt wird, unterscheiden sich die beiden Statistischen Arten/Areal-Kurven **Kombn** und **Rotn** für  $n = 3$  und 4 entweder nicht oder nur so gering, daß die **Rotn**-Variante für größere  $n$  als Statistisches Verfahren zur Gewinnung einer repräsentativen, integralen Arten/Areal-Kurve ausreicht.

Diese statistische "Mischung" aller Plots, die in der Fläche normalerweise verteilt liegen, macht die Statistische Arten/Areal-Kurve unabhängig von einer Plotfolge, die ja immer eine gezielte Auswahl darstellt und für ein Gebiet nicht repräsentativ ist, da eine umgekehrte Folge im gleichen Gebiet z.B. einen anderen Verlauf zeigen kann - und stellt somit eine integrale Größe für ein Untersuchungsgebiet dar. Sie ist unabhängig von den Start- und Folge-Abläufen. Ein Beispiel für den nicht integralen Verlauf einer Transekte-Untersuchung - d.h. einer einfachen Reihenfolge streifenförmiger Plots - ist in STÖHR & BÖCKER (1987) dokumentiert, das eine Arten/Areal-Kurve mit treppenförmigem Verlauf aufweist (der bei statistischer Bearbeitung verschwindet). Es ist übrigens zu erwarten, daß bei der Statistischen Arten/Areal-Kurve die zu-

grundlegenden Einzeldaten gerade im untersten Flächenbereich (d.h. deutlich unter dem Flächenwert  $M$ ) stärker streuen als diejenigen höherer Flächen, welche schon Flächenplot-Kumulationen darstellen (vgl. Beispiele in Kapitel 4).

Hat man eine Tabelle mit allen Plotreihenfolgen bezüglich Flächen- und Arten-Summen erstellt, muß noch für alle Werte die Berechnung  $a/s$  erfolgen, damit die Daten in ein Hanes-Diagramm eingetragen werden können. Dann wird eine lineare Regression über alle Daten zur Ermittlung der Best-Geraden durchgeführt, deren Schnittpunkte mit den Ordinatenachsen die Berechnung von  $R$  und  $M$  erlauben. Aus der Daten-Streuung um die Bestgerade und aus dem Korrelationskoeffizienten  $r$  über alle Daten zur Regressionsgeraden läßt sich eine Aussage zur Übereinstimmung des Verlaufs der Statistischen Arten/Areal-Kurve mit derjenigen einer Hyperbel abschätzen: liegt  $r$  nahe dem Wert 1,000, so ist die Übereinstimmung optimal.

Sind die Untersuchungs-Plots in einem Gebiet gleich groß, ist es aber nicht korrekt, zur Erstellung einer Statistischen Arten/Areal-Kurve die verschiedenen Artensummenwerte  $s_i$  aus der Kombn- oder Rotn-Statistik für eine bestimmte Flächensumme  $a_i$  einfach arithmetisch zu mitteln, um einen statistischen Wert für den Besthyperbel-Verlauf zu erhalten - die Einzelwerte sind ja Werte eines hyperbolischen Kurvenverlaufs und nicht einer Geraden, für die der Mittelwert verwendet werden darf. Will man aus Vereinfachungsgründen trotzdem Mittelwerte verwenden, dürfen nur die  $a_i/s_i$ -Werte für eine bestimmte Flächensumme  $a_i$  bei der Erstellung der Bestgeraden im Hanes-Diagramm arithmetisch gemittelt werden.

### **3.3 Praktische Vorgaben zum Umgang mit Statistischen Arten/Areal-Kurven und zur Erhebung optimal dafür verwendbarer Daten**

Um die charakteristischen Konstanten  $R$  und  $M$  einer Arten/Areal-Kurven-Hyperbel optimal bestimmen zu können und damit den funktionellen Verlauf der Kurve über den gesamten Flächenbereich von 0 bis  $\infty$ , ist es aus Gründen der Hyperbeleigenschaften notwendig, möglichst Kurvenpunkte aus der Umgebung des Wertes  $M$  zu berücksichtigen - diese Tatsache ist schon seit der Verwendung der hyperbolischen Michaelis-Menten-Funktion in der Biochemie bekannt und wird auch experimentell berücksichtigt. Liegen die Meßwerte weit unter dem  $M$ -Bereich, zeigt die Hyperbel dort nur eine geringe Krümmung, die von Einzelwerten stark verschoben werden kann. Liegen die Meßwerte weit über dem  $M$ -Wert, verläuft die Kurve wiederum mit geringer Krümmung sehr flach, ein Verlauf, der von Einzelwerten wiederum stark beeinflusst wird. In beiden Fällen sind die daraus ermittelten Werte für die Hyperbelkonstanten  $R$  und  $M$  unzuverlässig. Daraus folgt, daß die Plotgrößen für die Erstellung einer Arten/Areal-Kurve in der näheren Umgebung der Flächengröße von  $M$  liegen sollten. Aus praktischen Gründen wird vorgeschlagen, Plotgrößen von  $1/4 M$  nicht zu unterschreiten und Größen von  $2 M$  nicht zu überschreiten.

Da man zu Beginn einer Untersuchung den Wert  $M$  nicht kennt, muß man vor Beginn einer dezidierten Aufnahme für eine Arten/Areal-Kurve den Wert  $M$  abschätzen, um eine optimale Plotgröße für die anschließende Untersuchung festlegen zu können. Die Plotgröße muß jedoch immer so groß gewählt werden, daß kein Plot artenleer ist ( $s = 0$ ), da sonst in der Hanes-Transformation ein solcher Wert über die Umrechnung  $a/s$  den Wert  $\infty$  hätte. Aus dem Verlauf von hyperbolischen Kurven (siehe Abb. 28d) ergeben sich bestimmte Verhältnisse von Artensummen in verschiedenen Kurvenbereichen. Dies macht man sich in folgenden beiden Verfahren zunutze, um die Größe für  $M$  abzuschätzen:

1) Man wählt im Gebiet zwei unabhängige Flächen von unterschiedlicher Größe (z.B. im Flächenverhältnis 1 : 4, z.B.  $P_1 = 500 \text{ m}^2$ ,  $P_2 = 2000 \text{ m}^2$ ) und nimmt deren Artenspektren  $s_1$  und  $s_2$  auf. Dann setzt man die Artenzahlen  $s_1$  und  $s_2$  miteinander ins Verhältnis. Aus diesem Verhältniswert läßt sich  $M$  auf folgende Weise abschätzen:

$$\begin{aligned} \text{ist } s_1/s_2 &= 0,33, & \text{dann ist } M &\sim 2 \times P_2 \\ &= 0,40, & \text{dann ist } M &\sim P_2 \\ &= 0,50, & \text{dann ist } M &\sim P_2/2 \end{aligned}$$

2) Man wählt 2 gleichgroße, unabhängige Plotflächen aus (z.B.  $P_1, P_2 = 1000 \text{ m}^2$ ) und nimmt deren Artenspektren  $s_1$  und  $s_2$  auf. Dann berechnet man für die Summe beider Plotflächen ( $= P_1 + P_2 = 2P_1$ ) die kumulierte Artenzahl  $s_{1+2}$ . Dann läßt sich M auf folgende Weise abschätzen:

$$\begin{aligned} \text{ist } 2 \cdot s_{1+2}/(s_1+s_2) &= 1,20, & \text{so ist } M &= P/2 \\ &= 1,33, & \text{so ist } M &= P \\ &= 1,50, & \text{so ist } M &= 2 \cdot P \\ &= 1,67, & \text{so ist } M &= 4 \cdot P \end{aligned}$$

Hat man auf einem der voran beschriebenen Verfahren den Wert M abgeschätzt, legt man im Gebiet mindestens 4 Flächenplots der Größe  $1/3 M$  oder  $1/2 M$  fest, da dann die Zuverlässigkeit der graphischen Ermittlung von R und M aus der Arten/Areal-Kurve am höchsten ist. Eine grobe Abschätzung von M für Waldgebiete ergibt sich aus den nachfolgend dargestellten Beispielen für saarländische Wälder (vgl. Tab. 25).

Die Angaben der R- und M-Werte in den Abbildungen stellen auf ganze Zahlen gerundete Werte dar. Mit dem Verfahren der Statistischen Arten/Areal-Kurve lassen sich Arten/Areal-Aufnahmen verschiedenster Typen bearbeiten, die in Kapitel 4 an Beispielen vorgestellt werden:

- 1) **Plotvergrößerung:** 1 Startplot wird schrittweise vergrößert (z.B. von  $10 \times 10 \text{ m}$  auf  $20 \times 20$  und  $30 \times 30 \text{ m}$  usw.). Die Schwächen dieses Verfahrens sind: zu starke Orientierung an ausgewählter Start-Fläche; die Variationen in anderen Flächenbereichen des Gebietes bleiben unberücksichtigt; die Arten/Areal-Kurven verlaufen zu flach., mit zu kleinen R- und M-Werten.
- 2) **Mehrere Einzelplots über die Fläche zerstreut**, möglichst in verschiedenen Bereichen des Gebietes; die Variation innerhalb der Fläche wird berücksichtigt; mehrere Aufnahmemöglichkeiten: a) gleiche Plotgröße, b) unterschiedliche Plotgröße.
- 3) **Streifenplots** bzw. miteinander verbundene Streifenplots als Transekte, die durch alle Bereiche des Gebietes führen; Berücksichtigung aller Variationen im Gebiet.
- 4) **Exkursionsdauer-Plots**, wobei die Exkursion durch alle Bereiche des Gebietes führen soll und in den Ergebnissen der Streifenplot-Aufnahme vergleichbar ist. Dieses Verfahren ist besonders bequem, da keine Bereiche im Gebiet eigens markiert und begrenzt werden müssen. Die Arten/Areal-Kurven in der Form Artensumme  $s/\text{Exkursionsdauer-Plot-Summe } t$  [min] lassen sich über die für Beobachter charakteristische (vgl. Kapitel 4.4), vorher zu bestimmende Umrechnung der Exkursionsdauer in beobachtete Fläche (siehe Gleichung 5) zu einer normalen Arten/Areal-Kurve umformen.
- 5) **Zeitplots über längere Beobachtungszeiträume** (z.B. Jahre), die zur Aussage von zeitdynamischen Artenzunahmen führen und über die Arten/Areal-Kurven-Ergebnisse der voran aufgeführten Typen 1) bis 4) hinausgehen, welche ja nur flächengrößebezogen im Zeitschnitt (zu einem bestimmten Zeitpunkt) liegende Aussagen liefern. Hierbei erhält man eine Arten/Areal-Kurve der Form: Artensumme  $s/\text{Jahresplot-Summe [Jahre]}$ , die als M eine Aussage zur Zeit macht, die man benötigt, um die Hälfte der in sehr langen Zeiträumen zu erwartenden Artenzahl R nachzuweisen.

Die Graphiken wurden mit dem Programm "Harvard Graphics" erstellt, welches z.B. im Falle der Hanes-Transformationen automatisch lineare Regressionsgeraden für eingegebene Wertepaare erzeugen kann und auch über die ausgebbaren Wertepaare der Regressionsgeraden die Errechnung ihrer Geradengleichung und darüber wiederum die Berechnung von R, M und D gestattet. Die in den Graphiken eingetragenen Verläufe der Best-Hyperbeln wurden über die

Hyperbel-Gleichung (Gleichung 1) mit den ermittelten Konstanten R und M berechnet.

Die Parameter R und M wurden jeweils bis auf drei Stellen hinter dem Komma genau berechnet und diese Werte für die Berechnung der Kurvenpunkte der Best-Hyperbeln verwendet. In den Tabellen und Graphiken sind diese Werte jedoch auf ganze Zahlen gerundet angegeben. Zur Berechnung der Funktionsgleichung der Regressionsgeraden aus der Hanes-Graphik greift man z.B. zwei Wertepaare  $(x_1, y_1; x_2, y_2)$  der Geraden heraus und berechnet R und M wie folgt über die 2-Punkte-Form der Geradengleichung (Gleichung 4).

$$\text{Gleichung 4: } y = x \cdot (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) - x_1 \cdot (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) + y_1, \text{ mit} \\ \mathbf{R} = (x_2 - x_1) / (y_2 - y_1); \mathbf{M} = \mathbf{R} \cdot [y_1 - x_1 (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)]; \mathbf{D} = \mathbf{R} / \mathbf{M}$$

Umrechnung von Exkursionsdauer t in Transekteplot-Fläche a für die Person des Autors (Gleichung 5):

$$\text{Gleichung 5: } a [\text{m}^2] = 55,7 \cdot t [\text{min}]$$

### 3.4 Neue Festlegung und Definition von Arten-Diversität R, Minimum-Areal M und Mittlerer Artendensität D als charakteristische Kenn-Konstanten der Statistischen Hyperbolischen Arten/Areal-Kurve eines Gebietes

Wie schon in Kapitel 2 ausgeführt wurde, existieren für eine Reihe ökosozioologischer Parameter zu gleichen Begriffen unterschiedliche Begriffsinhalte. Für einige der wichtigsten Parameter werden hier absolute, allgemeingültige Definitionen vorgeschlagen, die aus der Kenntnis der Statistischen Arten/Areal-Kurven abgeleitet sind:

- a) **Arten-Diversität R:** Grenzwert der Zahl unterschiedlicher Arten als Asymptote der Statistischen Arten/Areal-Kurvenhyperbel bei unendlich großer Fläche eines Biozönose-Typs G; entspricht Grenzwerten der "Taxonomischen Diversität", der "α-Diversität" oder auch den Begriffen "Artenreichtum" oder "Artenkapazität" bzw. "species richness". Zwei Gebiete können zahlenmäßig die gleiche Arten-Diversität R aufweisen, jedoch ein unterschiedliches Artenspektrum besitzen. Der Begriff "Artenspektrum" hingegen schließt Anzahl von Arten **und** die Arten-Zusammensetzung ein.
- b) **Minimum-Areal M:** Entspricht dem Arealflächenwert mit der Artenzahl R/2 in der Statistischen Arten/Areal-Kurven-Hyperbel des Biozönose-Typs G, wird auch als "**Halbwertsfläche**" bezeichnet. Diese Größe ist auch ein Maß für die "**Flächenheterogenität**" (LAUGA & JOACHIM 1987 nennen sie "hétérogénéité") bzw. für die "**Dispersion**" der Arten und ihrer Populationen (Populationenmuster) im Biozönose-Typ G, da die sogen. "**spatial heterogeneity**" in der Statistischen Arten/Areal-Kurve berücksichtigt ist. Ein hoher Wert von M bedeutet z.B. eine uneinheitliche flächige Dispersion der Arten, d.h. eine großflächigere Biotoptypenverteilung und höhere Biotoptypenvielfalt im Gebiet, was einer hohen Heterogenität entspricht. Ein niedriger Wert spricht für eine einheitliche flächige Dispersion der Arten mit hoher Homogenität in der Gesamtfläche. M ist empfindlicher gegen Änderungen bei verschiedener Lage der Transekte als z.B. der Wert für die Arten-Diversität R. Bei Zeitplots, z.B. über mehrere Jahre Beobachtungsdauer, entspricht M der Anzahl Jahre, die notwendig ist, um R/2 an Arten für ein Gebiet M nachzuweisen, wenn R die Grenz-Artenzahl über einen unendlich langen Jahreszeitraum ist. Bei Exkursionsdauerplot-Aufnahmen muß über Gleichung 5 die entsprechende Flächengröße für M errechnet werden.
- c) **Mittlere Arten-Densität D:** Entspricht der Anfangssteigung der Statistischen Arten/Areal-Kurven-Hyperbel (im Ursprung) und hat den Wert R/M mit der Dimension [Arten/Fläche]. Ist ein rechnerischer mittlerer Wert der Artendichte, da auf ein Heterogenitätsmaß wie das Minimum-Areal M bezogen und schließt deshalb als integrierender Wert alle unterschiedlichen Artendichten der verschiedenen Biotoptypen ein, bezogen auf deren Flächenverhältnis zueinander. Die wirklichen Artendichten an verschiedenen Stellen im Gebiet oder in

einem bestimmten Biotoptyp des Gebietes G können durchaus höher liegen als dessen Mittlere Arten-Densität D, die ein Charakteristikum für den Gebietstyp G insgesamt darstellt. Bei Exkursionsdauerplot-Aufnahmen muß über die Gleichung 5 der Flächenwert für M errechnet werden und daraus dann die Mittlere Arten-Densität D. Bei Zeitplots, z.B. über mehrere Jahre Beobachtungsdauer, entspricht D der Mittleren Artenzahl (Artendichte) pro Jahr. D ist als Wert empfindlicher als die Arten-Diversität R gegen Änderungen der Lage der Transekte wegen seiner Abhängigkeit vom Minimum-Areal M.

Die Parameter R, M und D für eine Biozönose vom Typ G sind abhängig von der Art der Datenaufnahme, vgl. Kapitel 3.3. Sie können sich auf einen bestimmten Zeitpunkt (Tag) beziehen oder auf ein Jahr oder auf eine mehrjährige Beobachtung und müssen deshalb diesbezüglich gekennzeichnet werden. Gerade bei Pilzen mit oft ausgeprägter, z.T. enger jahreszeitlicher Fruktifikationsrhythmik ist die Angabe des Aufnahmedatums (Jahr, Monat, Tag) für Vergleichszwecke unbedingt als Zusatzinformation notwendig. Aber auch bei Mehrjahresaufnahmen ist Vergleichbarkeit der Arten/Areal-Kurven verschiedener Gebiete nur dann gewährleistet, wenn es sich um die gleichen Untersuchungsjahre handelt, da die Pilze in ihrer Fruktifikation stark witterungsbedingt reagieren und deshalb Jahr für Jahr unterschiedliche Pilzartenspektren gefunden werden und eine Reihe von vorhandenen Arten nicht jedes Jahr fruktifiziert.

#### **Kürzel zur genaueren Kennzeichnung der Parameter R, M, D und Erläuterungen zu Abkürzungen:**

- d = Arealgröße, Plotflächen-Summe, kumulierte Plotflächen, unabhängige Variable in Arten/Areal-Kurven und ihren Hans-Transformationen; Dimension: m<sup>2</sup>
- s = Artenzahl, Arten-Summe
- t = Exkursionsdauer einer Tagesexkursion, Exkursionsdauer-Plotsumme; Dimension: min
- p = Plot-Zahl, z.B. als Zahl bei Stubben-Untersuchungen oder Erdproben usw.
- j = Jahr bzw. Jahre bei Zeitplots
- h = Stunde bei Untersuchungen in längeren Stundenzeiträumen
- mh = PersonenStunde, MannStunde, als Begriff einer Beobachtungszeiteinheit eines einzelnen Beobachters oder als Summe der Stunden mehrerer Beobachter
- m = Monat bei monatlichen Aufnahmen
- d = Tagesdatum (siehe unter t) für 1 Tages-Bestimmungen, bzw. tagesabhängige Parameter
- n = Personenzahl der Beobachter
- z = Kennzeichnung für Größen, die über Mehrjahres-Untersuchungen gewonnen wurden
- Rlin = lineare Regression
- MW = arithmetrischer Mittelwert
- JAS = J.A. Schmitt (Autor)
- NSG = Naturschutzgebiet
- e = Anzahl von Exkursionen
- r = Korrelationskoeffizient
- Rd, Md, Dd = Parameter, die sich auf ein festes Datum beziehen
- Rj, Mj, Dj = Parameter, auf ein entsprechendes Jahr bezogen
- Rz, Mz, Dz = Parameter, auf einen langjährigen Zeitraum bezogen
- RRz, MMz, DDz = Grenzwerte über einen unendlich langen Zeitraum in Jahren und dichteste Beobachtung pro Jahr

#### 4. Beispiele von Einfachen bzw. Statistischen Arten/Areal-Kurven für Pilze aus Literaturdaten und eigenen pilzfloristischen Erhebungen nach verschiedenen Aufnahme-Modi, mit Berechnungen von R, M und D

##### 4.1 Kurzcharakterisierung der saarländischen Untersuchungsgebiete und Pilznomenklatur

Die in vorliegender Publikation pilzfloristisch bearbeiteten Waldgebiete des Saarlandes werden nachstehend kurz charakterisiert, darüberhinausgehende Beschreibungen finden sich z.B. in SCHMITT (1990, 1999b), SCHMITT, S. (1997) sowie SCHMITT & TREPESCH (1999); in eckigen Klammern ist der entsprechende Naturraum im Saarland aufgeführt, dem das Gebiet angehört.

###### 4.1.1 Gackelsberg/Limbach bei Homburg [St. Ingberter Senke]

Böden: Über Mittlerem Buntsandstein  $\pm$  anlehmiger Feinsand, trocken bis wechselfeucht; im Süd- und Ostteil diluvialer oder alluvialer trockener Flugsand (NSG Limbacher Sanddüne); sauer bis sehr sauer und nährstoffarm.

Aktuelle Bestände: Naturnahe Waldkiefern-Bestände mit Stieleichen und Sandbirken, z.T. mit Rotbuchen; Waldkiefern-, Fichten-, Stroben-, Lärchen-Forstes verschiedenen Alters; Eichen-Rotbuchen-Mischbestand; Robinienpflanzung; im NSG lockere Waldkiefern, Stiel- und Traubeneichen sowie Sandbirken auf Sandrasen; Heiden und Brombeer-Himbeer-Gebüsche.

Potentielle natürliche Vegetation: Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*); Hainsimsen-Traubeneichen-Wald (*Luzulo-Quercetum*) mit Anklängen an den Preiselbeer-Kiefern-Moorwald (*Vaccinio vitis-idaeae-Quercetum*), im NSG mit Übergängen zum Sauerhumus-Kiefernwald (*Dicrano-Pinetum*).

###### 4.1.2 St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken [St. Ingberter Senke]

Böden: Über Mittlerem Buntsandstein lehmiger Sand und sandiger Lehm,  $\pm$  sauer, nährstoffarm bis mäßig nährstoffreich, mäßig trocken bis feucht.

Aktuelle Bestände: Rotbuchen-(Eichen-)Hochwald, lokal auch Eichen(-Rotbuchen-) Hochwald als Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) und Flattergras-Rotbuchen-Gesellschaft (*Milium-Fagus-Gesellschaft*); Eichen-(Rotbuchen-)Jungforste, z.T. mit Amerikanischer Roteiche; mittelalte Eßkastanien-Forstes; Eschen-Forstes, z.T. mit *Populus x canadensis*; *Populus trichocarpa*-Pflanzungen; Fichten-Forstes verschiedener Altersstufen; Waldkiefern-, Lärchen-, Douglasien- und Stroben-Anpflanzungen; Mischforst aus Später Traubenkirsche und Sandbirke.

Potentielle natürliche Vegetation: Rotbuchen-(Eichen-)Wälder in Form von Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*), Flattergras-Rotbuchen-Gesellschaft (*Milium-Fagus-Gesellschaft*) und Hainbuchen-Rotbuchen-Eschen-Wald.

###### 4.1.3 Rabenhorst/Homburg [Saarbrücken-Kirkeler Wald]

Böden: Über Mittlerem Buntsandstein leicht steiniger Sand, flach bis tiefergründig,  $\pm$  anlehmig, schwach bis stark sauer, mäßig nährstoffreich bis nährstoffarm, mäßig feucht bis trocken.

Aktuelle Bestände: Großflächig mehr oder weniger alte und oft moosreiche Waldkiefern-Forstes, licht und unterwuchsreich, mit Rotbuche, beiden heimischen Eichenarten, Sandbirke, Fichte, Eberesche, Faulbaum, z.T. Zitterpappel, an sehr sauren Stellen Flechtenreich; mittelalte bis alte Rotbuchen-Eichen-Waldkiefern-(Sandbirken-, Fichten-)Wälder, z.T. mit Eßkastanien-Beteiligung; fast reine Stieleichen-Bestände; Fichten-Forstes ver-

schiedenen Alters; Fichten-Waldkiefern-Forste; daneben Douglasien-Jungforst; die Trasse der Hochspannungsleitung mit Gebüsch aus Sandbirke, Faulbaum, Zitterpappel und Waldkiefer, mit Besenheide und Heidelbeere.

Potentielle natürliche Vegetation: Eichen-Rotbuchen-Wald saurer, trockenerer Standorte, z.T. mit Waldkiefer; sonst Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*).

#### 4.1.4 Halberg/Saarbrücken [Saar-Bliesgau]

Böden: Das obere Plateau (Schloßbereich) aus grobkörnigem, kalkhaltigem Oberem Buntsandstein, sonst überall feinkörniger  $\pm$  lehmiger Sandboden über Mittlerem Buntsandstein, z.T. mit dicken Sandsteinbänken.

Aktueller Bestand: Aus dem früheren Parkwald des 18. Jahrhunderts mit Rotbuchen, Eßkastanien, Eichen, Hainbuchen und Waldkiefern als Hauptgehölzen (vgl. SCHMITT & TREPESCH 1999) hat sich großflächig ein Ahorn- und an Eßkastanien reicher Perlgras-Rotbuchen-Wald (*Melico-Fagetum*) - am Nordhang mit Eschen und viel Ahorn - ausgebildet. Die feuchteren Partien am Südhangfuß auf  $\pm$  saurem Lehm sind stellenweise mit Hainbuchen, Eschen und Eichen bestockt, der trockenere, steile und wärmere Süd-Südwest-Hang trägt einen Laubwald, der einem Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) mit Eichenbeteiligung nahesteht. In die Waldpartien eingesprengt sind Gruppen oder Einzelstämme gebietsfremder Gehölze wie Waldkiefer, Lärche, Strobe, Fichte, daneben auch Roteiche und Robinie sowie jüngere Douglasien.

Potentielle natürliche Vegetation: Fast überall Perlgras-Rotbuchen-Wald (*Melico-Fagetum*) in verschiedener Ausprägung, am Nordhang z.T. mit Ahorn und Esche, am trockeneren Südhang mit Eichen.

#### 4.1.5 Fechinger Wald/Fechingen [Saar-Bliesgau]

Böden: Die Geologie und die Böden dieses Gebietes vom Talgrund bis zum Höhenplateau sind verschieden: a) über Voltziensandstein roter, lehmiger Sand, b) über Muschelsandstein sandiger Lehm, c) über Wellenkalk z.T. skeletthaltiger Kalklehm, d) über Buntem Mergel basenreiche Lehme; alle Böden frisch bis feucht.

Aktuelle Bestände: Viele der  $\pm$  naturnahen Laubwaldbestände sind mit Fremdgehölzen untermischt oder durch Anpflanzungen unterbrochen, z.B. von Schwarz- und Waldkiefern, Lärchen, Fichten und Pappeln. Die nachfolgend aufgeführten Bestandstypen sind z.T. Altbestände, z.T. Jungwald: Orchideen-Rotbuchen-Wald (*Carici-Fagetum*); Waldmeister-Rotbuchen-Wald (*Asperulo-Fagetum*); Eichen-Altholz mit Rotbuchen; Laubholz-mischbestand aus Rotbuche, Eichen, Spitzahorn, Sandbirke; Eschen-Forste mit Begleitgehölzen; Hainbuchen-Streifen; Sandbirken-Bestand; Bergahorn-Jungforst; Populus x canadensis-Bestände; Schwarzerlen-Säume an Mardellen; Pfeifengras-Wiese im NSG Wuster Hang; Waldmäntel z.T. gut entwickelt.

Potentielle natürliche Vegetation: Orchideen-Rotbuchen-Wald (*Carici-Fagetum*) und Waldmeister-Rotbuchen-Wald (*Asperulo-Fagetum*) in drei Ausprägungen: Flattergras-Rotbuchen-Wald (*Milio-Fagetum*), Perlgras-Rotbuchen-Wald (*Melico-Fagetum*), Rotbuchen-Wald mit Eichen, Hainbuchen und Eschen.

#### 4.1.6 Mühlenwald/Sitterswald [Saar-Bliesgau]

Böden: Über Unterem und Mittlerem Muschelkalk ein mäßig feuchter,  $\pm$  gut basenversorgter Lehm, in der Talaue der Blies z.T. staunass.

Aktuelle Bestände: Großflächig ältere Waldmeister-Rotbuchen-Wälder (*Asperulo-Fagetum*), mit Anteilen an Eichen, Hainbuchen sowie Vogelkirsche und Sandbirke. Der flache Hang zur Bliesau ist mit großen Anteilen eines Rotbuchen-Stangenholzes bestockt,

das wechselnde Anteile Vogelkirsche, Sandbirke, Eichen, Hainbuche und Esche enthält und von zahlreichen Wasserrinnen durchzogen ist, eingesprengt sind einzelne Lärchen, kleine Flächen mit Fichte, Douglasie oder Schwarzkiefer. Der Hangfuß und die Bliesauenbereiche tragen stellenweise Hartholzaue-artige Wäldchen aus Hainbuche, Eichen, Hasel, auch Ulmen, Weiden und Erlen, z.T. mit gepflanzten *Populus x canadensis*. Die Grasflächen in der Aue und oben am Fischerhaus werden z.T. bewirtschaftet.

Potentielle natürliche Vegetation: Waldmeister-Rotbuchenwald (*Asperulo-Fagetum*) an den Hängen, Hart- und Weichholz-Auen-Wälder im Bliestal-Bereich.

#### 4.1.7 **Nasser Wald/Brenschelbach** [Zweibrücker Westrich]

Böden: Über plattigem Kalk des Unteren Muschelkalks (Wellenkalk) und etwas Mittlerem Muschelkalk ein mäßig feuchter bis staunasser, ± gut basenversorgter Lehm.

Aktuelle Bestände: Großflächig Rotbuchen-Altholz vom Typ des Waldmeister-Rotbuchen-Waldes (*Asperulo-Fagetum*), z.T. mit Hainbuchen, Sandbirken, Vogelkirschen sowie Lärchen-, Fichten-Einsprengungen; Stieleichen-Altholz; großflächig auch jüngere Mischwälder verschiedener Zusammensetzung aus Rotbuche, Sandbirke, Stieleiche, Lärche, Hainbuche, Waldkiefer, Esche; kleinere Flächen mit Schwarzerlen sowie Balsampappel-Kulturen und jüngere Douglasien-Forste; Fichten-Forste verschiedener Altersstufen; mehrere wasserführende Mardellen, diese partiell mit Schwarzerlen-Saum.

Potentielle natürliche Vegetation: Waldmeister-Rotbuchen-Wald (*Asperulo-Fagetum*) in verschiedenen Ausprägungen.

#### 4.1.8 **Bettelwald/Ormesheim** [Zweibrücker Westrich]

Böden: Über Unterem und Mittlerem Muschelkalk dichte, dicke, rasch großflächig veräussende, ± basenhaltige Lehme.

Aktuelle Bestände: Eichen-Rotbuchen-Hainbuchen(-Eschen)-Wald, z.T. altersgestuft, vom Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald (*Stellario-Carpinetum*) bis zum Waldmeister-Rotbuchen-Wald (*Asperulo-Fagetum*) reichend; daneben jüngere Douglasien-, Lärchen-, Fichten- und Eschen-Forste (z.T. mit Orchideen) und auch wenige reife Fichten; feuchter Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) und gut entwickelte, gehölzartenreiche Waldmäntel vom Typ des Schlehen-Liguster-Gebüsches (*Ligustro-Prunetum*); mehrere wasserführende Mardellen.

Potentielle natürliche Vegetation: Überwiegend Waldmeister-Rotbuchen-Wald (*Asperulo-Fagetum*), im nördlichen Teil lokal ein feuchter Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*).

#### 4.1.9 **Kappwald/Türkismühle** [Nohfelden-Hirsteiner Bergland]

Böden: Über Rhyolith in der Kappbach-Aue wechselfeuchter bis nasser, steiniger, lokal ± basenreicher, jedoch ± saurer Lehm; an den Hängen wechsellöcheriger, steiniger, oft flachgründiger, oberflächlich versauerter Lehm.

Aktuelle Bestände: Kappbach-Aue mit Sternmieren-Eichen-Hainbuchen-Wald, z.T. mit eingesprengten Waldkiefern (*Stellario-Carpinetum*) und Waldmeister-Eichen-Hainbuchen-Wald (*Galio-Carpinetum*) mit Einsprengungen einzelner Sandbirken, Zitterpappeln, Weiden, Vogelkirschen, Bergahornen, Haseln, Kanadischen Bastard-Pappeln, offenere grasige Partien mit Ohrweide. An den Hängen überwiegend Hainsimsen-Eichen-Wald (*Luzulo-Quercetum*), daneben ältere Rotbuchen-Eichen-Wälder; eine Fläche mit Rotbuchen-Altholz sowie Fichten-, Douglasien- und Lärchen-Forste verschiedenen Alters.

Potentielle natürliche Vegetation: In der Kappbach-Aue ein feuchter Rotbuchen-Bergahorn-Wald des *Asperulo-Fagetums* mit eingestreuten Hainbuchen und Eichen, an sehr nassen



Stellen mit Schwarzerle. An den Hängen überwiegend Hainsimsen-Eichen-Wald (*Luzulo-Quercetum*), meist mit Rotbuchen-Beteiligung; daneben an gleichmäßiger feuchten Stellen Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) mit Eichenbeteiligung.

#### 4.1.10 Oberthaler Bruch/Oberthal [Nohfelden-Hirsteiner Bergland]

Böden: An den Hängen der umgebenden Berge über Rhyolith der Permischen Vulkanite ein wechsellückiger, steiniger,  $\pm$  saurer Lehm; in der Tallage des NSG Oberthaler Bruch über Lebacher Schichten des Unterrotliegenden ein schwach sandiger, z.T. steiniger, frisch bis nasser, saurer Lehm.

Aktuelle Bestände: In allen Bereichen Fichten- und Lärchen-Forstre verschiedenen Alters, daneben jüngere Douglasien-Forstre; Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) in allen Altersstufen, an staunassen Stellen mit Torfmoos und Schwarzerlen-Gruppen; Eichen-Hainbuchen-Mittelwald als durchgewachsener Niederwald; ausgedehnte Bachtal-Randgehölze mit Sandbirke, Stieleiche, Zitterpappel; die Fichten-Bestände in Tallagen mit wenig Waldkiefer, Moorbirke, Faulbaum und Ohrweide; im Talgrund vernässte Brachwiesen mit Waldbinsen- und Waldsimsen-Beständen, z.T. mit Ohrweiden-Gebüsch und Torfmoos-Flächen.

Potentielle natürliche Vegetation: An den Hängen überall Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*) mit unterschiedlicher Beteiligung von Stieleichen; in den engen Klammern ein frischer Rotbuchen-Bergahorn-Wald; auf staunassen Böden ein an Moorbirken reicher Stieleichen-Wald; an besser drainierten Standorten ein an Eichen reicher Hainsimsen-Rotbuchen-Wald (*Luzulo-Fagetum*); in der Talaue Moorbirken-Bruchwald (*Betuletum pubescentis*) mit etwas Stieleiche und evtl. Schwarzerle.

#### 4.1.11 Pilznomenklatur

Die Pilznomenklatur in Tabellen richtet sich in erster Linie nach MOSER (1983), ergänzend hierzu DERBSCH & SCHMITT (1984, 1987). Danach schließt der Begriff *Agaricales* (*Agaricales* s.l.) die echten Blätterpilze (*Agaricales*), die Röhrenpilze (*Boletales*), die Sprödblätler (*Russulales*) und die Stielporlinge (*Polyporales*) ein.

Von einigen Arten kommen im Saarland  $\pm$  konstante Abweichungen vor, die in den Tabellen mit dem vorläufigen Arbeitsnamen aufgeführt sind. Einige Funde konnten bis dato - auch wegen fehlender Wiederfunde - noch keiner beschriebenen Art zugeordnet werden, sind aber trotzdem als Ergänzung des "Arten"-Spektrums mit aufgeführt.

## 4.2 Einfache Arten/Areal-Kurven aus Literaturdaten

Zur Überprüfung neuer Verfahren ist es von Vorteil, zuerst bereits publizierte Fremddaten zur Bearbeitung heranzuziehen, welche unabhängig von den Aspekten des neuen Verfahrens erarbeitet wurden und aus diesem Grund als objektive Daten anzusehen sind. Zum Einstieg sei eine der frühesten Darstellungen von Arten/Areal-Kurven für Pflanzen von ILVESSALO (1922) aufgegriffen, die als Beispiel in Abb. 1 dargestellt ist. Die Hanes-Transformationen für die 5 Arten/Areal-Kurven verschiedener Nadelwaldtypen aus finnischen Gebieten beweisen durch die hervorragende Übereinstimmung mit linearem Verlauf, daß die zugrunde liegenden einfachen Arten/Areal-Kurven hyperbolischen Funktionen folgen. In Tabelle 1 sind die Kenn-Konstanten R, M und D der Best-Hyperbeln für alle 5 Kurven zusammengestellt.

Aus Tabelle 1 wird deutlich, daß sich die 5 Waldtypen gravierend in ihrer Pflanzenarten-Diversität R unterscheiden, wobei die Besenheide-Gesellschaft mit 34 Arten den geringsten Wert und die Sauerklee-Gesellschaft mit 157 Arten den höchsten Wert aufweist. Die Minimum-Areale reichen von 7 439 bis 18 735 m<sup>2</sup>, wobei die *Vaccinium*-Gesellschaft mit 7 439 ein halb so

großes Minimum-Areal aufweist als die 4 anderen mit im Mittel 15 576 m<sup>2</sup>. Die Mittlere Arten-Densität D liegt beim *Calluna*-Typ mit 0,27 Arten/100 m<sup>2</sup> sehr niedrig, die anderen 4 Typen weisen eine 3- bis 4-fach höhere Mittlere Artendichte auf.

**Tabelle 1:** Hyperbel-Konstanten der Einfachen Arten/Areal-Kurven für Pflanzen in finnischen Wäldern - Auswertungen aus Abb. 1a,b,c - Werte z.T. auf ganze Zahlen gerundet

Waldtyp	Arten-Reichtum R [Artenzahl]	Minimum-Areal M [m <sup>2</sup> ]	Mittlere Arten-Densität D [Arten/100 m <sup>2</sup> ]
Oxalis	157	14 734	1,1
Oxalis/Myrtillus	149	18 735	0,8
Myrtillus	121	16 376	0,7
Vaccinium	64	7 439	0,9
Calluna	34	12 457	0,3

Nun sollen Arten/Areal-Daten für Pilze aus drei Publikationen herausgegriffen werden. Die dort abgebildeten Einfachen distributiven Arten/Areal-Kurven - auf der Basis von experimentellen Befunden erstellt - wurden wertemäßig erfaßt und ihr Verlauf sowie die aus den Daten errechneten Werte für die linearisierende Hanes-Transformation in einer zweiten Graphik einander gegenübergestellt.

GULDEN ET AL. (1991, 1992) untersuchten über einen 3-Jahres-Zeitraum die Mykorrhizapilz-Vorkommen in  $\pm$  schadstoffbelasteten Fichtenbeständen in Norwegen und im Schwarzwald, um Aussagen über negative Auswirkungen von Schadstoffen auf die Pilzflora nachweisen zu können. Hierbei wurden die Spätsommer- und Herbst-Aspekte der Pilze in 7- bis 14-tägigem Abstand in einer Reihe von 225 m<sup>2</sup> großen Einzel-Flächenplots in jedem der drei Untersuchungsgebiete erfaßt und die erhaltenen, über 3 Jahre kumulierten Daten in Einfachen Arten/ Areal-Kurven dargestellt. Auch hier wurden aus den Abbildungsdaten eigene Graphiken (vgl. Abb. 4a) und aus den herausgegriffenen Daten durch Umrechnung dann Hanes-Transformationen erstellt (Abb. 4b). Die Hanes-Graphiken zeigen in allen drei Fällen hervorragende Korrelationen mit Geraden, so daß also auch an diesem Beispiel die zugrunde liegenden Arten/Areal-Kurven bestens mit Hyperbeln übereinstimmen. Die Rz-, Mz- und Dz-Werte der Hyperbelkurven für die drei Gebiete sind nachfolgend zusammengestellt:

Schwarzwald: Rz = 80 Arten, Mz = 408 m<sup>2</sup>, Dz = 19,6 Arten/100 m<sup>2</sup>

Gjerstad: Rz = 100 Arten, Mz = 322 m<sup>2</sup>, Dz = 31,1 Arten/100 m<sup>2</sup>

Höylandet: Rz = 153 Arten, Mz = 394 m<sup>2</sup>, Dz = 38,8 Arten/100 m<sup>2</sup>

**Abbildung 4:** A) Arten/Areal-Kurven für Mykorrhiza-Pilze in drei Waldgebieten Norwegens bzw. des Schwarzwaldes, kumulierte Daten nach 3jähriger Beobachtung von je 10 Flächenplots à 225 m<sup>2</sup>; Daten aus Fig. 3 in GULDEN ET AL. (1992, vgl. auch GULDEN ET AL. 1991):

a) Einfache Arten/Areal-Kurven

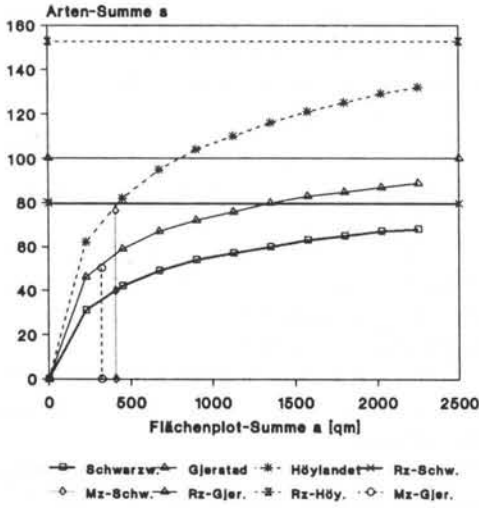
b) Hanes-Transformationen von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Mykorrhiza-Pilze in zwei *Picea*-Forsttypen der Ardennen bei einjähriger Beobachtung von je 15 bzw. 16 Flächenplots à 450 m<sup>2</sup>; Daten aus Fig. 5 in ARNOLDS (1992), basierend auf THOEN (1977):

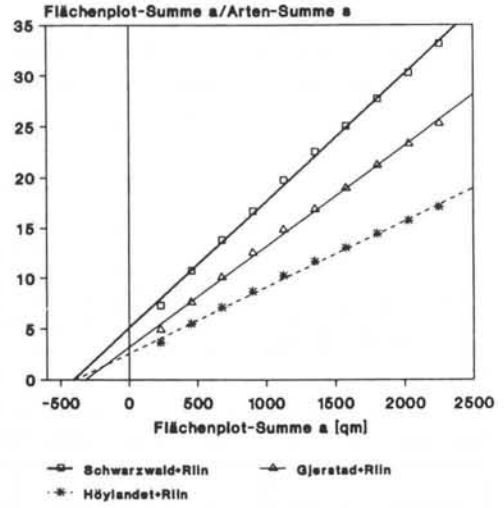
c) Einfache Arten/Areal-Kurven

d) Hanes-Transformationen von c)

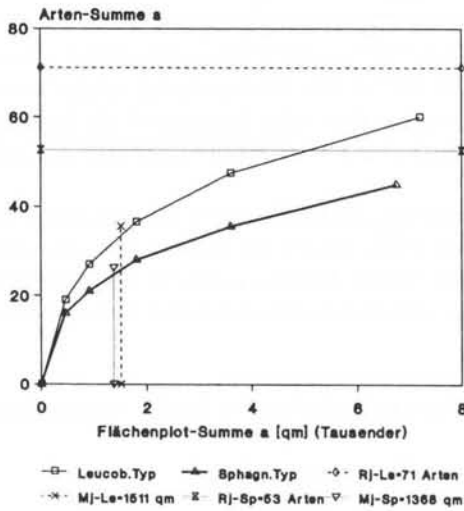
a) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurven  
GULDEN 1992; Norwegen-Deutschland  
3jährige Beobachtung, kumuliert



b) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurven  
GULDEN 1992; Norwegen-Deutschland  
3jähr. Beob.; Hanes-Transformation



c) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurven  
THOEN 1977 nach ARNOLDS 1982; Picea-Bes.  
1jährige Beobachtung



d) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurven  
THOEN 1977 nach ARNOLDS 1982; Picea-Bes.  
Hanes-Transformation

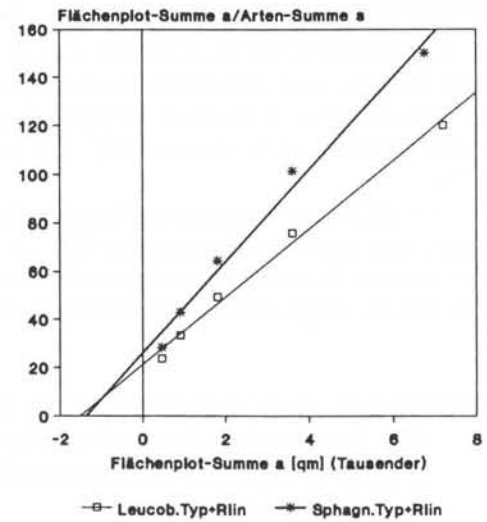


Abb. 4

THOEN (1977) beobachtete in zwei Fichten-Forsttypen der Ardennen während eines Jahres die Mykorrhizapilzflora, wobei 15 bzw. 16 Flächenplots von je 450 m<sup>2</sup> pro Gebiet bearbeitet wurden. Die Ergebnisse bildet ARNOLDS (1992, Fig 5) als Arten/Areal-Kurven ab. Die aus der Abbildung entnommenen Daten sind in Abb. 4c wiedergegeben, ihre Hanes-Transformationen in Abb. 4d. Für beide Arten-Areal-Kurven ist aus der Hanes-Graphik eine sehr gute Übereinstimmung mit hyperbolischen Funktionen ableitbar. Die charakteristischen Kenn-Konstanten der beiden Kurven sind:

*Leucobryum*-Typ : R<sub>j</sub> = 71 Arten, M<sub>j</sub> = 1511 m<sup>2</sup>, D<sub>j</sub> = 4,7 Arten/100 m<sup>2</sup>

*Sphagnum*-Typ : R<sub>j</sub> = 53 Arten, M<sub>j</sub> = 1368 m<sup>2</sup>, D<sub>j</sub> = 3,9 Arten/100 m<sup>2</sup>

Man erkennt, daß der Weißmoos-Fichtenwald artenreicher und artendichter als der Torfmoos-Fichtenwald ist und auch ein etwas größeres Minimum-Areal M<sub>j</sub> aufweist.

Eine ganz andere Zielsetzung hat die Arbeit von BAATH (1981). Er bestimmte die Bodenpilzarten in Bodenproben aus verschiedenen Bodenhorizonten der Kahlschlagfläche eines Waldkiefern-Forstes in Zentral-Schweden und bildet eine Arten/Areal-Kurve dazu ab (Tab. 4 in BAATH 1981), wobei die Pilzarten kumulativ gegen die Bodenproben-Summe p dargestellt sind. In Abb. 5a,b sind die Einfache Arten/Areal-Kurve und ihre Hanes-Transformation aus den Daten für den Bodenhorizont A02 erstellt. Auch diese Arten/Areal-Kurve zeigt sehr gute Übereinstimmung mit hyperbolischem Verlauf, wie auch diejenigen der anderen Bodenhorizonte, die zwar nach gleichem Muster bearbeitet, aber hier nicht graphisch wiedergegeben werden; ihre charakteristischen Kenn-Konstanten folgen nachstehend:

Boden-Horizont	Arten-Diversität R [Artenzahl]	Halbwerts-Probenzahl M [Anzahl]	Arten-Densität D als Mittlere Artenzahl pro Probe [Arten/Probe]
A01	80	351	0,2
A02	78	308	0,3
A2	73	175	0,4
B	56	198	0,3

Der Artenreichtum ist in den drei oberen Bodenhorizonten vergleichbar, sinkt aber im Horizont B drastisch ab. Die Halbwerts-Proben-Zahlen M sind in den A0-Horizonten vergleichbar, in dem A2- bzw. B-Horizont dagegen deutlich geringer. Die Arten-Densität D als Mittlere Artenzahl/Probe ist in Horizont A01, A02 und B vergleichbar, in Horizont A2 jedoch deutlich höher.

Als letztes der Beispiele für Einfache Arten/Areal-Kurven für Pilze aus Literaturdaten sei eine eigene Aufnahme aufgegriffen (Fig. 1 in SCHMITT 1992), die aus der Zeit der ersten Schritte des Autors in Richtung Arten/Areal-Kurven bei Pilzen stammt. Damals wurde für die Aufnahme aus dem Fechinger Wald bei Saarbrücken der Kurve über Exkursionsdauer-Plot-Summen eine

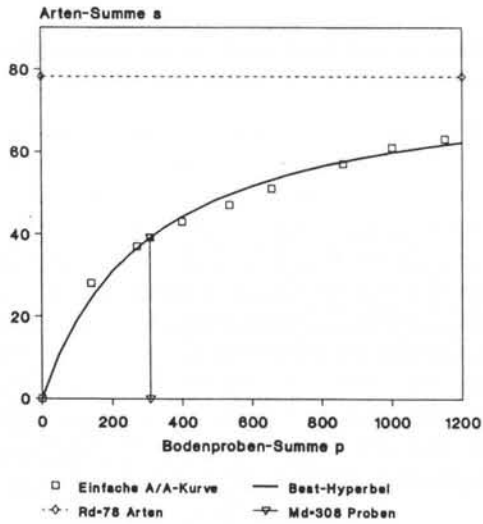
**Abbildung 5:** A) Arten/Areal-Kurven für Boden-Pilze in Bodenproben des Bodenhorizontes A02; Daten aus Tab. 4 in BAATH (1981):

- a) Einfache Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Bodenproben-Zahl
- b) Hanes-Transformation von a)

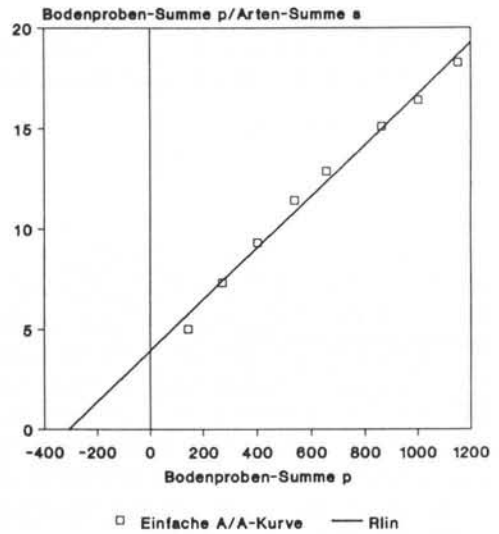
B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Fechinger Wald/Fechingen am 17.10.1986 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme J.A. SCHMITT, Daten aus Fig. 1 in SCHMITT (1992):

- c) Einfache Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer
- d) Hanes-Transformation von c)

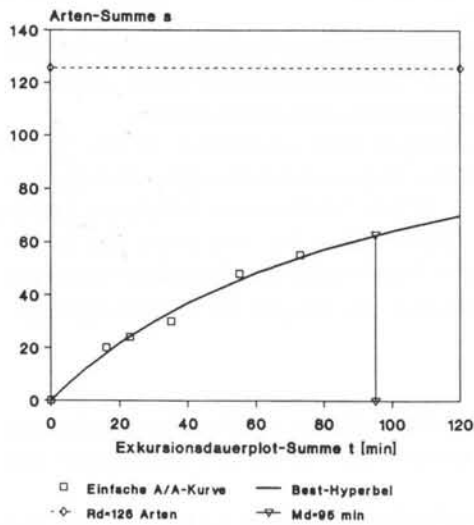
a) Bodenpilz-Arten/Areal-Kurve, Probenz.  
BAATH 1981; Podsol A02



b) Bodenpilz-Arten/Areal-Kurve, Probenz.  
BAATH 1981; Podsol A02; Hanes-Tr.



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
17.10.1988 Fechinger Wald, JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
17.10.1988 Fechinger Wald, JAS; Hanes-T.

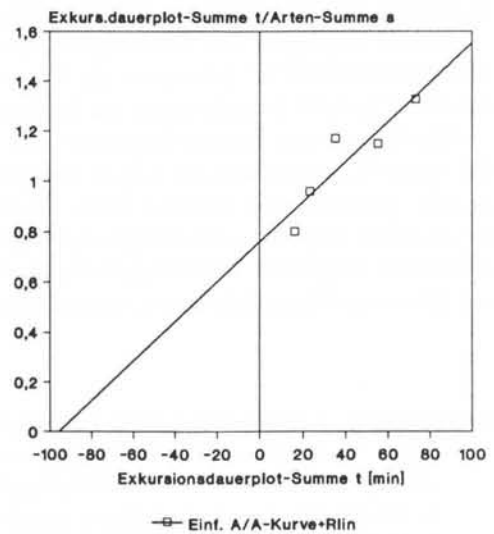


Abb. 5

Wurzelfunktion von der Form  $s = m \cdot t^{0,78}$  als Näherung zugrundegelegt, die jedoch keine Grenzwert-Funktion darstellt und für größere Gebietsflächen viel zu hohe Artenzahlen vorher-sagt. Die Daten zu dieser Kurve sind in Abb. 5c,d graphisch dargestellt, davon einmal im Hanes-Diagramm. Hier zeigt sich noch eine gute Lage der Punkte um die Best-Gerade mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r = +0,91$ . Die zugrundeliegende hyperbolische Arten/Areal-Kurve ist durch einen Grenzwert von  $R_d = 126$  Arten und einen Md-Wert von 95 min, entsprechend  $5292 \text{ m}^2$  (nach Gleichung 4), charakterisiert.

#### 4.3 Die Erstellung und Auswertung Statistischer Arten/Areal-Kurven am Beispiel der Pilze in Dünenrasen nach Daten aus WINTERHOFF (1975)

Zur Anwendung des neuen statistischen Verfahrens für die Erstellung distributiver Statisti-scher Arten/Areal-Kurven können nur diejenigen Arbeiten aus der Literatur herangezogen wer-den, in denen die Artenlisten der einzelnen Untersuchungsplots dokumentiert sind - was leider nur selten der Fall ist. Aus den wenigen diesbezüglichen Beispielen für Pilze wird die pilz-floristische Untersuchung der Dünenrasen bei Sandhausen von WINTERHOFF (1975) ausgewählt, um die Erstellung von Statistischen Arten/Areal-Kurven im Detail vorzustellen. WIN-TERHOFF wählte nach der Methode von BRAUN-BLANQUET repräsentative Probeflächen verschiedener Plotgrößen innerhalb der Düne aus, um über die erhaltenen Pilzarten-Inventare Abundanz und Dominanz von Pilzarten abschätzen zu können. Das insgesamt  $6700 \text{ m}^2$  große Düngelände mit seinen beiden dominierenden Pflanzengesellschaften (*Koeleria glauca*- und *Festuca lemni*-Gesellschaft) wurde in folgenden, über die Fläche verteilten verschiedenen Plotgrößen auf Pilzvorkommen untersucht, wobei sich Plots gleicher Größe nicht überlappten:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| a) 1 Plot à $6700 \text{ m}^2$ (ganze Dünenfläche) | e) 32 Plots à $25 \text{ m}^2$ |
| b) 4 Plots à $1000 \text{ m}^2$                    | f) 69 Plots à $4 \text{ m}^2$  |
| c) 5 Plots à $500 \text{ m}^2$                     | g) 135 Plots à $1 \text{ m}^2$ |
| d) 17 Plots à $125 \text{ m}^2$                    |                                |

Die Aufnahmen begannen am 12.12.1973 (Maximalaspekt der Pilzarten mit 35 Spezies  $\equiv 72 \%$  der dort insgesamt über die gesamte Beobachtungszeit nachgewiesenen Arten) und wurden in Abständen von 2 Wochen über 1,5 Jahre fortgeführt.

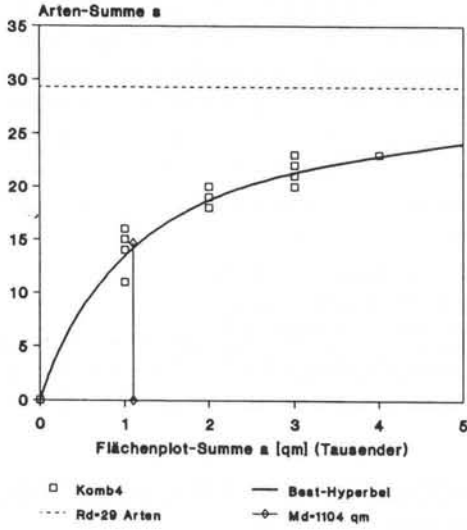
Für die vorgesehene Verwendung der Daten für Statistische Arten/Areal-Kurven stellte Prof. WINTERHOFF freundlicherweise die Originale seiner Aufnahmeprotokolle bereit, woraus für die nachfolgenden Bearbeitungen die Blätterpilze (Agaricales) ausgewählt wurden.

Begonnen wurde mit der Bearbeitung der größtflächigen Plots von  $1000 \text{ m}^2$ . In Tab. 2a sind die Agaricales-Artensfunde der 4 Plots zusammengestellt. Insgesamt wurden darin 23 Arten fest-gestellt, wovon 6 Arten in allen 4 Plots, 4 Arten nur in 3 Plots, 7 Arten nur in 2 Plots und 6 Arten nur in 1 Plot auftraten - die mittlere Artenzahl pro Plot beträgt  $14,0 \pm 2,16$  Arten. Alle 24 ver-schiedenen möglichen Reihenfolgen  $K_1$  bis  $K_{24}$  der 4 Plots wurden nun kumulativ bearbeitet, um daraus die Statistische Arten/Areal-Kurve zu erstellen. Als Beispiel für die erste kumulati-

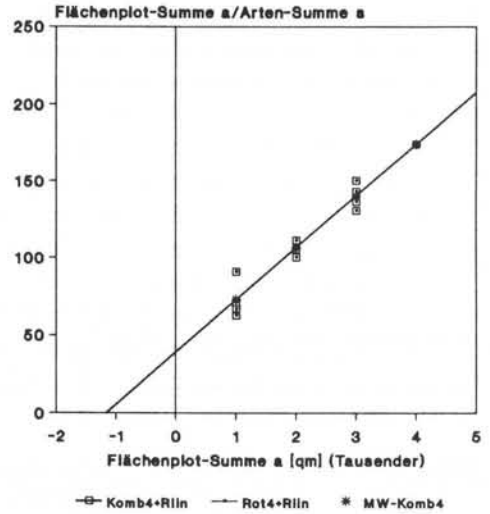
**Abbildung 6:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in Probeflächen der Düne bei Sandhausen; Daten aus WINTERHOFF (1975, vgl. auch WINTERHOFF 1977, 1978) und persönlichen Mit-teilungen von Prof. Dr. W. WINTERHOFF:

- Statistische Arten/Areal-Kurve Komb4 aus 4 Flächenplots à  $1000 \text{ m}^2$ , Daten in Tab. 2a,b
- Hanes-Transformation von a)
- Statistische Arten/Areal-Kurve Rot5 aus 5 Flächenplots à  $500 \text{ m}^2$ , Daten in Tab. 3a,b
- Hanes-Transformation von c)

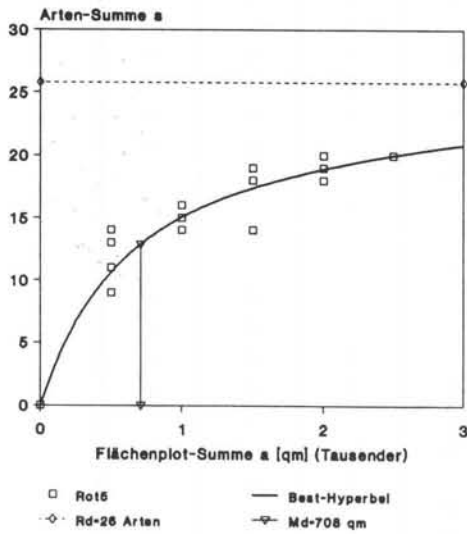
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne, P=1000 qm



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne; P=1000 qm  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne; P=500 qm



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne; P=500 qm;  
Hanes-Transformation

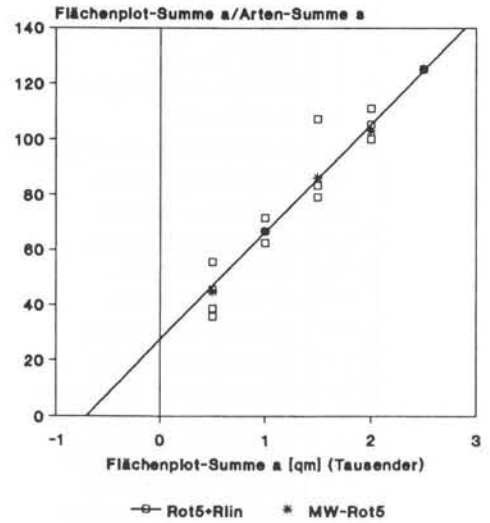


Abb. 6

ve Plotfolge  $K_1 = \text{Plot I} + \text{II} + \text{III} + \text{IV}$  sei das Verfahren kurz beschrieben: Zum Abszissenwert  $1000 \text{ m}^2$  gehört die Artenzahl von Plot I =  $s_1$ , im Beispiel also 14 Arten. Für den Abszissenwert  $2000 \text{ m}^2$  kommen zu  $s_1$  die Arten aus Plot II hinzu, welche in Plot I noch nicht nachgewiesen waren, d.h. in Tab. 2a die Arten Nr. 3, 9, 14, 18, so daß  $s_2 = 18$  Arten beträgt; für Abszissenwert  $3000 \text{ m}^2$  kommen die Arten aus Plot III hinzu, die in Plot I und Plot II noch nicht enthalten waren, d.h. Arten Nr. 10, 12, 13 und 21, so daß  $s_3 = 22$  Arten beträgt, und für den Abszissenwert  $4000 \text{ m}^2$  addiert sich aus der Artenausstattung von Plot IV noch die Art Nr. 22, welche in den Plots I, II und III noch nicht enthalten war. Diese Prozedur wird mit allen 24 Plotfolgen  $K_1$  bis  $K_{24}$  vollzogen. Alle diese Daten sind in Tab. 2b zusammengestellt, einschließlich der zugehörigen  $a/s$ -Werte für die Hanes-Graphik. Aus den Daten in Tab. 2b wurde nun die Statistische Arten/Areal-Kurve als Komb4 erstellt (Abb. 6a,b). Im Vergleich hierzu weicht das einfachere statistische Verfahren der Rot4 (aus den ersten 4 Kombinationen  $K_1$  bis  $K_4$  in Tab. 2) in seinen Werten nur ganz unbedeutend ab. Vergleicht man nämlich die Artensummen  $s$  bzw. die daraus errechneten  $a/s$ -Werte von Komb4 und Rot4 miteinander, so liegen die Abweichungen im Promille-Bereich, sind also vernachlässigbar im Hinblick auf die Bestkurven.

Im Hanes-Diagramm liegen die Einzelwerte der Komb4-Statistik eng um die Bestgerade, die Mittelwerte fast exakt darauf (Korrelationskoeffizient  $r = 0,999$ ). Aus den Schnittpunkten dieser Regressions-Geraden mit den beiden Koordinatenachsen errechnet sich die Artendiversität  $R_d$  zu 29 Arten, die Halbwertsfläche  $M_d$  - das Minimum-Areal - zu  $1104 \text{ m}^2$  und die Mittlere Artendensität  $D_d$  zu  $2,6 \text{ Arten}/100 \text{ m}^2$ .

**Tabelle 2a:** Agaricales-Arten auf der Pferdstrieb-Düne/Sandhausen, 4 Plots von  $1000 \text{ m}^2$ , Daten aus WINTERHOFF (1975), zu Abb. 6a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten . wissenschaftlicher Name	Vorkommen in $1000 \text{ m}^2$ -Plot-Nr.			
		I	II	III	IV
1	<i>Agrocybe pusiola</i>	x		x	x
2	<i>Clitocybe barbularum</i>	x	x	x	x
3	<i>Clitocybe dealbata</i>		x		
4	<i>Clitocybe rivulosa</i>	x	x	x	x
5	<i>Galerina laevis</i>	x	x		x
6	<i>Galerina vittaeformis</i>	x	x	x	x
7	<i>Lepiota alba</i>	x		x	x
8	<i>Leptoglossum muscigenum</i>	x		x	
9	<i>Marasmius oreades</i>		x		
10	<i>Marasmius wynnei</i>			x	x
11	<i>Melanoleuca species</i>	x			
12	<i>Mycena avenacea</i>			x	x
13	<i>Mycena flavoalba</i>			x	x
14	<i>Mycena leptcephala</i>		x	x	x
15	<i>Mycena pseudopicta</i>	x	x	x	x
16	<i>Omphalina cf. obscurata</i>	x		x	
17	<i>Omphalina pyxidata</i>	x			
18	<i>Psathyrella ammophila</i>		x	x	
19	<i>Rhodocybe popinalis</i>	x			
20	<i>Rhodophyllus sericeus</i>	x	x	x	x
21	<i>Rickenella fibula</i>			x	x
22	<i>Stropharia coronilla</i>				x
23	<i>Tubaria furfuracea</i>	x	x	x	x
	Artenzahl pro Plot:	14	11	16	15



In der Statistik Komb4 sind einige Wertepaare  $s, a$  vorhanden, die in Rot 4 nicht vorkommen, der daraus resultierende, veränderte Verlauf der Arten/Areal-Kurve ist jedoch so geringfügig, daß die Regressionsgeraden von beiden Statistiken im Hanes-Diagramm (Abb. 6b) praktisch zusammenfallen.

**Tabelle 2b:** Daten zur statistischen Arten/Areal-Kurve der Düne bei Sandhausen, 1000 m<sup>2</sup>-Plots, errechnet aus den Daten in Tab. 2a, Komb. 4, entsprechend 4! = 24 Plotkombinationen von K1 bis K24, zu Abb. 6a,b

Komb. Nr.	Reihenfolge der Plots	Agaricales-Arten-Summen $s$ für Plotflächensumme von							
		a = 1000 m <sup>2</sup>		a = 2000 m <sup>2</sup>		a = 3000 m <sup>2</sup>		a = 4000 m <sup>2</sup>	
		$s$	$a/s$	$s$	$a/s$	$s$	$a/s$	$s$	$a/s$
K1	I + II + III + IV	14	71,429	18	111,111	22	136,364	23	173,913
K2	II + III + IV + I	11	90,909	19	105,263	20	150,000	23	173,913
K3	III + IV + I + II	16	62,500	18	111,111	21	142,857	23	173,913
K4	IV + I + II + III	15	66,667	20	100,000	23	130,435	23	173,913
K5	I + II + IV + III	14	71,429	18	111,111	23	130,435	23	173,913
K6	II + IV + III + I	11	90,909	18	111,111	20	150,000	23	173,913
K7	IV + III + I + II	15	66,667	18	111,111	21	142,857	23	173,913
K8	III + I + II + IV	16	62,500	20	100,000	22	136,364	23	173,913
K9	I + III + IV + II	14	71,429	20	100,000	21	142,857	23	173,913
K10	III + IV + II + I	16	62,500	18	111,111	20	150,000	23	173,913
K11	IV + II + I + III	15	66,667	18	111,111	23	130,435	23	173,913
K12	II + I + III + IV	11	90,909	18	111,111	22	136,364	23	173,913
K13	I + IV + II + III	14	71,429	20	100,000	23	130,435	23	173,913
K14	IV + II + III + I	15	66,667	18	111,111	20	150,000	23	173,913
K15	II + III + I + IV	11	90,909	19	105,263	22	136,364	23	173,913
K16	III + I + IV + II	16	62,500	20	100,000	21	142,857	23	173,913
K17	I + III + II + IV	14	71,429	20	100,000	22	136,364	23	173,913
K18	III + II + IV + I	16	62,500	19	105,263	20	150,000	23	173,913
K19	II + IV + I + III	11	90,909	18	111,111	23	130,435	23	173,913
K20	IV + I + III + II	15	66,667	20	100,000	21	142,857	23	173,913
K21	I + IV + III + II	14	71,429	20	100,000	21	142,857	23	173,913
K22	IV + III + II + I	15	66,667	18	111,111	20	150,000	23	173,913
K23	III + II + I + IV	16	62,500	19	105,263	22	136,364	23	173,913
K24	II + I + IV + III	11	90,909	18	111,111	23	130,435	23	173,913
Mittelwerte aus 24 Werten:		14,000	72,876	18,833	106,433	21,500	139,914	23,000	173,913
Stand.-Abw. ±:		1,910	11,114	0,917	5,104	1,142	7,451	0	0
MW Rot4=K1+K2+K3+K4:		14,000	72,876	18,750	106,871	21,500	139,914	23,000	173,913
Stand.-Abw.:		2,160	12,563	0,957	5,346	1,291	8,423	0	0

Nun folgt die Bearbeitung der 500 m<sup>2</sup>-Plot-Aufnahmen, deren Daten in Tab. 3a zusammengestellt sind, wie schon voranstehend beschrieben. Im Vergleich mit der 1000 m<sup>2</sup>-Aufnahme sind hier in den nur halb so großen Flächenplots die Artenverteilungen anders: nur 1 Art ist in allen 5 Plots vorhanden, 7 Arten sind in 4 Plots vertreten, 2 Arten kommen in 3 Plots vor, 7 Arten in 2 Plots und 3 Arten in nur einem Plot - die mittlere Artenzahl pro Plot beträgt  $11,2 \pm 2,28$  Arten. Wegen der 5 Plots wird die weniger arbeitsintensive Statistik Rot5 zur Erstellung der Statistischen Arten/Areal-Kurve eingesetzt, deren Verlauf in Abb. 6c abgebildet und deren Hanes-Diagramm in Abb. 6d aus den berechneten Daten in Tab. 3b erstellt wurde - das Verfahren Komb5 hätte die Erarbeitung von  $4! = 120$  Plotreihenfolgen erfordert.

Auch im Falle der 500 m<sup>2</sup>-Plot-Aufnahme ist die resultierende Arten/Areal-Kurve eine bestens mit hyperbolischem Verlauf korrelierende Kurve: im Hanes-Diagramm liegen die Mittelwerte der Rot5-Statistik fast exakt auf der Regressionsgeraden, obwohl die Einzelwerte eine höhere Streubreite aufweisen als im Beispiel der 1000 m<sup>2</sup>-Plots. Die Kenn-Konstanten der Statistischen Arten/Areal-Hyperbel für die 500 m<sup>2</sup>-Plot-Aufnahme betragen  $R_d = 26$  Arten,  $M_d = 708$  m<sup>2</sup> und  $D_d = 3,7$  Arten/100 m<sup>2</sup>. Da diese Daten von denjenigen der 1000 m<sup>2</sup>-Statistik deutlich abweichen, muß man davon ausgehen, daß im Falle der 500 m<sup>2</sup>-Statistik durch die Plotlage ein pilzartenreicherer Teil der Dünenfläche nicht beprobt war.

**Tabelle 3a:** Agaricales-Arten auf der Pferdstrieb-Düne/Sandhausen, 5 Plots von je 500 m<sup>2</sup>, Daten aus WINTERHOFF (1975), zu Abb. 6c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten wissenschaftlicher Name	Vorkommen in 500 m <sup>2</sup> -Plot-Nr.				
		I	II	III	IV	V
1	<i>Agrocybe pusiola</i>			x		
2	<i>Clitocybe barbularum</i>	x	x			x
3	<i>Clitocybe dealbata</i>	x	x			
4	<i>Clitocybe rivulosa</i>	x	x	x	x	
5	<i>Galerina laevis</i>	x	x	x		x
6	<i>Galerina vittaeformis</i>	x		x	x	x
7	<i>Lepiota alba</i>	x			x	x
8	<i>Leptoglossum muscigenum</i>	x				x
9	<i>Marasmius oreades</i>	x	x			
10	<i>Marasmius wynnei</i>	x		x	x	x
11	<i>Mycena avenacea</i>			x	x	
12	<i>Mycena flavoalba</i>			x	x	
13	<i>Mycena leptocephala</i>	x	x	x	x	
14	<i>Mycena pseudopicta</i>	x	x	x	x	x
15	<i>Omphalina cf. obscurata</i>				x	
16	<i>Psathyrella ammophila</i>	x				x
17	<i>Rhodophyllus sericeus</i>	x	x	x		x
18	<i>Rickenella fibula</i>			x	x	
19	<i>Stropharia coronilla</i>			x		
20	<i>Tubaria furfuracea</i>	x	x	x	x	
	Artenzahl pro Plot:	14	9	13	11	9

Im Falle der Aufnahme mit der nächstkleineren Plotflächengröße von 125 m<sup>2</sup> wurden 17 Plots - über die Dünenfläche verteilt - untersucht, deren Agaricales-Artenlisten in Tab. 4 zusammengestellt sind. Die mittlere Artenzahl pro Plot liegt hier bei nur noch  $5,94 \pm 2,22$  Arten. Zur Erstellung der Statistischen Arten/Areal-Kurve wurde das Verfahren Rot17 angewendet, eine Komb17 hätte eine Bearbeitung von  $17! = 3,5 \cdot 10^{14}$  Kombinationsreihenfolgen erfordert.

**Tabelle 3b:** Daten zur statistischen Arten/Areal-Kurve der Düne bei Sandhausen, 500 m<sup>2</sup>-Plots, errechnet aus den Daten in Tab. 3a, Rot5, entsprechend 5 Plot-Kombinationen von Rotation-Nr. R1 bis R5, zu Abb. 6c,d

Rotat. Nr.	Reihenfolge der Plots	Agaricales-Artensummen s für Plotflächen-Summe von									
		a = 500 m <sup>2</sup>		a = 1000 m <sup>2</sup>		a = 1500 m <sup>2</sup>		a = 2000 m <sup>2</sup>		a = 2500 m <sup>2</sup>	
		s	a/s	s	a/s	s	a/s	s	a/s	s	a/s
R1	I + II + III + IV + V	14	35,714	14	71,429	19	78,947	20	100,000	20	125,000
R2	II + III + IV + V + I	9	55,556	16	62,500	18	83,333	20	100,000	20	125,000
R3	III + IV + V + I + II	13	38,462	15	66,667	18	83,333	20	100,000	20	125,000
R4	IV + V + I + II + III	11	45,454	16	62,500	18	83,333	18	111,111	20	125,000
R5	V + I + II + III + IV	9	55,556	14	71,427	14	107,143	19	105,263	20	125,000
	Mittelwert R1 bis R5:	11,2	46,148	15,0	66,905	17,4	87,218	19,4	103,275	20	125,000
	Stand.Abw.: ±	2,3	9,293	1,0	4,466	2,0	11,299	0,9	4,938	0	0

Die Einzeldaten für die Rot17 und deren Hanes-Auftragung sind nicht mehr tabellarisch aufgeführt, da sie verfahrensmäßig wie diejenigen der bereits vorgestellten 1000 m<sup>2</sup>- und 500 m<sup>2</sup>-Aufnahmen erstellt wurden. In Abb. 7a,b sind die Arten-Areal-Kurve und deren Hanes-Diagramm abgebildet, wobei deutlich wird, daß die Einzelwerte der Rot17-Statistik noch stärker als bei den vorhergehenden Beispielen streuen. In der Hanes-Transformation (Abb. 7b) erkennt man, daß die Mittelwerte der Rot17-Statistik unterhalb des Flächenwertes von 800 m<sup>2</sup> deutlich und konstant von einem Geradenverlauf abweichen, daß jedoch die Punkte oberhalb dieses Wertes exakt auf einer Geraden liegen. Für die Auswertung zur Gewinnung der Besthyperbel-Konstanten dieser Arten/Areal-Kurve wurden deshalb nur die Werte ab 800 m<sup>2</sup> aufwärts verwendet, es errechnete sich daraus ein Wert für Rd von 37 Arten, für Md von 976 m<sup>2</sup> und eine Mittlere Arten-Diversität von Dd = 3,8 Arten pro 100 m<sup>2</sup>. Die deutlichen Abweichungen der Arten/Areal-Kurve von der Ideal-Hyperbel in Flächenbereichen unterhalb von 800 m<sup>2</sup> hängt von der wohl sehr ungleichmäßigen Dispersion der Pilze in der Dünenfläche und der diesbezüglich zu kleinen Plotflächengröße zusammen, die mit 125 m<sup>2</sup> nur knapp 13 % des Minimum-Areals Md = 976 m<sup>2</sup> beträgt. Wie schon in Kapitel 3 dargelegt ist, sollte die Plotfläche nicht weniger als ca. 25 % des Minimum-Areals M betragen.

Bei noch kleineren Plotflächen-Größen als 125 m<sup>2</sup> waren zunehmend einige Plots pilzleer, d.h.  $s = 0$ , so daß eine Darstellung in der Hanes-Transformation unmöglich ist: Im Falle der 25 m<sup>2</sup>-Plots waren von 32 Plots 4 pilzleer, im Falle der 4 m<sup>2</sup>-Plots von 69 schon 18 und im Falle der 1 m<sup>2</sup>-Plots von 135 über die Hälfte, nämlich 76. Hierfür konnten deshalb keine Statistischen Arten/Areal-Kurven erstellt werden. Schon WINTERHOFF beurteilt 1975 die Befunde - ohne Kenntnis der hier dargestellten, statistischen Daten - selbst folgendermaßen: "Die Plotgrößen 1 bzw. 4 m<sup>2</sup> sind zur Erfassung der Pilze ganz unzureichend, selbst [Plot] Flächen von 100 m<sup>2</sup> enthalten weniger als 1/4 der Arten des Gebietes. Erst in Flächen von 1000 m<sup>2</sup> sind es etwa 50 %". In Tab. 5 sind die Ergebnisse der Statistischen Arten/Areal-Kurven aus den verschiedenen Plotgrößen-Beispielen der Dünen-Untersuchung zusammengefaßt.

Die Übereinstimmung der Rd- und Md-Werte der verschiedenen Plotgrößen-Bearbeitung ist nicht besonders gut und sehr wahrscheinlich auf die Wahl der Probeflächenlage in der Düne zurückzuführen. Errechnet man aus den Mittelwerten von Rd und Md (vgl. Tab. 5) der verschiedenen Aufnahmen über Gleichung 1 die für die gesamte Dünenfläche von 6700 m<sup>2</sup> zu erwartende Artenzahl, so erhält man einen Wert von 27 Arten, was exakt mit der gefundenen Artenzahl übereinstimmt.

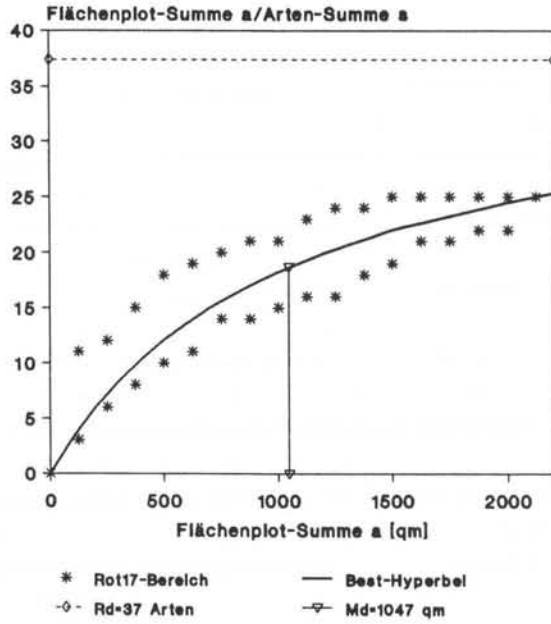
#### 4.4 Statistische Arten/Areal-Kurven aus Kombinationen gleichgroßer streifenförmiger Flächenplots im Vergleich zu parallelen Zeitplots am Beispiel "Mathe-Wiese"

Im Gegensatz zur Grasland-Biozönose in Kapitel 4.3 wird hier eine Wald-Biozönose bearbeitet. Die eigenen Aufnahmen betreffen die 2450 m<sup>2</sup> große Fläche eines Laubmischwaldes, welche heute innerhalb des Campus der Universität des Saarlandes/Saarbrücken liegt und ursprünglich ein Teil des St. Johanner Stadtwaldes war. Die Fläche wurde in 10 nebeneinander liegende Streifen von 70 x 3,5 m = 245 m<sup>2</sup> unterteilt, die an den Längsseiten aneinander grenzen und darin am 8.10.1992 die Blätterpilzvorkommen aufgenommen, d.h. die Aufnahme kann

**Abbildung 7:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in Probeflächen der Düne bei Sandhausen; Daten aus WINTERHOFF (1975, vgl. auch WINTERHOFF 1977, 1978) und persönlichen Mitteilungen von Prof. Dr. W. WINTERHOFF:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot17 aus 17 Flächenplots à 125 m<sup>2</sup>, Daten in Tab. 4
- b) Hanes-Transformation von a)

a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne; P=125 qm



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
WINTERHOFF 1975, Düne; P=125 qm  
Hanes-Transformation

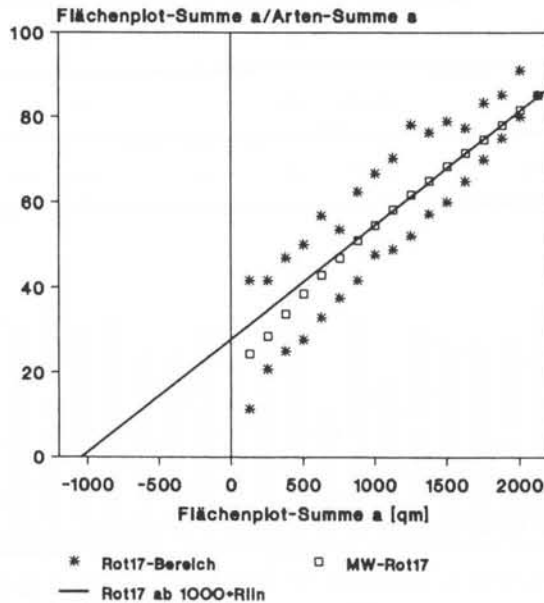


Abb. 7

**Tabelle 4:** Agaricales-Arten auf der Pferdstrieb-Düne/Sandhausen, 17 Plots von je 125 m<sup>2</sup>, Daten aus WINTERHOFF (1977), zu Abb. 7a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten wissenschaftlicher Name	Vorkommen in 125 m <sup>2</sup> -Plot-Nr.																
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
1	<i>Agrocybe pusiola</i>	x									x				x			
2	<i>Clitocybe barbularum</i>	x	x	x							x				x		x	x
3	<i>Clitocybe dealbata</i>						x				x							
4	<i>Clitocybe rivulosa</i>				x	x	x				x	x	x	x				
5	<i>Clitopilus cretatus</i>							x										
6	<i>Crinipellis stipitaria</i>							x										
7	<i>Galerina laevis</i>	x	x	x		x					x				x			x
8	<i>Galerina vittaeformis</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x					x
9	<i>Lepiota alba</i>			x								x		x				x
10	<i>Leptoglossum muscigenum</i>	x	x	x	x											x		
11	<i>Marasmius oreades</i>				x		x											
12	<i>Marasmius wynnei</i>									x	x		x					x
13	<i>Melanoleuca species</i>	x																
14	<i>Mycena avenacea</i>									x		x	x					
15	<i>Mycena flavoalba</i>												x					
16	<i>Mycena leptocephala</i>						x	x		x	x							
17	<i>Mycena pseudopicta</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	<i>Omphalina cf. obscurata</i>							x										
19	<i>Omphalina pyxidata</i>	x																
20	<i>Psathyrella ammophila</i>								x									x
21	<i>Rhodocybe popinalis</i>	x	x															
22	<i>Rhodophyllus sericeus</i>	x		x		x		x	x	x					x			
23	<i>Rickenella fibula</i>									x		x	x					
24	<i>Stropharia coronilla</i>										x							
25	<i>Tubaria furfuracea</i>	x		x		x	x			x	x		x					
	Artenzahl pro Plot:	11	6	8	5	4	5	7	6	8	8	6	8	3	4	3	6	3

**Tabelle 5:** Vergleiche der Statistischen Arten/Areal-Aufnahmen der Pilzaufnahmen von der Dünenfläche (WINTERHOFF) in Abhängigkeit von der zugrundeliegenden Plotgröße, vgl. Abb. 6 und 7, mit Angaben der charakteristischen Best-Hyperbel-Konstanten Rd, Md und Dd

Einzelplot- Fläche [m <sup>2</sup> ]	Anzahl- Plots	Plotflächen- Summe [m <sup>2</sup> ]	Artensumme in Plotflächen-Summe	Mittlere Artenzahl pro Plot	Best-Hyperbel-Konstanten		
					Arten-Diversität R [Arten]	Minimum-Areal M [m <sup>2</sup> ]	Mittl. Artendichte D [Arten/100 m <sup>2</sup> ]
125	17	2125	25	5,94 ± 2,22	37,382	1046,877	3,57
500	5	2500	20	11,20 ± 2,28	25,764	708,183	3,67
1000	4	4000	23	14,00 ± 2,16	29,749	1170,787	2,54
6700	1	6700	27	27	-	-	-
Mittelwert:					30,965	975,282	3,26
Stand.-Abw.: ±					5,904	239,468	0,63

als "Plotflächen-Vergrößerungs-Typ" aufgefaßt werden. In Tab. 6a sind die Artenlisten der einzelnen Plots aufgeführt. Gleichzeitig ist die Zeit in Minuten festgehalten, die dafür benötigt wurde, um eine Korrelation von Beobachtungsdauer und beobachteter Fläche zu erhalten, die später einer Erstellung von Arten/ Areal-Kurven über die Aufnahme der Pilzflora in Exkursionsdauer-Plots zugrundeliegen sollte.

Pro Plot wurden im Mittel  $4,5 \pm 2,37$  Arten gefunden, insgesamt 24 Arten auf 2450 m<sup>2</sup>. Zur statistischen Bearbeitung der Befunde von 10 Plots wurde das Verfahren Rot10 mit 10 Rotationsreihenfolgen R1 bis R10 ausgewählt (vgl. Beispiel in Kapitel 4.3); die zugehörige Statistische Arten/Areal-Kurve und ihre Hanes-Transformation sind in Abb. 8a,b dargestellt. Aus der Hanes-Graphik ist - vergleichbar mit der im Kapitel 4.3 dargestellten Befunde in Abb. 7 - eine deutliche, konstante Abweichung der Statistik-Mittelwerte von einer Geraden unterhalb der Fläche von 700 m<sup>2</sup> ersichtlich, während die Werte oberhalb dieses Flächenwertes sehr exakt auf einer Geraden liegen. Dieser Befund und die sehr breite Streuung der Einzelwerte sind ein Hinweis auf zu klein gewählte Einzel-Plotflächen. Die Bestgerade wurde deshalb unter Nichtberücksichtigung der beiden ersten Flächenplot-Summen in linearer Regression erstellt (vgl. Abb. 2b) und ergab für die Kenn-Konstanten der Statistischen Arten/Areal-Kurve  $R_d = 94$  Arten und  $M_d = 7060$  m<sup>2</sup> bei einer Mittleren Arten-Densität von  $D_d = 1,3$  Arten pro 100 m<sup>2</sup>.

Auch hier ist also die damals ohne Kenntnis der in Abschnitt 3.3 dargelegten, erst später festgelegten Mindest-Plotflächengröße von  $M/4$  gewählte Plotflächengröße von 245 m<sup>2</sup> viel zu klein im Verhältnis zum Minimum-Areal  $M_d = 7060$  m<sup>2</sup>. Die Plotgröße hätte - nach den heutigen Vorgaben in Kapitel 3.3 - etwa 2000 m<sup>2</sup> umfassen müssen.

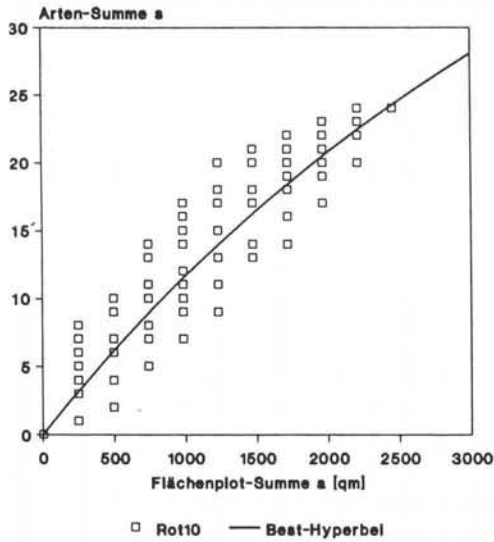
Die distributive Statistische Arten/Areal-Kurve auf der Basis der Exkursionsdauer-Plots (Zeit-Plots, vgl. Daten in Tab. 6a) ist in Abb. 8c,d dargestellt. Die Einzeldaten für die Hanes-Transformation der Rot10-Statistik sind in Tab. 6b aufgeführt; hier ist keine Mittelwert-Bildung sinnvoll, da die Zeitplots nicht immer gleichgroß sind (zur Bearbeitung solcher Aufnahmen mit ungleichen Plotgrößen siehe Abschnitt 4.10). Die lineare Regression ohne Berücksichtigung der Werte unterhalb 20 min (Begründung siehe vorhergehende Erörterung) ergibt eine Bestgerade, die für die zugrunde liegende Statistische Hyperbolische Arten/Areal-Kurve folgende Kenn-Konstanten liefert: Arten-Diversität  $R_d = 102$  Arten, Minimum-Areal  $M_d = 140$  min, entsprechend 7798 m<sup>2</sup> (Umrechnung der Fläche aus der mittleren Flächenbearbeitungsgeschwindigkeit von 55,7 m<sup>2</sup>/min, bezogen auf den Autor, vgl. Gleichung 5) und eine Mittlere Arten-Densität von  $D_d = 1,3$  Arten/100 m<sup>2</sup>.

Die  $R_d$ - und  $M_d$ -Werte einerseits von exakter Flächenplot-Aufnahme und andererseits derjenigen von Beobachtungsdauer-Plots weichen weniger als 10 % voneinander ab, der Wert für die Arten-Densität ist exakt gleich. Das voranstehende Beispiel zeigt, daß die arbeitsaufwendigen Plotflächen-Untersuchungen durch die weit weniger aufwendigen Exkursionsdauer-Plot-Aufnahmen ohne zu große Ergebnisveränderungen ersetzbar sind - weitere Beispiele hierzu finden sich in den folgenden Abschnitten 4.9, 4.10, 4.13 und 4.14.

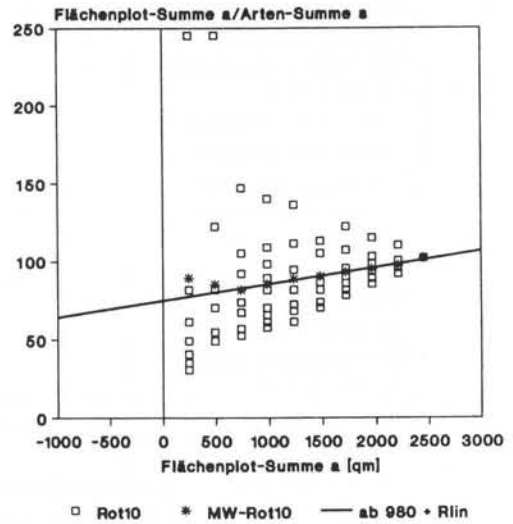
**Abbildung 8:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Gebiet "Mathe-Wiese" des St. Johanner Stadtwaldes/Saarbrücken am 8.10.1992; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 6a,b:  
 a) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot10 von 10 bandförmigen Flächenplots à 245 m<sup>2</sup>  
 b) Hanes-Transformation von a)  
 c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot10 von 10 verschieden langen Zeitplots von 3,5 bis 6 min, die den 245 m<sup>2</sup>-Plots in der Fläche entsprechen  
 d) Hanes-Transformation von c)



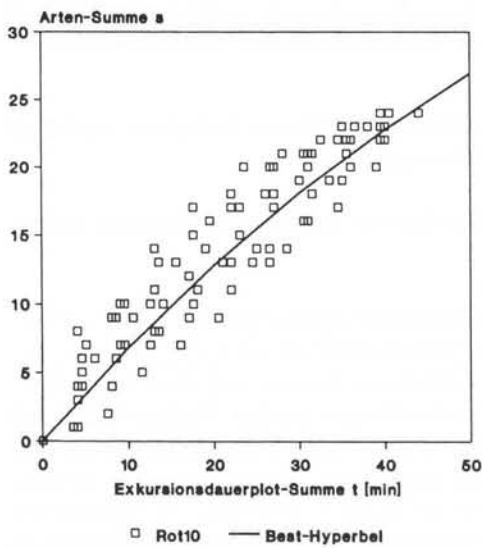
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
8.10.1992 Mathe-Wiese; JAS, P=245 qm



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
8.10.1992 Mathe-Wiese; JAS, P=245 qm  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
8.10.1992 Mathe-Wiese; JAS, P=245 qm



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
8.10.1992 Mathe-Wiese; JAS, P=245 qm  
Hanes-Transformation

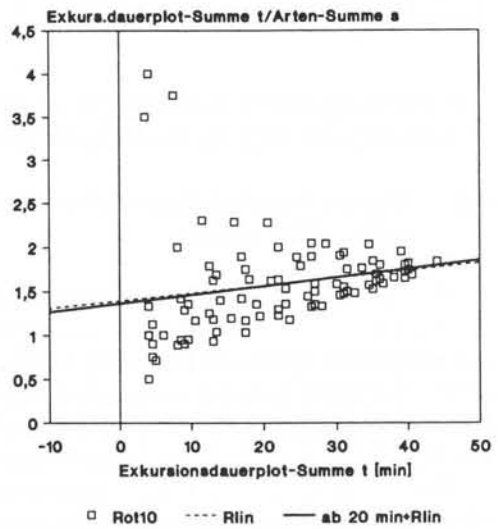


Abb. 8

**Tabelle 6a:** Agaricales-Arten eines Laubwaldstückes ("Mathe-Wiese") im St. Johanner Stadtwald/ Saarbrücken am 8.10.1992, 10 Flächenplots à 245 m<sup>2</sup> bzw. 10 Zeitplots von 3,5 bis 5 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 8

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	in 245 m <sup>2</sup> -Plots Nr. [min]										
		I [5,0]	II [4,0]	III [4,0]	IV [4,5]	V [4,5]	VI [4,0]	VII [4,0]	VIII [3,5]	IX [6,0]	X [4,5]	
1	<i>Collybia dryophila</i>	x	x	x							x	x
2	<i>Coprinus atramentarius</i>	x										
3	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	x										
4	<i>Lepista inversa</i>	x										x
5	<i>Lyophyllum connatum</i>	x										
6	<i>Lyophyllum decastes</i>	x		x	x	x	x				x	x
7	<i>Russula atropurpurea</i>	x										
8	<i>Cortinarius hinnuleus</i>		x	x	x							
9	<i>Russula purpurata</i>		x	x								
10	<i>Russula rosea</i>		x									
11	<i>Boletus aestivalis</i>			x								
12	<i>Lactarius blennius</i>			x								
13	<i>Macrolepiota procera</i>			x	x							
14	<i>Mycena species A</i>			x		x			x			
15	<i>Russula lepida</i>				x	x	x					
16	<i>Russula nigricans</i>					x						
17	<i>Russula violeipes</i>					x				x		
18	<i>Russula fusca</i>						x					
19	<i>Marasmius rotula</i>							x				
20	<i>Collybia asema</i>									x		x
21	<i>Mycena rosea</i>									x		
22	<i>Paxillus involutus</i>									x		
23	<i>Agaricus augustus</i>											x
24	<i>Clitocybe gibba</i>											x
	Artenzahl pro Plot:	7	4	8	4	5	3	1	1	6		6

Nun folgen statistische Bearbeitungen von bereits publizierten Daten zur Erstellung von Arten/Areal-Kurven für Pilze für den Fall gleichgroßer Flächenplots.

#### 4.5 Weitere Beispiele Statistischer Arten/Areal-Kurven aus der Kombination gleichgroßer Flächenplots

Bei den folgenden Beispielen werden die Aufnahmedaten nicht mehr tabellarisch aufgeführt, sondern es wird auf die Daten in der entsprechenden Publikation verwiesen. Auch die daraus errechneten Daten zur Erstellung Statistischer Arten/Areal-Kurven sind nicht mehr dargestellt - sie können nach den vorgestellten Verfahren nachvollzogen werden. Wegen gleichgroßer Flächenplots innerhalb einer Aufnahme können die erhaltenen statistischen Daten für die gleiche Plotflächen-Summe in der Hanes-Transformation auch als Mittelwerte verwendet werden.

NANTEL & NEUMANN (1992) untersuchten 400 m<sup>2</sup> große Flächenplots in kanadischen Mischwäldern bezüglich der dort vorkommenden Mykorrhizapilze. Diese Wälder bestanden im wesentlichen aus Gehölzarten der Gattungen *Abies*, *Picea*, *Thuja*, *Acer*, *Populus* und *Pinus*. Als Beispiel seien die 5 Flächenplots Nr. 4, 5, 6, 9 und 11 des Waldtyps 3 herausgegriffen, ihre hier erstellte Statistische Arten/Areal-Kurve über Rot5 einschließlich der Hanes-Transformation

**Tabelle 6b:** Daten zur Statistischen Arten/Areal-Kurve für das Gebiet "Mathe-Wiese" im St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken, errechnet aus den Daten in Tab. 6a; Rot10, entsprechend 10 Plot-Kombinationen von Rotations-Nr. R1 bis R10; zu Abb. 8

Ex-Dauer-Summe t [min]	Arten-Summe s	Ex-Dauer-Summe t [min]	Arten-Summe s
0	0	24,5	13
3,5	1	25	14
4	1	26	18
4	3	26,5	13
4	4	26,5	14
4	8	26,5	20
4,5	4	27	17
4,5	5	27	18
4,5	6	27	20
5	7	28	21
6	6	28,5	14
7,5	2	30	19
8	4	30,5	16
8	9	30,5	21
8,5	6	31	16
8,5	9	31	20
9	7	31	21
9	10	31,5	18
9,5	7	31,5	21
9,5	10	32,5	22
10,5	9	33,5	19
11,5	5	34,5	17
12,5	7	34,5	22
12,5	10	35	19
13	8	35	23
13	11	35,5	21
13	14	35,5	22
13,5	8	36	20
13,5	13	36	22
14	10	36,5	23
15,5	13	38	23
16	7	39	20
17	9	39,5	22
17	12	39,5	23
17	12	39,5	24
17,5	10	40	22
17,5	15	40	23
17,5	17	40	23
18	11	40	23
19	14	40,5	24
19,5	16	44	24
20,5	9	44	24
21	13	44	24
21	13	44	24
22	11	44	24
22	13	44	24
22	17	44	24
22	18	44	24
23	15	44	24
23	17	44	24
23,5	20	44	24

sind in Abb. 9a,b dokumentiert. Im Hanes-Diagramm zeigt sich eine sehr gute Lage der Mittelwerte auf der Best-Geraden, während die Einzeldaten eine größere Wertestreuung um die Gerade zeigen. D.h. die zugrundeliegende Arten/Areal-Kurve weist in sehr guter Näherung hyperbolischen Verlauf auf, ihre Kenn-Konstanten betragen:  $R_j = 68$  Arten,  $M_j = 801 \text{ m}^2$ ,  $D_j = 8,5$  Arten/100  $\text{m}^2$ .

Aus den Erhebungen von KRIEGLSTEINER (1977) über Blätterpilze in ostwürttembergischen Tannen-Mischwäldern können ebenfalls Statistische Arten/Areal-Kurven erstellt werden. Hier wurden die Pilze in 6 Flächenplots von je 1000  $\text{m}^2$  Größe in den Jahren 1968 bzw. 1977 an verschiedenen Tagen im Jahr aufgenommen. Für die 1968er Aufnahme wurden Erhebungen innerhalb von 3 Tagen zwischen dem 22.9. und 24.9.1968 zusammen bearbeitet, da sich die Aufnahmen für die 6 Plots über diesen Zeitraum erstreckten. Die Erhebungen im Jahr 1977 wurden dagegen jeweils für alle Plots am gleichen Tag abgeschlossen. Aus diesen Aufnahmen sind nachfolgend die Ergebnisse an drei Terminen jeweils als Statistische Arten/Areal-Kurven bearbeitet und in Abbildungen dargestellt (Abb. 9c,d, Abb. 10a-d), die zugehörigen Kenn-Konstanten sind in Tab. 7 zusammengefaßt.

Für alle drei Arten/Areal-Kurven zeigt sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit hyperbolischem Verlauf, die sich in der sehr guten Lage der Mittelwerte um die Best-Geraden im Hanes-Diagramm dokumentiert, obwohl die Einzelwerte stark streuen.

**Tabelle 7:** Vergleich der Statistischen Arten/Areal-Kurven für Pilze im Welzheimer Wald (vgl. Abb. 9c,d, 10a-d) über die Kenn-Konstanten der Best-Hyperbeln, Werte z.T. auf ganze Zahlen gerundet

Nr.	Aufnahme Datum	Rd [Arten]	Md [ $\text{m}^2$ ]	Dd [Arten/100 $\text{m}^2$ ]
A	22.-24.9.1968	120	9 246	1,3
B	16.9.1975	202	8 347	2,4
C	15.10.1975	165	12 783	1,3

Die Daten in Tab. 7 zeigen, daß bei Untersuchung exakt der gleichen Flächen innerhalb der gleichen Saison in verschiedenen Jahren (vgl. Nr. A und B) durch die Phänologie der Pilze unterschiedliche Rd-Werte bei vergleichbarem Minimum-Areal Md resultieren, die auch deutlich verschiedene Mittlere Arten-Densitäten Dd ergeben. Andererseits zeigt der Vergleich von Nr. B und C, daß gleiche Flächen im gleichen Jahr durch die unterschiedliche Erscheinungszeit von Arten Mitte September eine deutlich höhere Arten-Diversität Rd als Mitte Oktober aufweisen und gleichzeitig das Minimum-Areal Md zum späteren Termin um die Hälfte höher ausfällt, während die Mittlere Arten-Densität Dd fast um die Hälfte abnimmt.

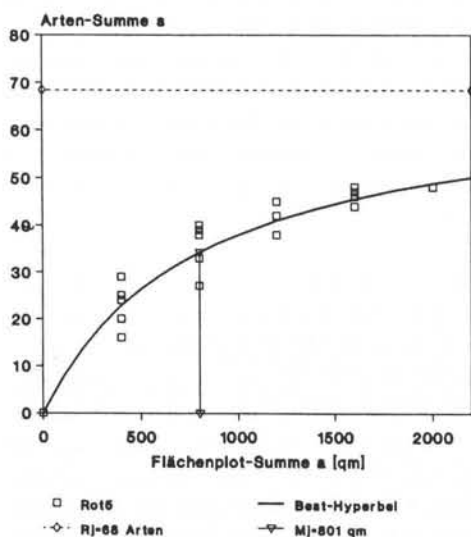
**Abbildung 9:** A) Arten/Areal-Kurven für Mykorrhiza-Pilze in kanadischen Mischwäldern; Daten aus Tab. 1 in NANTEL & NEUMANN (1992); dargestellt ist die Kurve aus den 5 Flächenplots Nr. 4, 5, 6, 9 und 11 à 400  $\text{m}^2$  des Waldtyps 3:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot5
- b) Hanes-Transformation von a)

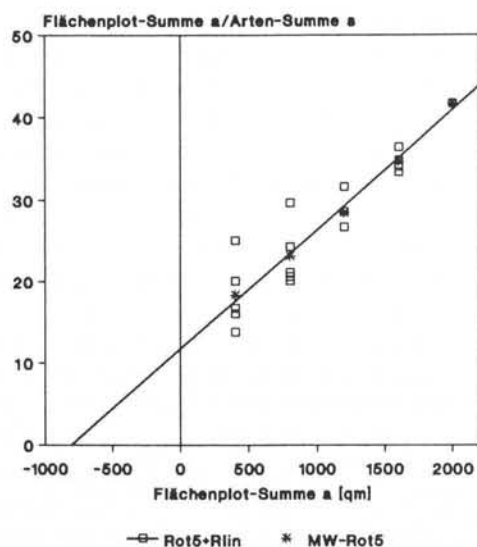
B) Arten/Areal-Kurve für Blätterpilze in einem Tannen-Mischwaldgebiet des Welzheimer Waldes; Daten aus KRIEGLSTEINER (1977) für 6 Flächenplots à 1000  $\text{m}^2$ ; Aufnahmezeit: 22.-24.9.1968:

- c) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot6
- d) Hanes-Transformation von c)

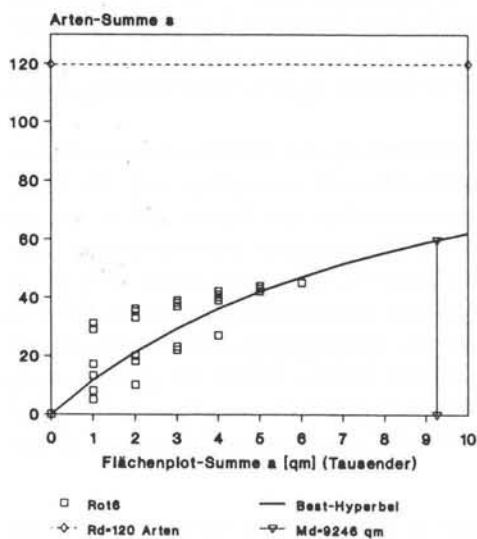
a) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurve  
NANTEL & NEUMANN 1992; Canada, Waldtyp 3



b) Mykorrhizapilz-Arten/Areal-Kurve  
NANTEL & NEUMANN 1992; Waldtyp3, Hanes-T



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 22.-24.9.1968 AbiesW



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 22.-24.9.1968 AbiesW  
Hanes-Transformation

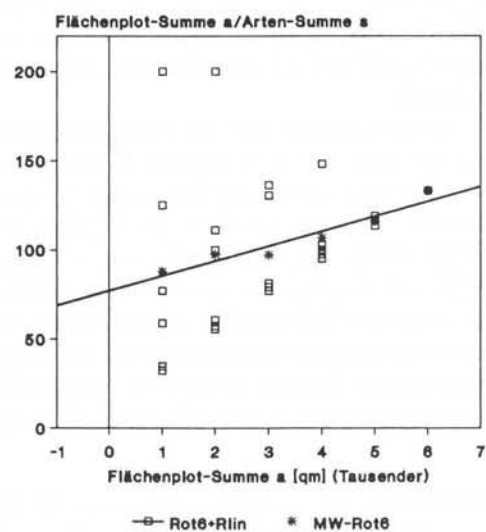


Abb. 9

#### 4.6 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Untersuchung von Synusien am Beispiel der Pilzbesiedlung von Gehölz-Stubben

Vergleichbar mit der Bearbeitung gleichgroßer Flächenplots in einer Untersuchungsfläche können Teilstrukturen in Wäldern wie z.B. Gehölzstubben, welche Kleinbiotope (Synusien) für holzbesiedelnde Pilzarten darstellen, für Arten/Areal-Kurven aufgenommen werden. Da im Gegensatz zur Gehölzart selbst die Dimensionen von Stubben (Höhe, Durchmesser, Holzmasse) schwer in sinnvolle Kategorien eingeteilt werden können, wird im folgenden jeder Stubben als Einzelplot und ihre Kumulation als Stubbenzahl  $p$  berücksichtigt, vergleichbar der schon dargestellten Situation bei der Untersuchung von Bodenproben auf Bodenpilz-Gehalte, vgl. Abb. 5. Schon GRAHAM (1925) sieht Stubben als ökologische Einheiten, viele Arbeiten über Pilzgesellschaften an Stubben finden sich in der Zusammenstellung bei SCHMITT (1987b,c). Trotzdem muß man im Auge behalten, daß das Alter des gefällten Baumes - und damit der Durchmesser des Stubbens und seine Höhe, bis zu der er noch über die Erde ragt - nicht zu vernachlässigende Parameter für die mögliche Besiedlung mit speziellen Pilzarten darstellen. Auch die Umgebung des Stubbens, ob feucht, trocken, schattig oder sonnig und das Standalter des Stubbens (vom Fälldatum an gerechnet) haben einen Einfluß auf die Pilzbesiedlung: die zeitliche Sukzession der Pilzarten-Besiedlung vom Fälldatum an geht von der meist 1-3 Jahre dauernden artenarmen "Initialphase" über die artenreiche "Optimalphase" (von 3 bis ca. 8 Jahren) in die dann wieder artenärmere "Finalphase" über, welche sehr lange andauern kann, bis das Holz total vermulmt schließlich zu Humus wird, vgl. z.B. HINTIKKA (1993), KREISEL (1961b), LANGE (1986), NIEMELÄ ET AL. (1995), RAYNER & TODD (1979). Die Zeiträume und Zeitpunkte der genannten Besiedlungs-Phasen sind von Gehölzart zu Gehölzart mehr oder weniger unterschiedlich, auch die Pilzartenspektren variieren - abhängig von der Holzart - in den einzelnen Phasen ganz erheblich. In Abb. 11a ist die Pilzartensukzession an einem *Tilia*-Stubben über einen Zeitraum von 10 Jahren in Form der Pilzartenzahlen pro Jahr dargestellt, deren Daten von RUNGE (1967, 1972) publiziert wurden.

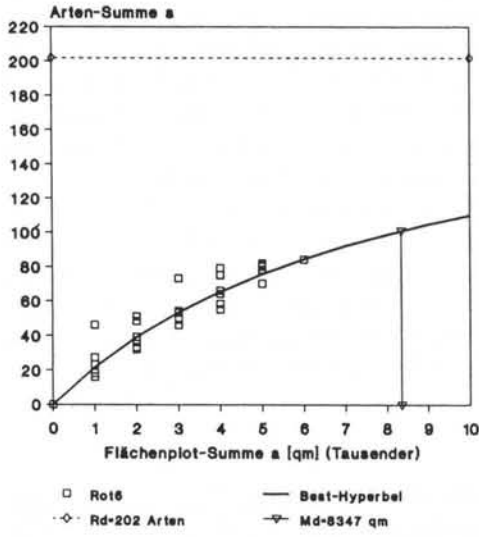
In einem zweiten Beispiel (Abb. 11b) ist die Pilzartensukzession an 7 *Pinus*-Stubben summarisch über alle Stubben in jährlichen Schritten über 16 Jahre hinweg in Form einer Pilzarten-/Jahr-Graphik dargestellt, deren Daten von RUNGE (1978, 1986) erhoben worden waren. In beiden Beispielen kann man die unterschiedlichen und verschiedenen langen Pilzbesiedlungsphasen erkennen.

In der Literatur sind nur wenige Arbeiten zur Pilzbesiedlung von Gehölzstubben zu finden, die als Basis für die Erstellung Statistischer Arten/Areal-Kurven auswertbar sind. Die bisher ausführlichste diesbezügliche Arbeit ist die Staatsexamensarbeit von BRAUN (1973), die mir freundlicherweise von Prof. Dr. Wulfard WINTERHOFF/Sandhausen, zur Auswertung überlassen wurde. BRAUN erfaßte vom 1. September bis Mitte November des Jahres 1972 bei jeweils vier Begehungen von zwei Kahlschlägen im Kleinen Odenwald/Spechbach die Pilzflora an insgesamt 350 Stubben verschiedenen Alters und von verschiedenen Gehölzarten, die z.T. noch von Standortbedingungen her differenziert bearbeitet wurden. Wegen der großen Anzahl untersuchter Stubben wurden für eine Statistische Arten/Areal-Kurve aus Gründen der Aufwandsbegrenzung jeweils 5 Stubben zu einem 5-Stubben-Plot zusammengefaßt und die an die-

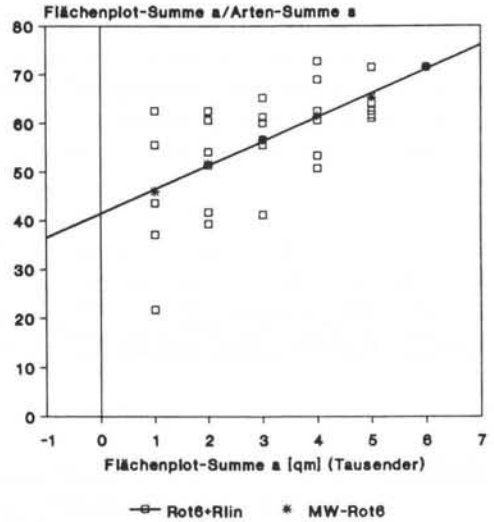
**Abbildung 10:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in einem Tannen-Mischwaldgebiet des Welzheimer Waldes; Daten aus KRIEGLSTEINER (1977) für 6 Flächenplots à 1000 m<sup>2</sup>:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot6, Aufnahmedatum: 16.9.1975
- b) Hanes-Transformation von a)
- c) Statistische Arten/Areal-Kurve Rot6, Aufnahmedatum: 15.10.1975
- d) Hanes-Transformation von c)

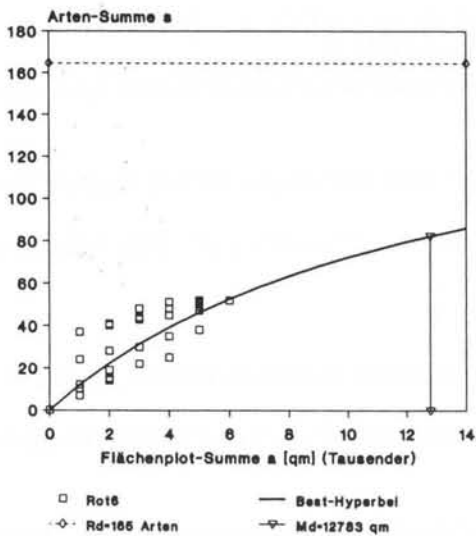
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 16.9.1975 AbiesMW



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 16.9.1975, AbiesMW  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 15.10.1975 AbiesMW



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
KRIEGLSTEINER 1977; 15.10.1975 AbiesMW  
Hanes-Transformation

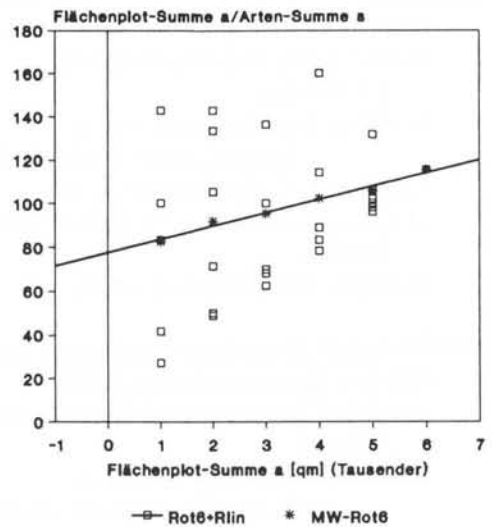


Abb. 10

sen gefundenen Pilzarten summarisch zugeordnet. Wegen der Gleichartigkeit der Plots (je 5 Stubben) können dabei im Hanes-Plot auch Mittelwerte der Statistik verwendet werden. An 4 Beispielen sind die Daten aus BRAUN (1973) hier nun für Statistische Arten/Areal-Kurven aufgearbeitet und in Graphiken dargestellt (Abb. 12 und 13).

In Beispiel 1 sind die Pilzarten von 20 drei Jahre stehenden *Fagus*-Stubben an sonnigem Standort, zusammen mit der zugehörigen Hanes-Graphik, in Form einer Komb4-Statistik von vier 5-Stubben-Plots bearbeitet. Die Hanes-Transformation zeigt eine ganz enge Lage der Mittelwerte um die Regressions-Gerade, was für die sehr gute Näherung der Arten/Areal-Kurve an einen hyperbolischen Verlauf spricht. Als deren Kenn-Konstanten errechnet sich ein  $R_j$  von 28 Arten und eine Halbwerts-Stubbenzahl von  $M_j = 12$  Stubben, d.h. an 12 Stubben sind insgesamt die Hälfte der an sonnig stehenden, 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben maximal zu erwartenden Pilzarten nachweisbar; die Mittlere Arten-Densität beträgt  $D_j = 2,3$  Arten/Stubben.

Das zweite Beispiel betrifft die Untersuchung der Pilzarten-Besiedlung an 35 *Fagus*-Stubben schattiger Standorte, die wie voran beschrieben nun in Abb. 12c,d als Rot7-Statistik von sieben 5-Stubben-Plots dargestellt sind. Die Mittelwerte liegen im Hanes-Diagramm ganz dicht an der Regressions-Geraden, trotz der deutlichen Streuung der Einzelwerte, also ein Beweis für eine fast ideale Hyperbolische Statistische Arten/Areal-Kurve mit den Kenn-Konstanten  $R_j = 40$  Arten,  $M_j = 9$  Stubben und Mittlerer Arten-Densität  $D_j = 4,4$  Arten pro Stubben.

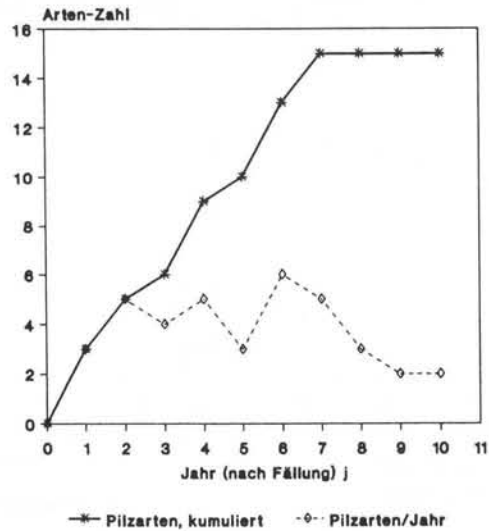
- Abbildung 11:** a) Pilzarten-Sukzession an einem *Tilia*-Stubben im Laufe 10jähriger Beobachtung, beginnend mit dem Fällungsdatum des Baumes; Daten aus RUNGE (1967, 1972): Pilzarten pro Jahr sowie Pilzarten-Summen im Beobachtungs-Zeitraum  
 b) Pilzarten-Sukzession an 7 *Pinus*-Stubben (50jähr. Bäume, 70 cm Ø) im Laufe 16jähriger Beobachtung, beginnend mit dem Fällungsdatum der Bäume; Daten aus RUNGE (1978, 1982): Pilzarten pro Jahr sowie Pilzarten-Summen im Beobachtungs-Zeitraum

- Abbildung 12:** [übernächste Seite] A) Arten/Areal-Kurven für Pilze an 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben an sonnigen Standorten; Daten aus BRAUN (1973):  
 a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Stubben-Zahl als Komb4 für 4 Plots à 5 Stubben  
 b) Hanes-Transformation von a)  
     B) Arten/Areal-Kurve für Pilze an 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben an schattigen Standorten; Daten aus BRAUN (1973):  
 c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Stubben-Zahl als Rot7 für 7 Plots à 5 Stubben  
 d) Hanes-Transformation von c)

- Abbildung 13:** [dann folgende Seite] A) Arten/Areal-Kurven für Pilze an 5 Jahre toten *Fagus*-Stubben; Daten aus BRAUN (1973):  
 a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Stubben-Zahl als Rot9 für 9 Plots à 5 Stubben  
 b) Hanes-Transformation von a)  
     B) Arten/Areal-Kurve für Pilze an 3 bis 5 Jahre toten *Quercus*-Stubben; Daten aus BRAUN (1973):  
 c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Stubben-Zahl als Rot10 für 10 Plots à 5 Stubben  
 d) Hanes-Transformation von c)



a) Pilzarten/Jahr an 1 Tilia-Stubben  
 RUNGE 1967-1972, Zeitraum: 1962-1971  
 Stubben: 50 Jahre, 70 cm Durchmesser



Pilzarten/Jahr an 7 Pinus-Stubben  
 RUNGE 1978-1982, Zeitraum: 1962-1971  
 50jähr. Bäume, 70 cm Durchmesser

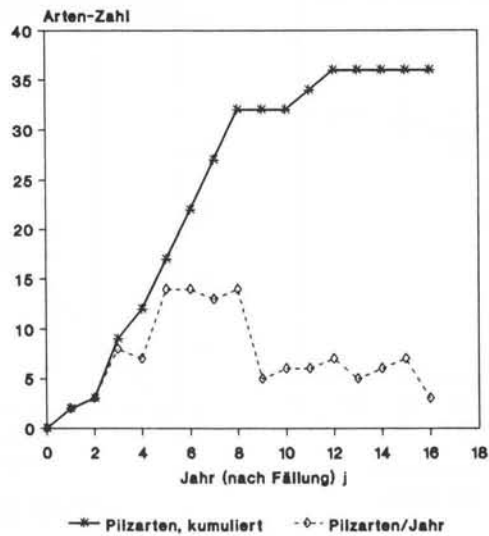
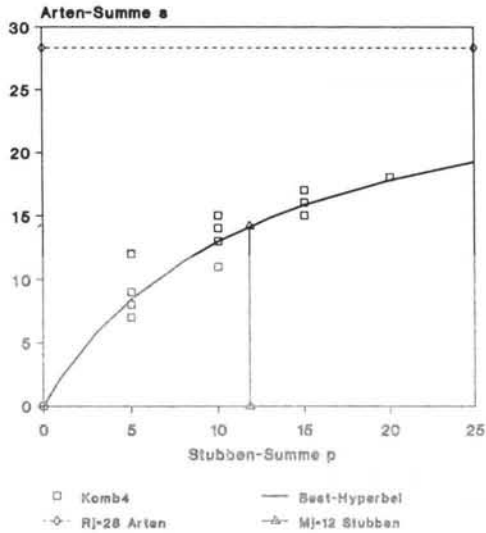
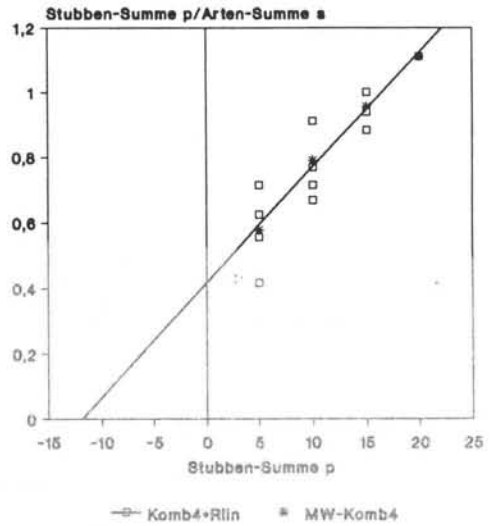


Abb. 11

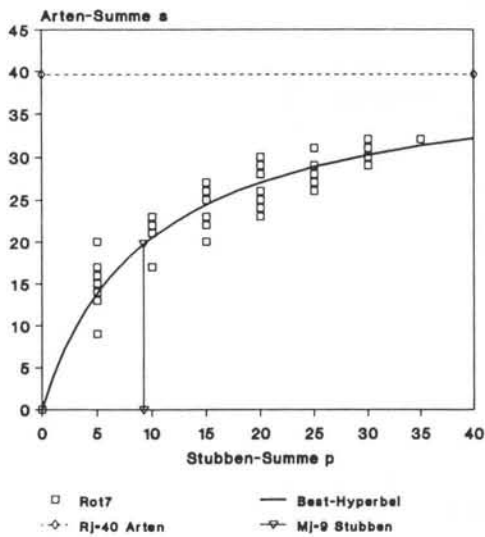
a) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 3 Jahre tot, sonnig



b) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 3 Jahre tot, sonnig  
Hanes-Transformation



c) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 3 Jahre tot, schattig



d) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 3 Jahre tot, schattig  
Hanes-Transformation

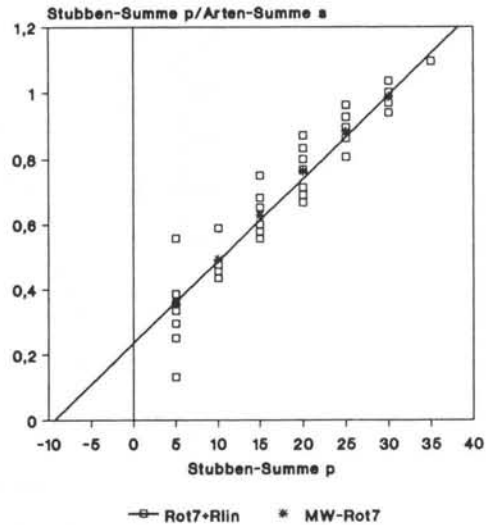
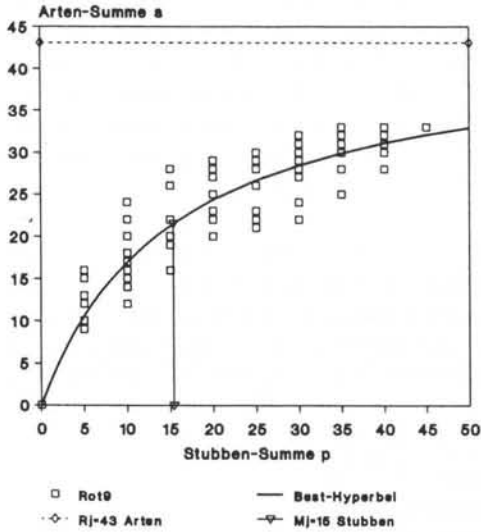
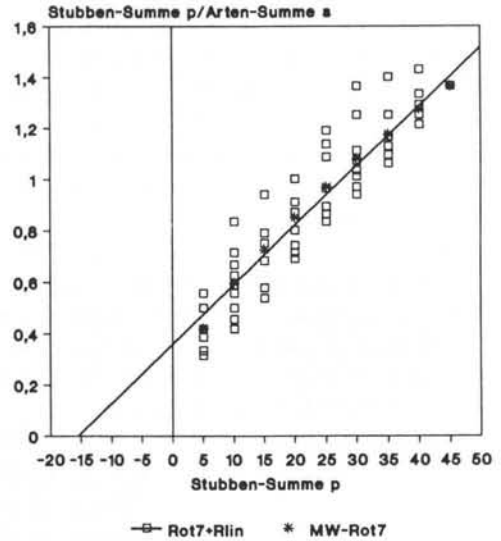


Abb. 12

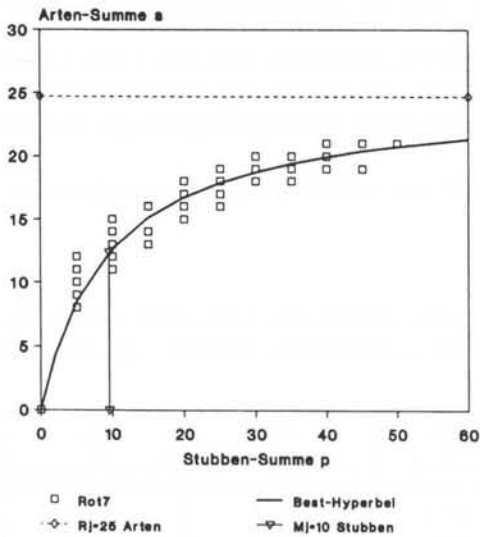
a) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 5 Jahre tot



b) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Fagus, 5 Jahre tot; Hanes-T.



c) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Quercus, 3+5 Jahre tot



d) Pilz-Arten/Areal-Kurve, Stubben-Z.  
BRAUN 1973; Quercus, 3+5 Jahre tot  
Hanes-Transformation

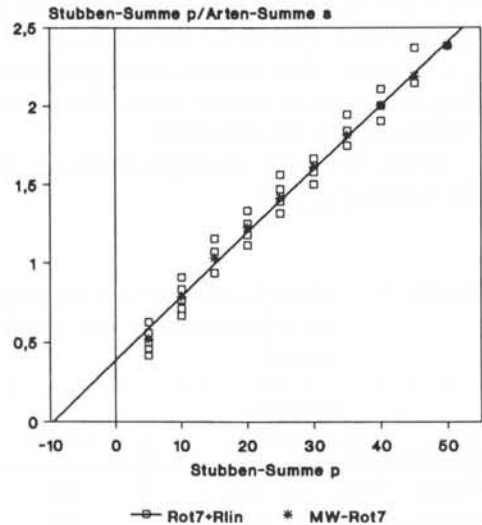


Abb. 13

Das dritte Beispiel 5 Jahre toter *Fagus*-Stubben nicht näher definierter Standorte umfaßt die Daten für 45 Stubben, deren Pilzarten-Besiedlung als Statistische Arten/Areal-Kurve Rot9 von neun 5-Stubben-Plots in Abb. 13a,b wiedergegeben sind. Die sehr gute Korrelation der Mittelwerte mit der Best-Geraden der Hanes-Transformation bestätigt eindrucksvoll eine hyperbolische Arten/Areal-Kurve mit den Kenn-Konstanten  $R_j = 43$  Arten,  $M_j = 15$  Stubben,  $D_j = 2,9$  Arten pro Stubben.

Das vierte Beispiel aus BRAUN (1973) sind 3 bzw. 5 Jahre tote *Quercus*-Stubben, von denen 50 Stück ohne Auftrennung bezüglich der Standzeit pilzfloristisch untersucht wurden. Da diese Jahresspanne in der Optimalphase der Pilzbesiedlung von Laubholzstubben liegt, ist eine gemeinsame statistische Betrachtung gestattet. Aus der Rot10-Statistik resultieren die Statistischen Arten/Areal-Kurven in Abb. 13c,d, wobei diejenige der Hanes-Graphik wieder eine hervorragende Korrelation der Mittelwerte mit der Best-Geraden zeigt und somit die Arten/Areal-Kurve als Hyperbel mit  $R_j = 25$  Arten,  $M_j = 10$  Stubben,  $D_j = 2,5$  Pilzarten pro Stubben bestätigt.

Aus Tab. 4 in BRAUN (1973) sind bei den Pilzartenlisten pro Stubbenplot auch die Stubben-Durchmesser angegeben. Wie schon angedeutet, könnte der Durchmesser ein wichtiger Parameter für die Besiedlung mit Pilzarten sein, wobei ein größerer Durchmesser höhere Pilzartenzahlen pro Stubben erwarten läßt. Für die 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben sind Stubben-Durchmesser von 20 bis 180 cm aufgeführt. Die Pilzartenzahlen in Abhängigkeit von den häufiger vorkommenden Stubbendurchmessern sind:

Stubben-Durchmesser:	30 cm :	8 Pilzarten an	4 Stubben
	45 cm :	16 Pilzarten an	5 Stubben
	60 cm :	17 Pilzarten an	10 Stubben
	75 cm :	15 Pilzarten an	6 Stubben
	140 cm :	10 Pilzarten an	3 Stubben

Wie aus den beiden voranstehenden Statistischen Arten/Areal-Kurven hervorgeht, liegen die Halbwertsplot-Zahlen  $M_j$  zwischen 9 und 12 Stubben, d.h. für obige Aufteilung der Substrate in verschiedene Durchmesser-Kollektive liegen bei allen Kollektiven zu geringe Zahlen untersuchter Stubben vor, um aussagekräftige Arten/Areal-Kurven für die Einzelkollektive erstellen zu können. Man kann aus obigen Daten die Substrate bezüglich ihrer Artenzahl der Pilzbesiedlung pro Plot von 30 bis 90 cm Durchmesser - mit Pilzartenzahlen zwischen 2 und 4,3 im Durchschnitt - ohne weiteres einer gemeinsamen statistischen Betrachtung unterziehen, wie es auch geschehen ist. Erst ab 95 bis 180 cm Durchmesser liegen die Pilzartenzahlen mit 4 bis 10 im Durchschnitt deutlich höher.

In Tab. 8 sind alle wichtigen Daten der 4 Beispiele von Stubben-Untersuchungen übersichtlich zusammengestellt.

**Tabelle 8:** Kenn-Konstanten der Besthyperbeln von Statistischen Arten/Areal-Kurven für die Pilzbesiedlung von Gehölz-Stubben verschiedener Substrate, vgl. Abb. 12 und 13

Art	Substrat-Konditionen	Anzahl	$R_p$ [Arten]	$M_p$ [Stubben-Zahl]	$D_p$ [Arten/Stubben]
Fagus,	3 Jahre tot, sonnig	20	28,3	11,8	2,4
Fagus,	3 Jahre tot, schattig	35	39,6	9,3	4,3
Fagus,	5 Jahre tot	45	43,1	15,4	2,8
Quercus,	3 + 5 Jahre tot	50	24,7	9,6	2,6

Aus Tabelle 8 geht hervor, daß

- 1) schattig stehende 3 Jahre tote *Fagus*-Stubben höhere Arten-Diversität und -Densität holzbesiedelnder Pilze aufweisen als sonnig stehende;
- 2) 5 Jahre tote *Fagus*-Stubben höhere Arten-Diversität an holzbesiedelnden Pilzarten aufweisen als 3 Jahre stehende, d.h. schon in der Optimalphase der Besiedlung mit Pilzarten liegen, vgl. hierzu Abb. 11;
- 3) *Quercus*-Stubben im Vergleich zu den *Fagus*-Stubben mit  $R_j = 25$  Arten ein deutlich niedrigeres Pilzartenspektrum aufweisen.

Vergleichbar mit den Untersuchungen der Pilzflora an Gehölzstubben ist z.B. die Arbeit von LAWTON ET AL. (1993, Fig. 16.8), die Einfache, kumulative Arten/Areal-Kurven für herbivore Insekten-Arten in Plots von Adlerfarn-Beständen (*Pteridium aquilinum*) aus Großbritannien mit ebenfalls hyperbolischem Verlauf abbilden.

#### 4.7 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Kombination verschieden großer Flächenplots

Es stellt sich nun die Frage, ob man auch aus der Kombination ungleich großer Flächenplots eines Untersuchungsgebietes eine Statistische Arten/Areal-Kurve mit hyperbolischem Charakter gewinnen kann. Auch hierfür werden zuerst zwei Beispiele aus Literaturdaten vorgestellt.

Die "Pilzfloristische Untersuchungen pfälzischer Kastanienwälder" von BÄBLER (1944) enthalten Blätterpilzartenlisten von Flächenplots, die unterschiedliche Einzelflächengrößen von 1000 bis 1600 m<sup>2</sup> aufweisen. Für eine statistische Bearbeitung zur Arten/Areal-Kurve wurden die Aufnahmen Nr. 6, 13, 14 und 15 herausgegriffen, die in der Zeit vom 19. bis 24.10.1942 durchgeführt wurden. Die Komb4-Statistik mit ihrer Hanes-Transformation ist in Abb. 14a,b dargestellt. Hier kann auch im Falle der Hanes-Graphik nicht mehr mit Mittelwerten gearbeitet werden, da man die Artenzahl/Fläche-Kumulationswerte aller 24 Kombinationen wegen meist unterschiedlicher Flächenplot-Summenwerten nicht mehr mitteln kann. Die Hanes-Graphik zeigt eine starke Streuung der Einzelwerte um die Regressionsgerade, während die Werte um die Best-Hyperbel in Abb. 14a besser liegen. Für die Statistische Arten/Areal-Kurve errechneten sich folgende Kenn-Konstanten:  $R_d = 136$  Arten,  $M_d = 4850$  m<sup>2</sup>,  $D_d = 2,8$  Arten/100 m<sup>2</sup>.

Ein zweites Beispiel wird aus der Arbeit von ARNOLDS (1981) entnommen, worin die Blätterpilze in belgischen Grasland-Gesellschaften bearbeitet sind. Im Falle des *Festuco-Thymetums* wurden 4 Flächenplots mit Einzelflächen zwischen 100 und 160 m<sup>2</sup> zwischen dem 18. und 20.10.1976 pilzfloristisch untersucht, deren Daten für eine Statistische Arten/Areal-Kurve hier aufgearbeitet werden. Die Komb4-Statistik mit Hanes-Transformation ist in Abb. 14c,d dargestellt. Auch hier zeigt sich eine dem vorhergehenden Beispiel vergleichbare Streuung der Einzeldaten um die Regressionsgerade bzw. um die Best-Hyperbel, welche die Kenn-Konstanten  $R_d = 92$  Arten,  $M_d = 702$  m<sup>2</sup> und  $D_d = 13,1$  Arten/100 m<sup>2</sup> aufweist.

Ein weiteres, hier nicht abgebildetes Beispiel aus Literaturdaten stammt aus der Publikation von KOTIRANTA & NIEMELÄ (1981), die 3 verschieden große Flächenplots von 50, 120 und 350 ha für die Erfassung der meist an Totholz lebenden Porlingsarten (*Poriales s.l., Basidiomycetes*) in alten Fichtenwäldern verschiedener Naturschutzgebiete Zentral-Finnlands zwischen 1978 und 1980 bearbeitet haben. Aus der Statistischen Arten/Areal-Kurve über die Komb3-Statistik errechneten sich:  $R_z = 99$  Arten,  $M_z = 54$  ha und  $D_z = 0,2$  Arten/100 m<sup>2</sup>.

#### 4.8 Phänologie der Pilze im Jahreslauf und Arten/Areal-Kurven innerhalb größerer Zeiträume eines Jahres im Vergleich zu denjenigen von Schmetterlingen

In Abschnitt 4.4 wurde schon vergleichend gezeigt, daß anstatt Flächenplots prinzipiell auch Zeitplots (= Exkursionsdauer-Plots) bei eintägigen Exkursionen zur Erstellung Statistischer Arten/Areal-Kurven für ein Untersuchungsgebiet herangezogen werden können. Hier soll aber noch einmal auf die Probleme der Vergleichbarkeit von Arten/Areal-Aufnahmen bei Pilzen eingegangen werden, die sich durch die ausgeprägte Symphänologie der überwiegenden Zahl der Pilzarten ergeben. In Abb. 15a,b sind zur Dokumentation dieses Sachverhaltes die Agaricales-Arten im Saarland betrachtet (vgl. SCHMITT 1987a, 1993) und zwar in Form der Zahl der pro Monat erschienenen Arten im Jahreslauf (Abb. 15a). Hier ist für die Befunde in den Jahren 1976 bzw. 1977 gezeigt, daß im Herbst ein Maximum an Pilzarten erscheint, das jedoch durch die unterschiedlichen Witterungsbedingungen im zweiten Jahr deutlich verschoben ist. In der Auftragung der in Monatsschritten kumulierten Artenzahlen für das gesamte Jahr resultiert eine sigmoide "Sättigungs"-Kurve, vgl. Abb. 15 b.

Da für voran stehende Fragestellungen nur wenige Informationen in der Literatur zu finden sind, sei ein Beispiel aus der Arbeit von KRIEGLSTEINER (1977) herausgegriffen, worin z.B. im 1000 m<sup>2</sup>-Plot Nr. 2 der Untersuchung des Welzheimer Waldes an 11 verschiedenen Zeitpunkten (Tagen) des Jahres 1975 die dort beobachteten Blätterpilzarten aufgelistet sind. Es ergeben sich die in Abb. 15c,d dargestellten Befunde, vergleichbar im Verlauf mit denjenigen in Abb. 15a,b.

Wenn man einen engeren Zeitraum im Jahreslauf wählt, z.B. den Herbst-Aspekt, so zeigen die Daten aus ARNOLDS (1981, vgl. 1992: Tab. IV) im Falle der Großpilzflora von Grasland-Gesellschaften in einem Untersuchungsjahr als phänologische Einfache Arten/Areal-Kurve die Zunahme der Pilzarten in Abhängigkeit von der Zahl der im Herbst absolvierten Pilz-Kontrollgänge (1, 2 oder 4) einen exakt hyperbolischen Verlauf, siehe Abb. 16a,b und nicht, wie im gesamten Jahreslauf, einen sigmoiden Charakter.

Im Vergleich zu diesen Befunden bei Pilzen sei die Arbeit von LAMAS ET AL. (1991) herangezogen, worin das phänologische Erscheinen von Schmetterlingsarten innerhalb zweier Wochen im September des Jahres 1989 in einem peruanischen Nationalpark in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer - in Personen-Stunden angegeben - untersucht wurde. Die phänologische Einfache Arten/Areal-Kurve zeigt einen in Abb. 16c,d dargestellten, fast idealen hyperbolischen Verlauf mit den Kenn-Konstanten  $Rd = 900$  Arten,  $Md = 124$  Personen-Stunden und  $Dd = 15,3$  Arten/Personen-Stunde; d.h. in 124 Personen-Stunden können  $R/2 = 450$  Arten nachgewiesen werden, während für den Zeitraum Mitte September insgesamt 900 Arten zu erwarten sind (die zweiwöchige Phase wurde noch als einheitlich bezüglich der Schmetterlingsphänologie angesehen, deshalb das Suffix d).

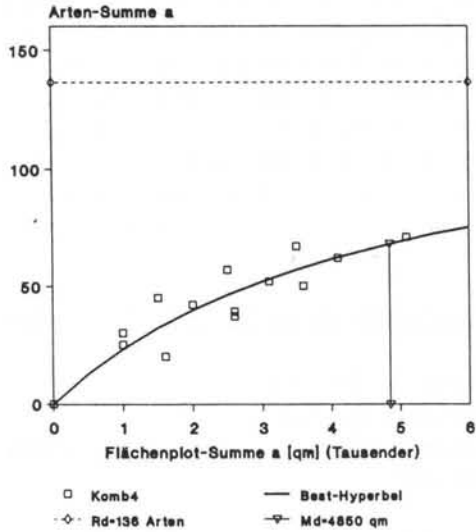
**Abbildung 14:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in Kastanien-Wäldern der Pfalz; Daten aus BÄBLER (1944); 4 verschieden große Flächenplots von 1000 bis 1600 m<sup>2</sup>; Aufnahmezeit: 19. bis 24.10.1942:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve Komb4
- b) Hanes-Transformation von a)

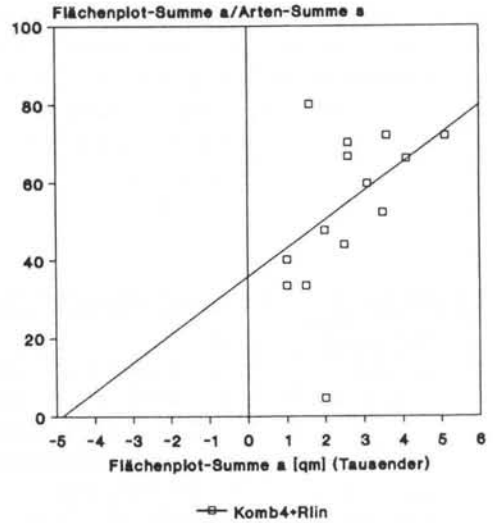
B) Arten/Areal-Kurve für Blätterpilze in belgischen Grasland-Gesellschaften, Beispiel *Festuco-Thymetum*; Daten aus ARNOLDS (1981); 4 verschieden große Flächenplots von 100 bis 160 m<sup>2</sup>; Aufnahmezeitraum: 18.-22.10.1976:

- c) Statistische Arten/Areal-Kurve Komb4
- d) Hanes-Transformation von c)

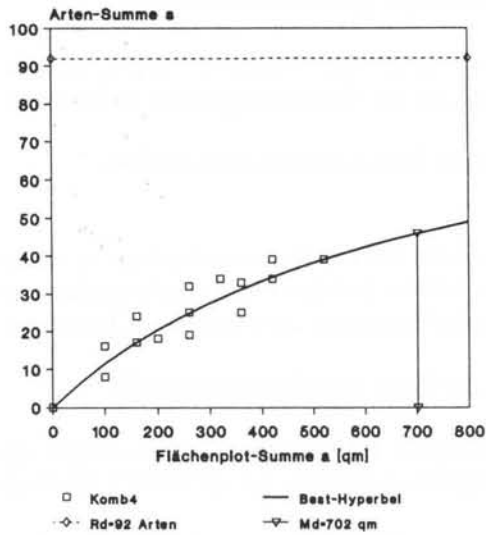
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
 BÄSSLER 1944; Kastanienwälder, Okt.1942



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
 BÄSSLER 1944; Kastanienwälder, Okt.1942  
 Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
 ARNOLDS 1981; Festuco-Thymetum, Okt.1976



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve  
 ARNOLDS 1981; Festuco-Thymetum, Okt.1976  
 Hanes-Transformation

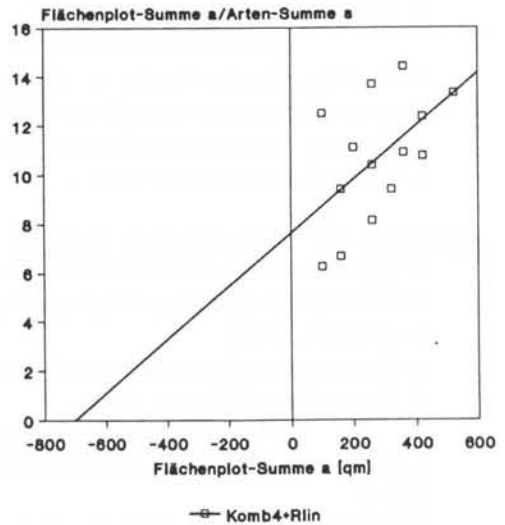


Abb. 14

Im Vergleich zur voran beschriebenen wenig-tägigen Beobachtung bei Schmetterlingen ist im folgenden die längerfristig im Jahreslauf konzipierte Aufnahme von Arten in einem mexikanischen Regenwald durch RAGUSO & LLORRENTE-BOUSQUETS (1951) aufgegriffen. Die in Fig. 2a der zitierten Publikation dargestellte Arten/Areal-Kurve für das Jahr 1985 zeigt in der Zunahme der Schmetterlingsarten mit zunehmender Beobachtungsdauer - in Personen-Stunden angegeben - einen zweistufig-hyperbolischen Verlauf. RAGUSO selbst versucht der Kurve über eine Hyperbel-Linearisierung nach LINEWEAVER-BURK eine einzige Regressionsgerade zuzuordnen, die aber die Punktefolge nur in zwei Punkten schneidet und schlecht mit ihnen korreliert ist. In der aus den Literaturdaten hier erstellten Hanes-Transformation läßt sich deutlich ein zweiphasiger Verlauf als zwei sich schneidende Regressionsgeraden erkennen, die jeweils in sich fast idealen Hyperbeln entsprechen, vgl. Abb. 17b. Die erste reicht von 0 bis 20, die zweite von 20 bis 65 Personen-Stunden; Hyperbel 1 ist gekennzeichnet durch  $R_j = 135$  Arten,  $M_j = 3,6$  Personen-Stunden,  $D_j = 37,5$  Arten/Personen-Stunde; Hyperbel 2 zeigt die Kennkonstanten:  $R_j = 261$  Arten,  $M_j = 25,1$  Personen-Stunden,  $D_j = 10,4$  Arten/Personen-Stunde.

**Abbildung 15:** A) Phänologie von Großpilzen im Saarland für die Jahre 1976 und 1977; Daten aus SCHMITT (1987a):

- a) Monatliche *Agaricales*-Artenzahl, jeweils für die beiden Jahre
- b) Kumulierte *Agaricales*-Artenzahl, jeweils für die beiden Jahre

B) Phänologie von Blätterpilzen in dem 1000 m<sup>2</sup>-Plot Nr. 2 des Welzheimer Waldes im Jahr 1975; Daten aus KRIEGLSTEINER (1977):

- a) Artenzahlen pro Aufnahme-Tag
- b) Kumulierte Artenzahlen für das Untersuchungsjahr

**Abbildung 16:** [Übernächste Seite] A) Arten/Areal-Kurven für Großpilze des Herbstaspektes von Grasland-Gesellschaften in Abhängigkeit von der Exkursionsfrequenz während eines Jahres; Daten aus ARNOLDS (1992) mit Bezug auf ARNOLDS (1981), vgl. auch Abb. 26a,b:

- a) Einfache Arten/Areal-Kurve in der Form Arten pro Jahr/Exkursionsfrequenz
- b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Schmetterlinge Mitte September 1989 im peruanischen Nationalpark Pakitza in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer in Personen-Stunden; Daten aus LAMAS ET AL. (1991):

- c) Einfache kumulierte Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Personen-Stunden
- d) Hanes-Transformation von c)

**Abbildung 17:** [dann folgende Seite] A) Arten/Areal-Kurven für Schmetterlinge in einem Regenwald-Gebiet der Tuxtlas Mts./Veracruz, Mexico im Jahre 1985 in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer in Personen-Stunden; Daten aus Fig. 2a in RAGUSO & LLORRENTE-BOUSQUETS (1951):

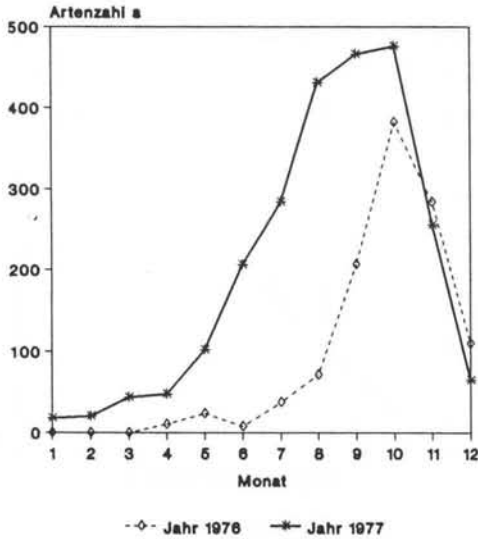
- a) Einfache kumulierte Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Personen-Stunden
- b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Fechinger Wald/Fechingen am 5.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 9:

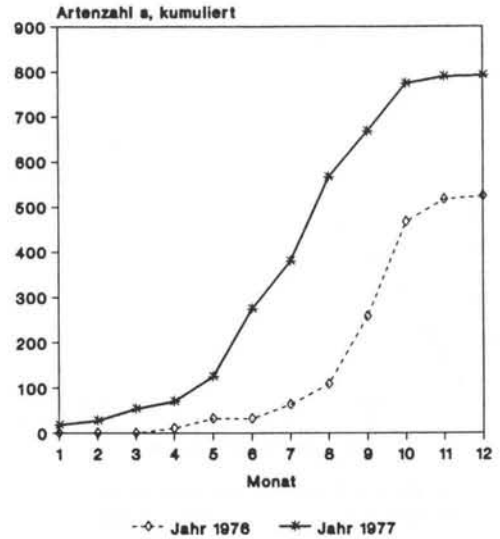
- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot7 von 7 Zeitplots à 30 min
- d) Hanes-Transformation von c)



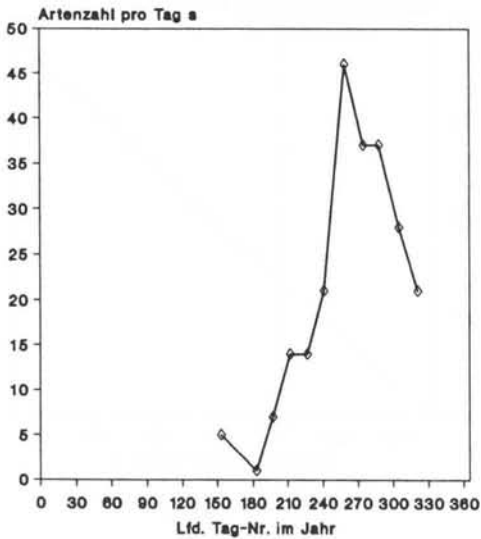
a) Agaricales-Arten/Monat im Saarland  
Jahre 1976 und 1977, JAS



b) Agaricales-Arten/Jahr im Saarland  
Jahre 1976 und 1977, JAS



c) Agaricales-Arten/Tag im Jahr 1975  
KRIEGLSTEINER 1977, 1000 qm-Plot 2,  
Abies-Mischwald



d) Agaricales-Arten/Jahr im Jahr 1975  
KRIEGLSTEINER 1977, 1000 qm-Plot 2,  
Abies-Mischwald

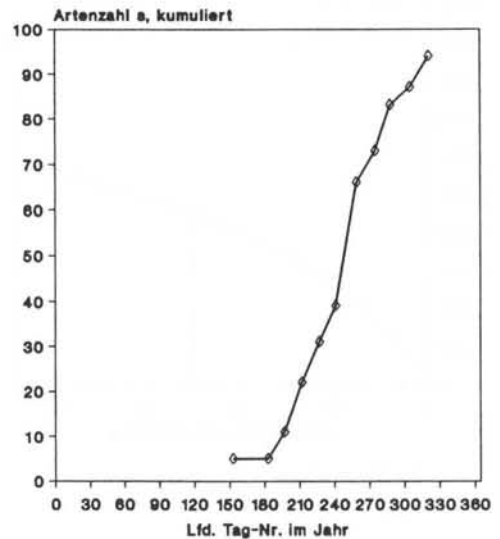
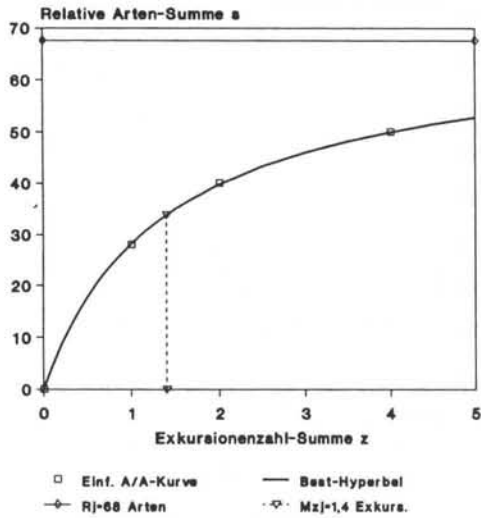
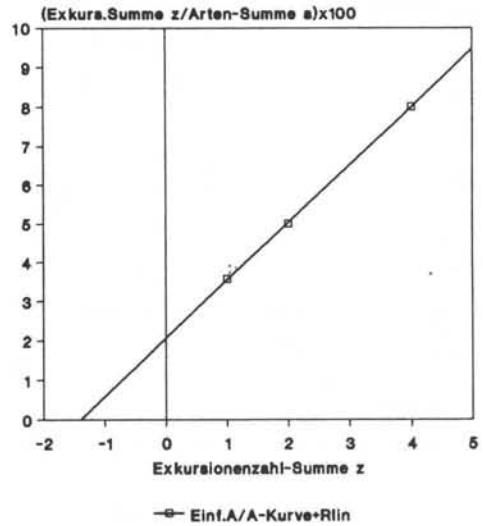


Abb. 15

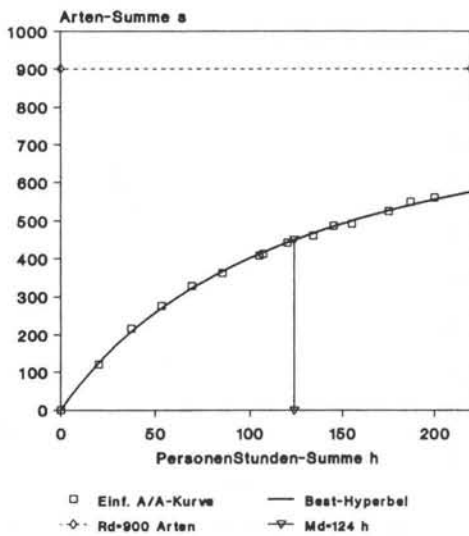
a) Großpilz-Arten/Areal-Kurve, Exkurs.Z.  
ARNOLDS 1981; Grasland, Herbatapekt,  
1. Untersuchungsjahr



b) Großpilz-Arten/Areal-Kurve, Exkurs.Z.  
ARNOLDS 1981; Grasland, Herbatapekt,  
1. Untersuchungsjahr; Hanes-Tr.



c) Tagfalter-Arten/Areal-Kurve, BeobDauer  
LAMAS 1991; Pakitza, Peru; 8.-25.9.1989



d) Tagfalter-Arten/Areal-Kurve, BeobDauer  
LAMAS 1991; Pakitza, Peru; 8.-25.9.1989  
Hanes-Transformation

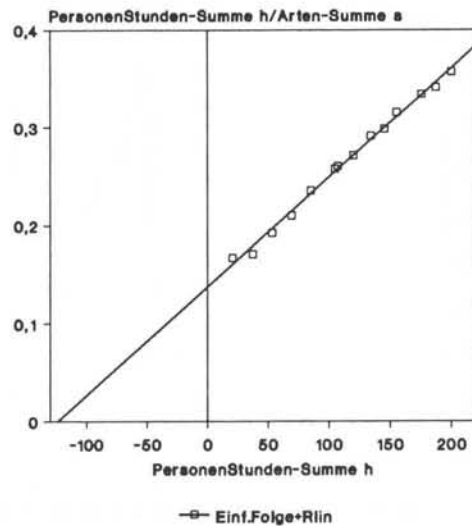
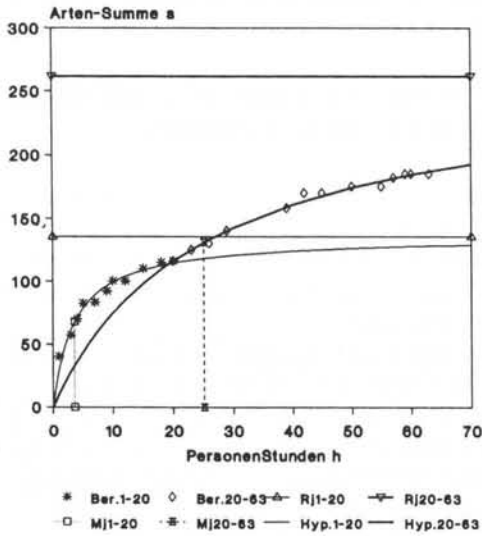
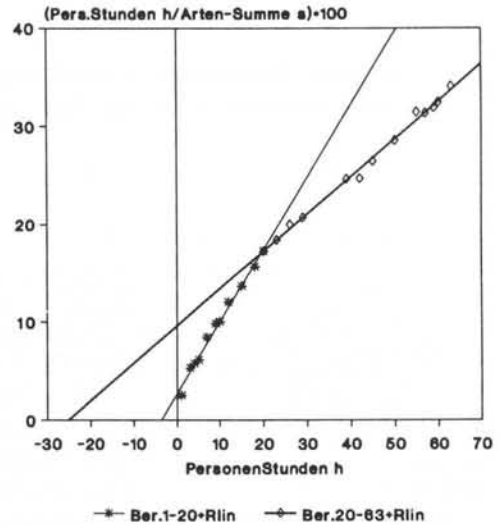


Abb. 16

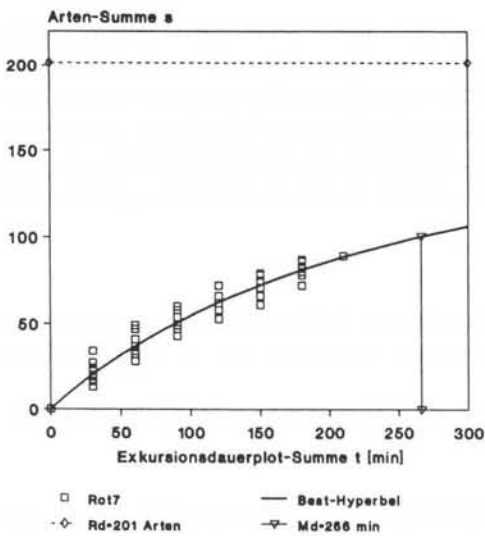
a) Schmetterlings-Arten/Areal-Kurve  
Beob.Dauer; RAGUSO 1991; Mexico, 1985



b) Schmetterlings-Arten/Areal-Kurve  
Beob.Dauer; RAGUSO 1991; Mexico, 1985  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
5.9.1995 Fechinger Wald, JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
5.9.1995 Fechinger Wald, JAS; Hanes-Tr.

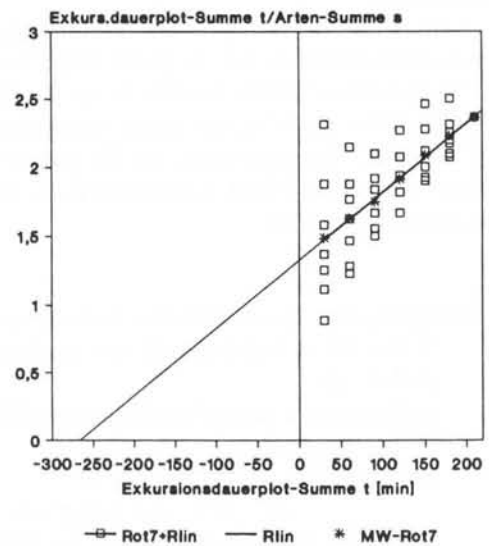


Abb. 17

In Abb. 17a sind die beiden Hyperbeln mit den experimentellen Befunden von RAGUSO & LLORENTE-BOUSQUETS unterlegt und dokumentieren die sehr gute Näherung. Dieses Ergebnis eines zweistufigen hyperbolischen Verlaufs der Arten/Areal-Kurve innerhalb des Beobachtungsjahres 1985 kann so interpretiert werden, daß das Auftreten der meisten Arten im Hauptaspekt des Jahres (Hyperbel 2) von einem früher liegenden, rasch abklingenden, kurzdauernden Erscheinen einer kleineren Zahl von Arten überlagert wird - im Gegensatz zu dem einphasigen Erscheinen der Schmetterlinge in einem kurzen Zeitraum Mitte September, wie er in Abb. 16c,d dargestellt und beschrieben ist.

#### 4.9 Beispiele Statistischer Arten/Areal-Kurven über die Kombination gleichlanger Exkursionsdauer-Plots von Tagesexkursionen aus eigenen Aufnahmen

Nach den lepidopterologischen Beispielen sollen nun wieder distributive Aufnahmen für Pilze folgen, die bei Tagesexkursionen mit gleichgroßen Exkursionsdauer-Plots pro Exkursion erhoben wurden. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit Halbwerts-Arealen in Wäldern wurden für die Größe der einzelnen Exkursionsdauer-Plots 30 min  $\equiv$  1671 m<sup>2</sup> (vgl. Gleichung 5) und mindestens 3 Zeitplots, meistens jedoch mehr, vorgesehen.

Beispiel 1 in Abb. 17c,d betrifft die Agaricales-Arten im Fechinger Wald/Fechingen am 5.9.1995. Die statistische Bearbeitung der 7 Zeitplots (Daten in Tab. 9 im Tabellenanhang) als Rot7 führt zu einer Statistischen Arten/Areal-Kurve, die nach Aussage der Hanes-Graphik durch die fast exakte Lage der Mittelwerte (trotz starker Streuung der Einzelwerte) auf der Regressionsgeraden als ideale Hyperbel angesprochen werden kann. Die Kenn-Konstanten dieser Kurve sind: Rd= 201 Arten, Md = 266 min  $\equiv$  14816 m<sup>2</sup>, Dd = 1,4 Arten/100 m<sup>2</sup>.

Die Aufnahme vom 9.10.1994 im Nassen Wald/Brenschelbach bei optimalem Herbstaspekt der Agaricales umfaßt 9 Zeitplots à 30 min, die statistisch als Rot9 bearbeitet wurden und deren Statistische Arten/Arealkurve in Abb. 18a,b dargestellt ist. Die Korrelation der Statistik-Mittelwerte ist gut im Hinblick auf die Regessionsgerade, die Arten/Areal-Kurve deshalb gut mit hyperbolischem Verlauf charakterisiert, wobei Rd = 270 Arten, Md = 136 min  $\equiv$  7562 m<sup>2</sup>, Dd = 1,8 Arten/100 m<sup>2</sup> beträgt.

Am 15.9.1995 erfolgte die Pilzarten-Aufnahme im Rabenhorst/Homburg in 3 Zeitplots à 30 min, deren Daten in Tab. 11 (siehe Tabellenanhang) zusammengestellt sind und deren statistische Bearbeitung über Komb3 zu der in Abb. 18c,d abgebildeten Statistischen Arten/Areal-Kurve führte. Auch hier ist in der Hanes-Graphik die exakte Lage der Mittelwerte auf der Regressionsgeraden ersichtlich, die für eine sehr gute Näherung der Arten/Areal-Kurve an eine Hyperbel mit den Kenn-Konstanten Rd = 96 Arten, Md = 56 min  $\equiv$  3114 m<sup>2</sup> und Dd = 3,1 Arten/100 m<sup>2</sup> spricht.

**Abbildung 18:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 10:

a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot9 von 9 Zeitplots à 30 min

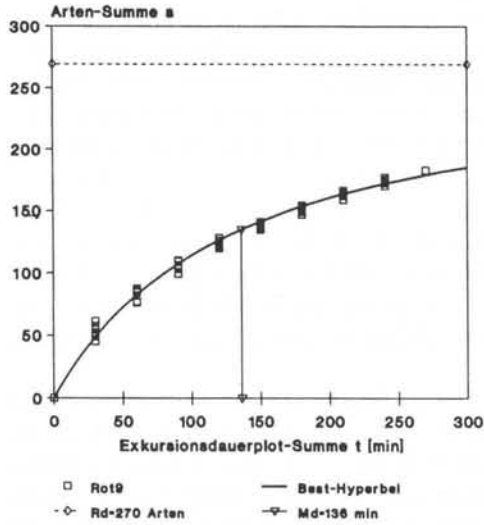
b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Rabenhorst/Homburg am 15.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 11:

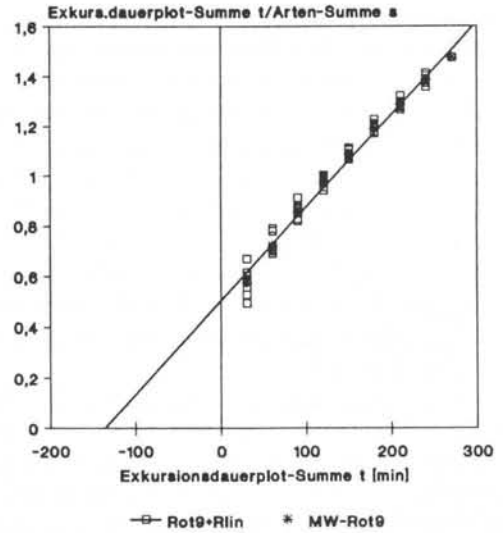
c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb3 von 3 Zeitplots à 30 min

d) Hanes-Transformation von c)

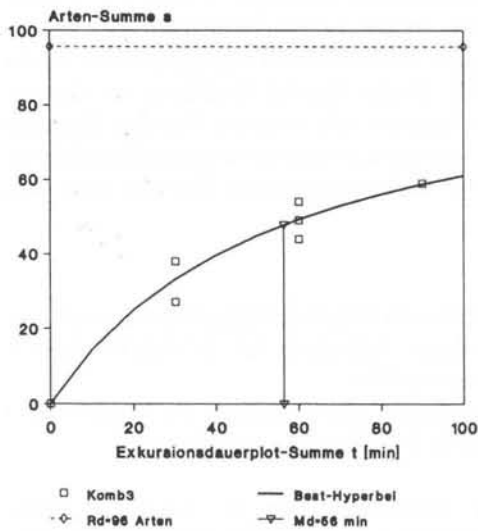
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
9.10.1994 Nasser Wald/Brenschelbach; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
9.10.1994 Nasser Wald; JAS; Hanes-Tr.



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
15.9.1995 Rabenhorst/Homburg, JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
15.9.1995 Rabenhorst/Homburg; JAS; Hanes

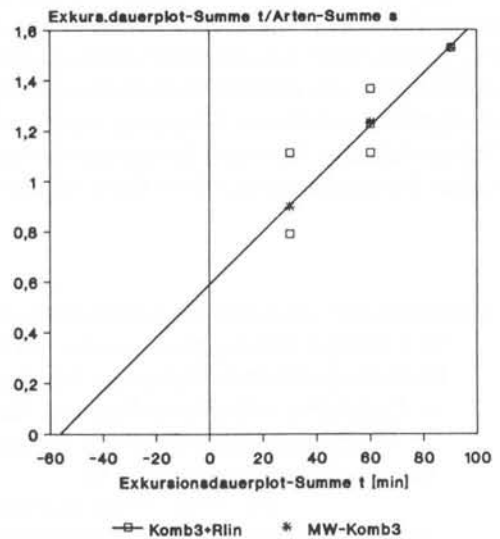


Abb. 18

#### 4.10 Statistische Arten/Areal-Kurven aus der Kombination verschieden langer Exkursionsdauer-Plots von Tagesexkursionen aus eigenen Aufnahmen

Nun folgen Beispiele, bei denen während einer Tages-Exkursion im gleichen Gebiet unterschiedlich lange Zeitplots pilzfloristisch aufgenommen wurden - vergleichbar mit den Aufnahmen mit unterschiedlich großen Flächen-Plots (vgl. Abschnitt 4.7). In Abschnitt 4.4 wurde eine diesbezügliche Aufnahme - im Vergleich zur Flächenplot-Aufnahme vorgestellt. In der Literatur ist schon vom Autor (SCHMITT 1991, Fig. 3) eine Statistische Arten/Areal-Kurve aus der Verwendung von Daten verschieden langer Flächenplots als Komb3 publiziert. Diese Aufnahme entstand am 31.8.1991 - einer relativ pilzarmen Jahreszeit - innerhalb eines Nadel-/Laubwald-Gebietes bei Falkau im Schwarzwald, wobei 4 Personen bei den Pilzaufnahmen mitwirkten (zur Abhängigkeit der Statistischen Arten/Areal-Kurve von der Zahl der teilnehmenden Personen siehe Abschnitt 4.14). Die drei Zeitplots I, II und III waren in sich noch einmal zeitlich in insgesamt 11 Teilzeitbereiche gegliedert: I (38, 15, 17, 32 min,  $\Sigma = 102$  min), II (14, 12, 7 min,  $\Sigma = 33$  min), III (15, 15, 14, 2 min,  $\Sigma = 46$  min), wobei jedoch nur im Falle der drei Zeitplots eine Neuzählung der Pilzarten erfolgte. Hier zeigt die Hanes-Graphik (Abb. 19b) stark streuende Werte, die aus der Regressionsgeraden ( $r = 0,9$ ) abgeleitete Best-Hyperbel (Abb. 19a) ist durch die Kenn-Konstanten  $R_d = 97$  Arten,  $M_d = 106$  min  $\equiv 5894$  m<sup>2</sup>,  $D_d = 1,6$  Arten/100 m<sup>2</sup> charakterisiert.

Eine pilzfloristische Aufnahme im St. Johanner Stadtwald bei pilzartenreichem Herbstaspekt am 17. und 18.9.1998 - die Daten zweier Tage wurden zusammengefaßt, da die Aufnahme am 17.9. nachmittags und diejenige am 18.9. morgens stattfand - mit 5 verschieden langen Zeitplots (Daten der Aufnahme in Tab. 12, siehe Tabellenanhang) wurde statistisch nach Rot5 bearbeitet und ergab die in Abb. 19 c,d dargestellte, hyperbolische Arten/Areal-Kurve mit den Kenn-Konstanten  $R_d = 286$  Arten,  $M_d = 263$  min  $\equiv 14623$  m<sup>2</sup>,  $D_d = 1,8$  Arten/100 m<sup>2</sup>. Im Vergleich dazu zeigte die Aufnahme eines 2450 m<sup>2</sup> großen Teilbereichs (vgl. Abschnitt 4.4) am 8.10.1998 eine Arten-Diversität von  $R_d = 94$  bzw. 102 Arten, ein Minimum-Areal  $M_d$  von 7060 bis 7798 m<sup>2</sup> und eine Mittlere Arten-Densität von  $D_d = 1,3$  Arten/100 m<sup>2</sup>.

Das nächste Beispiel ist eine pilzfloristische Aufnahme im Fechinger Wald am 4.11.1992, deren Ergebnisse von 6 verschieden langen Zeitplots in Tab 13 (im Tabellenanhang) zusammengestellt sind. Aus der statistischen Bearbeitung als Rot6 resultiert eine Statistische Arten/Areal-Kurve mit hyperbolischem Verlauf (vgl. Abb. 20a,b). Bei der Erstellung der Regressionsgeraden im Hanes-Diagramm ergab sich ein Problem: Der erste  $t/s$ -Wert bei kürzester Exkursionsdauer ist wegen der kleinen Artenzahl  $s$  sehr hoch, so daß die Regressionsgerade bei seiner Berücksichtigung relativ flach verläuft und nur mäßige Korrelation aufweist. Läßt man

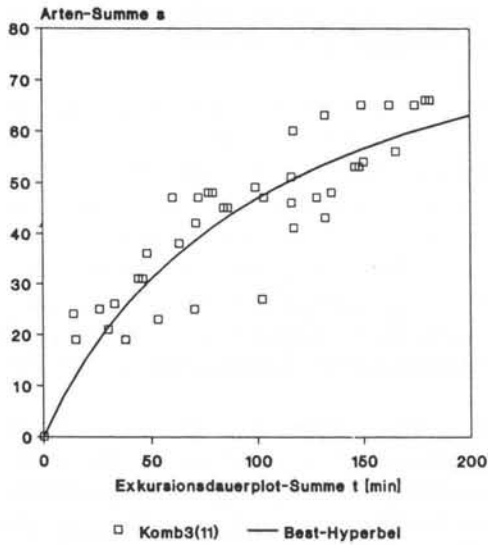
**Abbildung 19:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Wald bei Falkau/Schwarzwald am 31.8.1991 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, dazu 3 weitere Beobachter; Daten vgl. Fig. 3 in SCHMITT (1991):

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb3 von 3 verschieden langen Zeitplots, die insgesamt in 11 Teilzeiten unterteilt sind
- b) Hanes-Transformation von a)

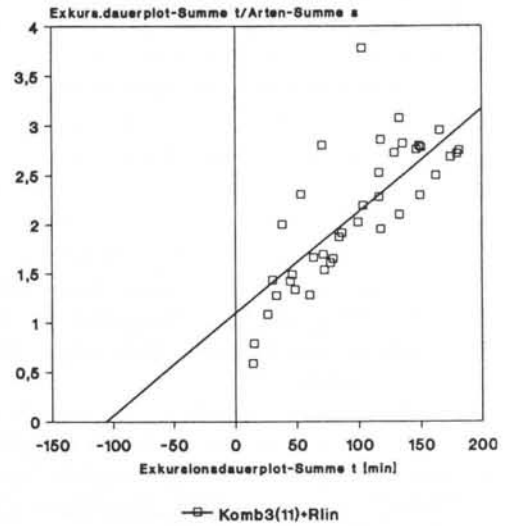
B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken am 17. und 18.9.1998; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 12:

- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot5 von 5 verschieden langen Zeitplots
- d) Hanes-Transformation von c)

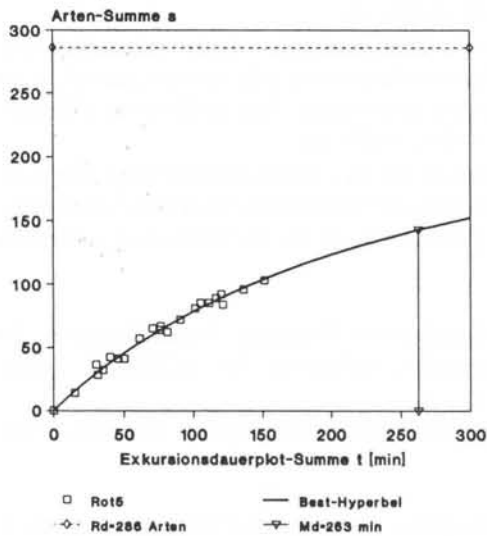
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve; ExDauer  
31.8.19 Falkau/Schwarzwald; JAS+3Pers.



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
31.8.1991 Falkau/Schwarzwald; JAS+3Pers.  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve; ExDauer  
17.-18.9.1998 St.Johanner Stadtwald; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve; ExDauer  
17.-18.9.1998 St.Johanner Stadtwald; JAS  
Hanes-Transformation

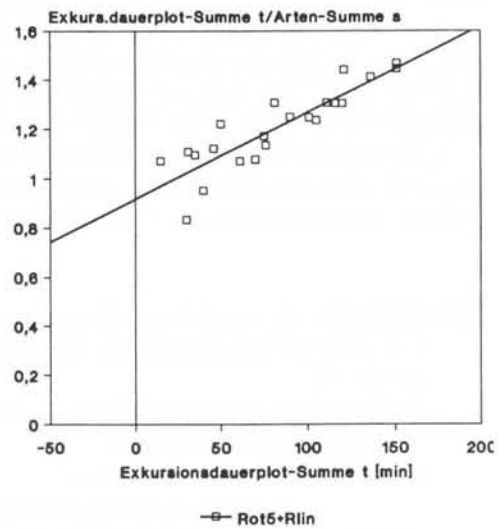


Abb. 19

diesen ersten Wert in der Statistik unberücksichtigt, so ergibt sich eine wesentlich besser korrelierte Regressionsgerade für die Besthyperbel mit den Kenn-Konstanten:  $Rd = 191$  Arten,  $Md = 129 \text{ min} \equiv 7172 \text{ m}^2$  und  $Dd = 2,7$  Arten/100  $\text{m}^2$ .

Ebenfalls aus einem Waldgebiet über Muschelkalk stammt die folgende Aufnahme vom 16.9.1992. Die statistische Bearbeitung der Ergebnisse von drei verschiedenen langen Zeitplots (vgl. Tab. 14 im Tabellenanhang) aus dem Bettelwald/Ormesheim über Komb3 ergibt trotz der relativ kurzen Gesamt-Beobachtungszeit von 2 Stunden eine gut angepasste, hyperbolische Arten/Areal-Kurve (vgl. Abb. 20c,d) mit den Kenn-Konstanten  $Rd = 294$  Arten,  $Md = 269 \text{ min} \equiv 14956 \text{ m}^2$  und  $Dd = 2,0$  Arten/100  $\text{m}^2$ .

Die folgenden beiden Beispiele pilzfloristischer Aufnahmen zum Zweck der Erstellung Statistischer Arten/Areal-Kurven stammen aus Mischwäldern auf sauren Böden, die teilweise größere sumpfige Partien mit Torfmoos-Beständen beinhalten und früher partiell im Niederwald-Betrieb bewirtschaftet worden waren. Aus dem Naturschutzgebiet "Oberthaler Bruch" mit seinen Randbereichen stammt die Aufnahme vom 24.9.1992 in pilzartenreichem Zeitraum (Daten in Tab. 15 im Tabellenanhang). Hierbei wurden drei verschiedenen lange Zeitplots über Komb3 statistisch bearbeitet und ergaben die in Abb. 21a,b dargestellte hyperbolische Arten/Areal-Kurve mit den Kenn-Konstanten  $Rd = 306$  Arten,  $Md = 182 \text{ min} \equiv 10119 \text{ m}^2$ ,  $Dd = 3,0$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Die Hanes-Graphik zeigt eine gute Korrelation der Statistik-Daten mit der Regressionsgeraden.

Eine besonders intensive Aufnahme im Kappwald/Türkismühle am gleichen Tag (24.9.1992) in 14 verschiedenen langen Zeitplots von zusammen 3 Stunden Dauer (Daten in Tab. 16 im Tabellenanhang) wurde als Rot14 statistisch bearbeitet. Die sehr enge Lage aller statistischen Werte um die Regressionsgerade in der Hanes-Graphik (Abb. 21d) spricht für eine sehr exakte Anpassung der Arten/Areal-Kurve (Abb. 21c) an die Best-Hyperbel mit den Kenn-Konstanten  $Rd = 314$  Arten,  $Md = 167 \text{ min} \equiv 9285 \text{ m}^2$ ,  $Dd = 3,4$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Dies wird besonders bei einer einfacheren Statistik Komb3 (Plot I\* = Plots I+II+III+IV, Plot II\* = Plots VII+VIII+IX+ X+XI, Plot III\* = Plots XII+XIII+XIV) bestätigt, aus deren Regressionsgeradenverlauf die Kenn-Konstanten ermittelt wurden. Im kurzzeitigen Bereich bis etwa 30 min weichen die Werte von dem hyperbolischen Verlauf stärker ab.

Die beiden pilzartenreichen Gebiete sind sich zum Zeitpunkt obiger pilzfloristischer Aufnahme in allen drei charakteristischen quantitativen Parametern sehr ähnlich, jedoch weist das NSG Oberthaler Bruch in seinem Artenspektrum eine höhere Zahl gefährdeter Pilzarten (BENKERT ET AL. 1992, 1996, SCHMITT 1984a,b,c, 1987a, 1989) auf.

Im folgenden Beispiel einer pilzfloristischen Aufnahme über unterschiedlich lange Zeitplots am 30.10.1992 im Gebiet Gackelsberg/Limbach wurden die Aufnahmen von 2 Personen durchgeführt, wobei in jedem der 7 Zeitplots die Pilz-Beobachtungen beider Beobachter kumuliert

**Abbildung 20:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Fechinger Wald/Fechingen am 4.11.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 13:

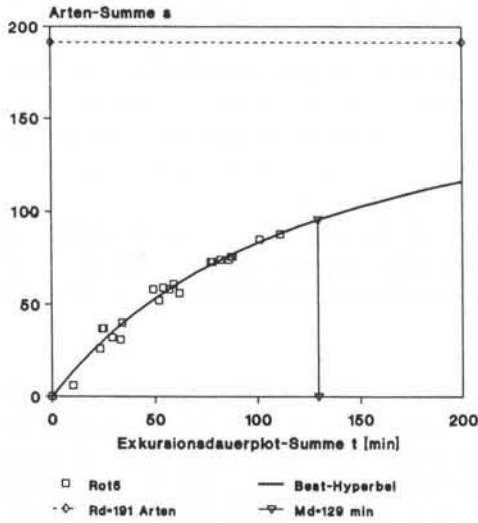
- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot6 von 6 verschiedenen langen Zeitplots
- b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Bettelwald/Ormesheim am 16.9.1992; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 14:

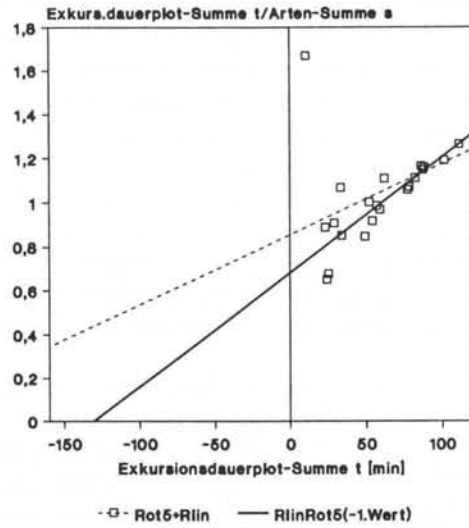
- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb3 von 3 verschiedenen langen Zeitplots
- d) Hanes-Transformation von c)



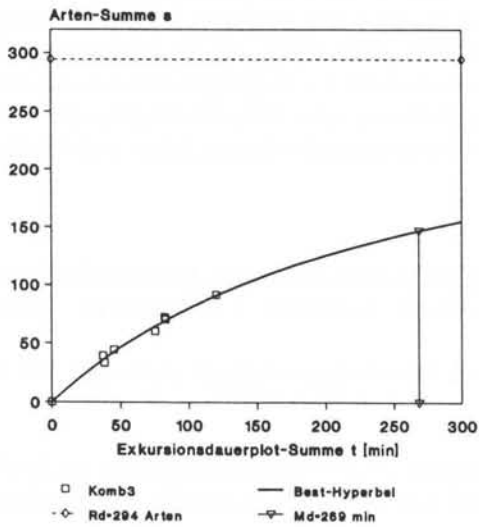
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
4.11.1992 Fechinger Wald; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
4.11.1992 Fechinger Wald; JAS; Hanes-Tr.



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
16.9.1992 Bettelwald/Ormesheim; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
16.9.1992 Bettelwald; JAS; Hanes-Tr.

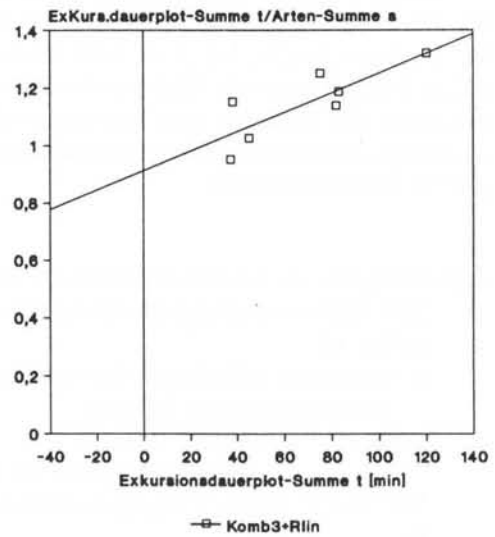


Abb. 20

wurden (Daten in Tab. 17 im Tabellenanhang). Hier soll einmal der Unterschied zwischen Einfacher, nicht-statistischer Arten/Areal-Kurve (Abb. 22a,d) in der normalen Hintereinanderfolge aller Zeitplots und einer Statistischen Arten/Areal-Kurve (Abb. 22b,d) über Rot7 an einer Aufnahme vorgestellt werden. In Abb. 22 c sind dann die beiden Best-Hyperbeln zum besseren Vergleich ihrer Kurvenverläufe in einer Graphik zusammen wiedergegeben.

Die Einfache Arten/Areal-Kurve ( Abb. 22a,c) zeigt aufgrund der engen Lage der Werte um die Regressionsgerade (Abb. 22d) eine sehr gute hyperbolische Form und weist folgende Kenn-Konstanten auf:  $R_d = 190$  Arten,  $M_d = 104 \text{ min} \equiv 5782 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 3,3$  Arten/  $100 \text{ m}^2$ . Die Statistische Arten/Areal-Kurve(Abb. 22b,c,d) auf der Basis der Rot7-Statistik zeigt bei höherer Datenfülle auch eine größere Streuung der Werte - bei dennoch guter Korrelation -, die einer Hyperbel mit den Kenn-Konstanten  $R_d = 221$  Arten,  $M_d = 162 \text{ min} \equiv 9007 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 2,5$  Arten/ $100 \text{ m}^2$  entspricht. Trotz gering aussehender Unterschiede beider Hyperbeln im Verlauf des Bereiches der experimentellen Daten (Abb. 22c) sind die Unterschiede in den Kenn-Konstanten doch beträchtlich, wie eine direkte Gegenüberstellung ergibt:  $R_d$  liegt bei der Statistischen Arten/Areal-Kurve um 16 % höher, das Minimum-Areal  $M_d$  sogar um 56 % im Vergleich zur Einfachen Arten/Areal-Kurve, andererseits liegt die Arten-Densität  $D_d$  24 % darunter. Zur Diskussion bezüglich der Unterschiede der Kenn-Konstanten bei zwei Beobachtern gegenüber denjenigen bei einem Beobachter vgl. Abschnitt 4.14.

Die nun folgende pilzfloristische Untersuchung aus dem Mühlenwald/Sitterswald wurde am 27.9.1992 in 4 verschieden langen Zeitplots aufgenommen. An diesem Beispiel sollen die Ergebnis-Unterschiede nach der Anwendung des einfacheren statistischen Verfahrens Rot4 (aus 4 Plotfolgen) und des Komb4-Verfahrens (aus 24 Plotfolgen) aufgezeigt werden. Die jeweils erhaltenen Statistischen Arten/Areal-Kurven sind in Abb. 23a,c, die zugehörigen Hanes-Transformationen in Abb. 23b,d dargestellt. Beide Hanes-Graphiken zeigen ein sehr ähnliches Bild guter Korrelation der Daten mit den Best-Geraden. Die aus den Regressionsgeraden errechneten Werte für die Kenn-Konstanten der beiden Best-Hyperbeln sind:

Rot4 :  $R_d = 186$  Arten,  $M_d = 91 \text{ min} \equiv 5069 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 3,7$  Arten/ $100 \text{ m}^2$ ;  
 Komb4:  $R_d = 185$  Arten,  $M_d = 91 \text{ min} \equiv 5069 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 3,6$  Arten/ $100 \text{ m}^2$ .

Bis auf den geringfügigen Unterschied um eine Art bei der Arten-Diversität  $R_d$  und 0,1 Arten bei der Arten-Densität  $D_d$  ist der Wert für das Minimum-Areal  $M_d$  bei beiden Verfahren exakt gleich. Dieses Beispiel bestätigt wieder den schon in Abschnitt 4.3 dargelegten Befund, daß das einfachere Rot-Verfahren dem statistischen Komb-Verfahren unter Berücksichtigung aller nur möglichen verschiedenen Plot-Kombinationen in der Aussagekraft nicht nachsteht und fast die gleiche Präzision aufweist.

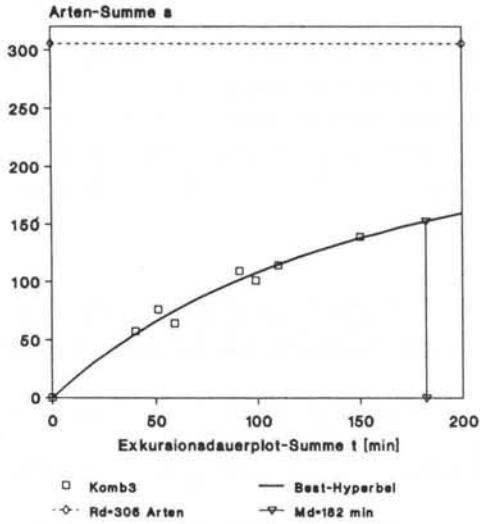
**Abbildung 21:** A) Arten/Areal-Kurve für Blätterpilze im NSG Oberthaler Bruch/Oberthal am 24.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 15:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb3 von 3 verschieden langen Zeitplots
- b) Hanes-Transformation von a)

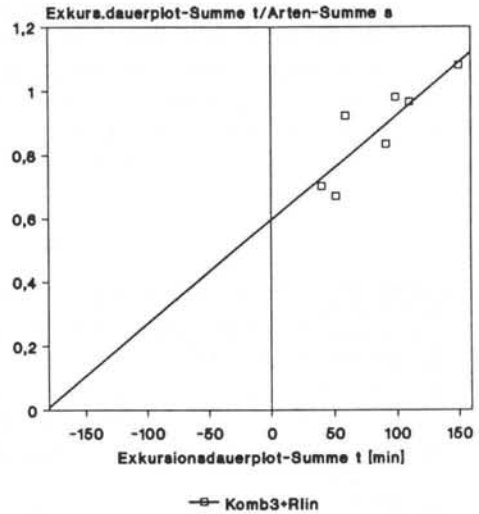
B) Arten/Areal-Kurve für Blätterpilze im Kappwald/Türkismühle am 24.9. 1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 16:

- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot14 von 14 verschieden langen Zeitplots
- d) Hanes-Transformation von c)

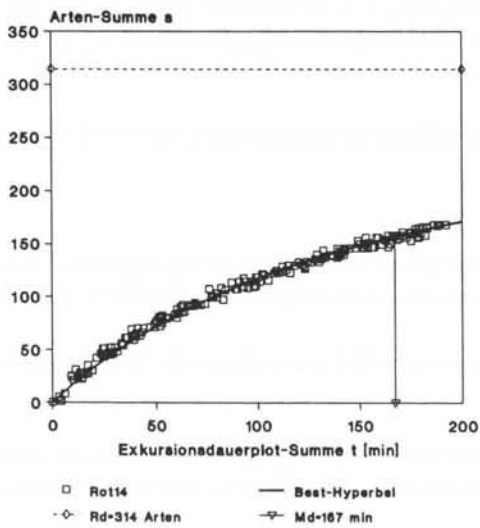
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve; ExDauer  
24.9.1992 NSG Oberthaler Bruch; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve; ExDauer  
24.9.1992 NSG Oberthaler Bruch; JAS;  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
24.9.1992 Kappwald/Türkiemühle; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
24.9.1992 Kappwald/Türkiemühle; JAS  
Hanes-Transformation

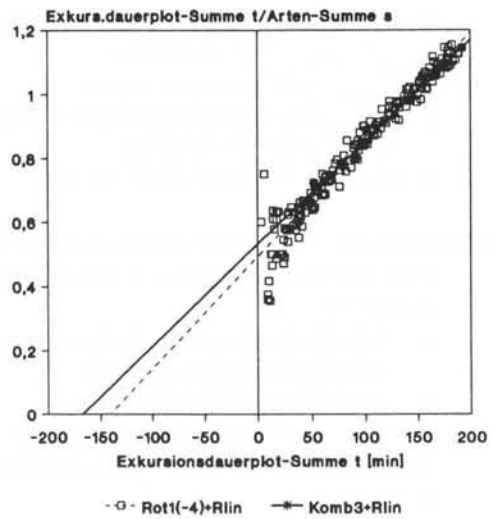


Abb. 21

Nun folgt eine weitere Aufnahme vom 17.9.1995 im Kappwald/Türkismühle, um die Unterschiede in den Arten/Areal-Kurven des gleichen Gebietes zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr und in verschiedenen Jahren betrachten zu können. Die Daten für die Pilzartenausstattung in den 4 verschieden langen Zeitplots sind in Tab. 19 (im Tabellenanhang) zusammengestellt. Die Bearbeitung über die Komb4-Statistik weist im Hanes-Diagramm (Abb. 24b) eine ausgezeichnete Korrelation der statistischen Daten mit der Regressionsgeraden auf, die einer hyperbolischen Arten/Areal-Kurve (Abb. 24a) mit den Kenn-Konstanten  $R_d = 271$  Arten,  $M_d = 217$  min  $\equiv 12087$  m<sup>2</sup> und  $D_d = 2,2$  Arten/100 m<sup>2</sup> entspricht.

Als letzte der pilzfloristischen Aufnahmen unter dem Gesichtspunkt der Kombinationen unterschiedlich langer Zeitplots bei Tagesexkursionen sei eine Bearbeitung der z.T. parkartigen Laubwälder des Halbergs vorgestellt (experimentelle Daten der Aufnahme in Tab. 20 im Tabellenanhang). Aus der statistischen Kombination der 6 Zeitplots als Rot6 resultiert die hyperbolische Statistische Arten/Areal-Kurve (Abb. 24c), deren Kenn-Konstanten aus der Regressi-

**Abbildung 22:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Gebiet Gackelsberg/Limbach am 30.10.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT und ein Beobachter, Daten in Tab. 17:

- a) Einfache kumulative Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Plot-Folge R1 der 7 verschieden langen Zeitplots
- b) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot7 der 7 verschieden langen Zeitplots
- c) Einfache und Statistische Arten/Areal-Kurve in Form ihrer Best-Hyperbeln im Vergleich
- d) Hanes-Transformationen von a) und b)

**Abbildung 23:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Mühlenwald/Sitterswald am 27.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 18:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot4 von 4 verschieden langen Zeitplots
- b) Hanes-Transformation von a)
- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in Form Arten/Exkursionsdauer als Komb4 von 4 verschieden langen Zeitplots
- d) Hanes-Transformationen von c)

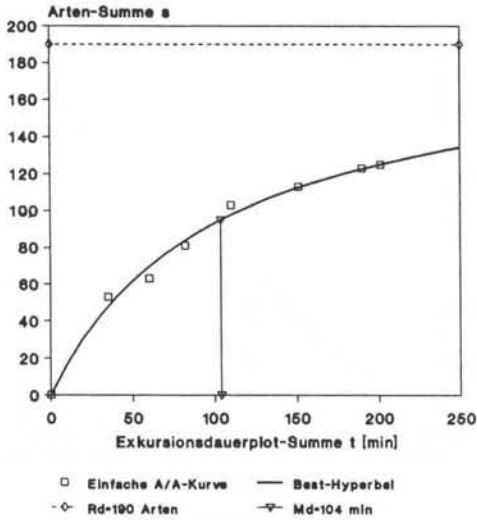
**Abbildung 24:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Kappwald/Türkismühle am 17.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 19:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb4 von 4 verschieden langen Zeitplots
- b) Hanes-Transformation von a)

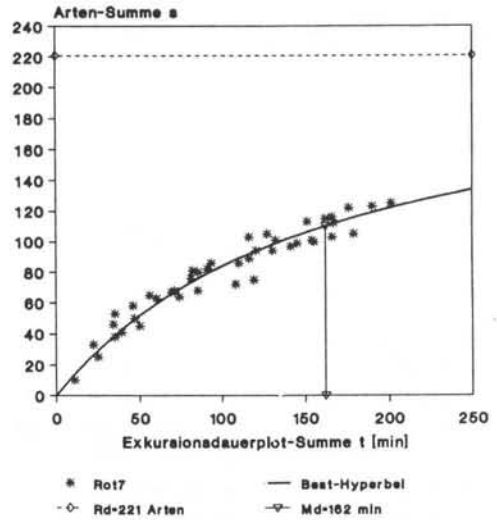
B) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Halberg/Saarbrücken am 21. und 22.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 20:

- c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot6 von 6 verschieden langen Zeitplots
- d) Hanes-Transformation von c)

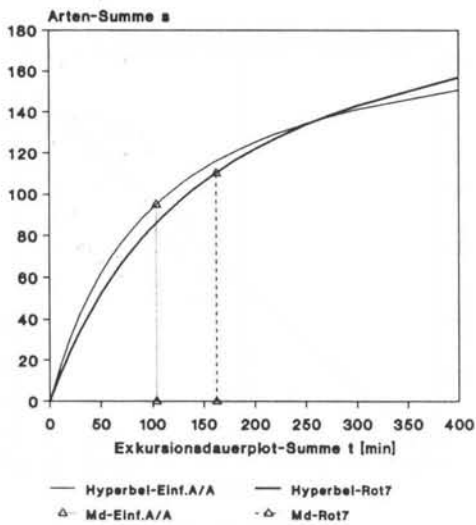
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
30.10.1999 Gackelsberg/Limbach; JAS+1P.



b) Agaricales-Arten/Exkursionszeit-Kurve  
30.10.1999 Gackelsberg/Limbach; JAS+1P.



c) Agaricales-Arten/Exkursionszeit-Kurve  
30.10.1999 Gackelsberg/Limbach; JAS+1P



d) Agaricales-Arten/Exkursionszeit-Kurve  
30.10.1999 Gackelsberg/Limbach; JAS+1P.  
Hanes-Transformationen

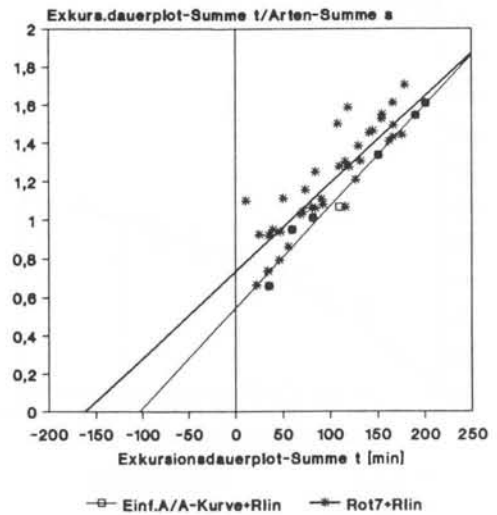
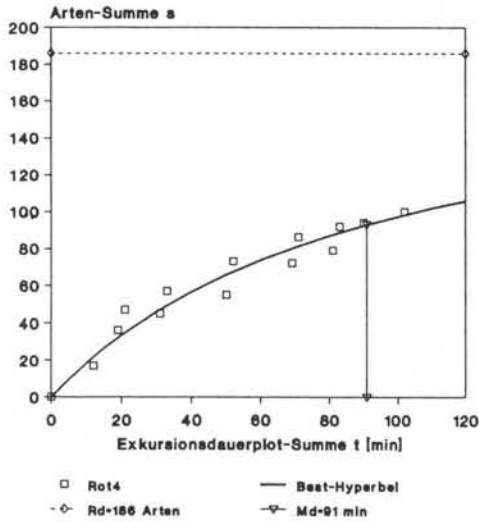
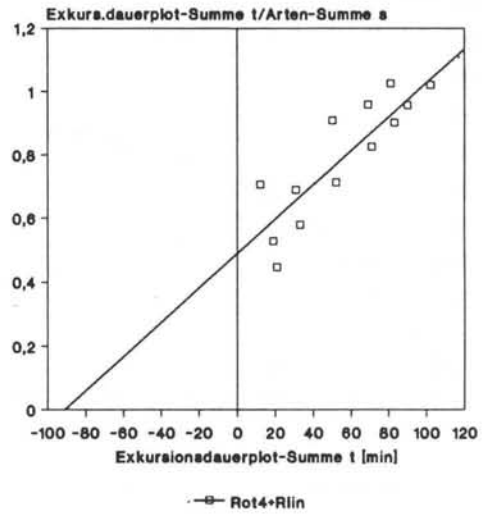


Abb. 22

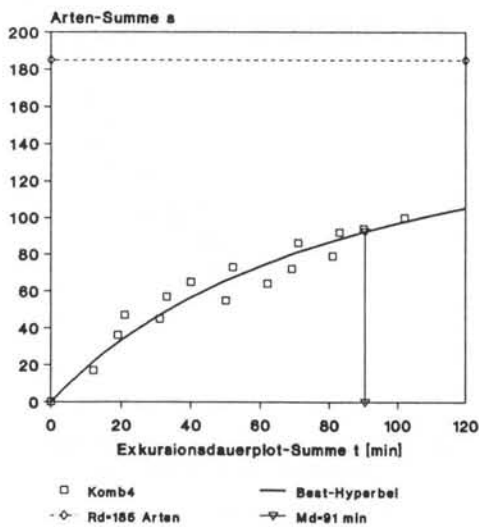
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
27.9.1992 Mühlenwald/Sitterwald; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
27.9.1992 Mühlenwald/Sitterwald; JAS  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
27.9.1992 Mühlenwald/Sitterwald; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
27.9.1992 Mühlenwald/Sitterwald; JAS  
Hanes-Transformation

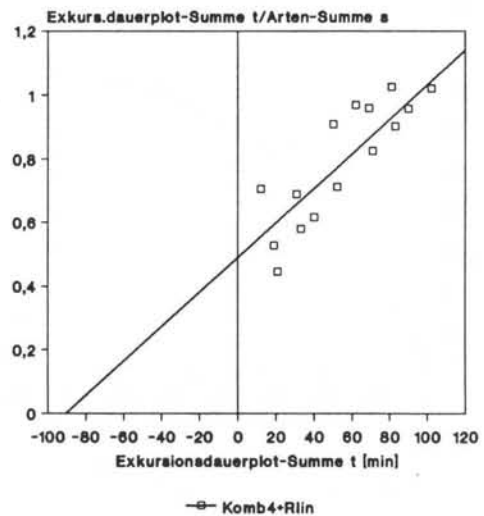
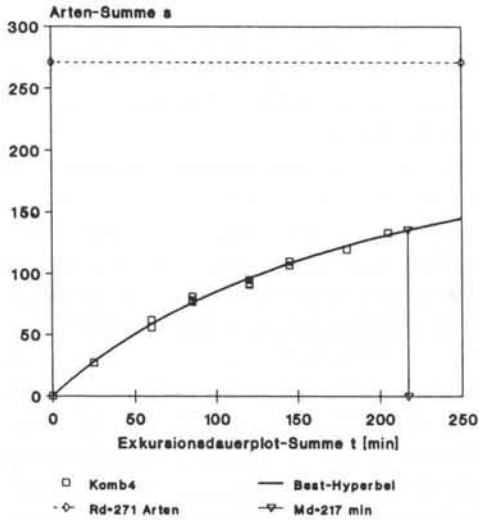
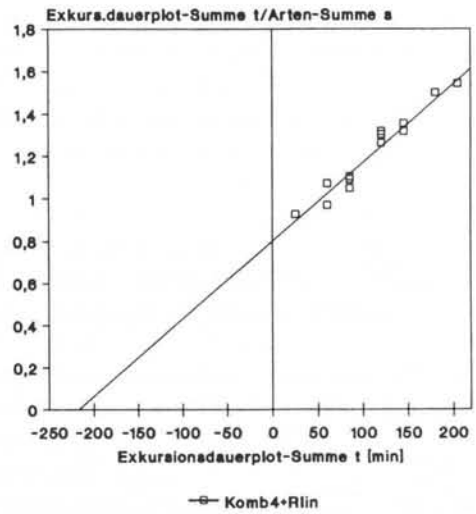


Abb. 23

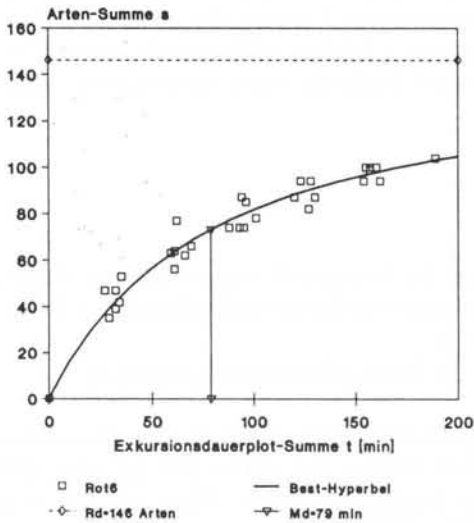
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
17.9.1995 Kappwald/Türkiemühle; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
17.9.1995 Kappwald/Türkiemühle; JAS  
Hane-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
21.22.9.1995 Halberg/Saarbrücken; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
21.22.9.1995 Halberg/Saarbrücken; JAS  
Hane-Transformation

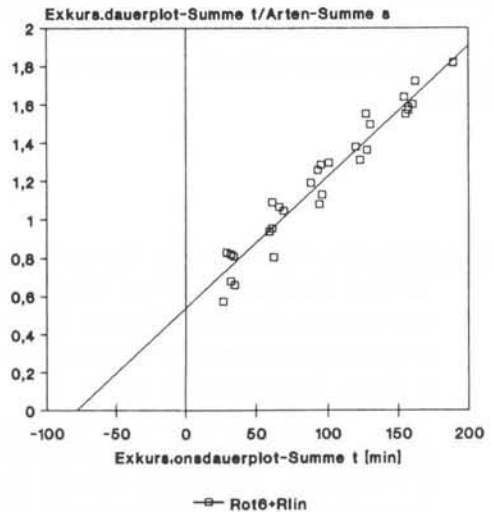


Abb. 24

onsgeraden der Hanes-Graphik (Abb. 24d) errechnet wurden:  $R_d = 146$  Arten,  $M_d = 79 \text{ min} \equiv 4400 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 3,3$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Die Korrelation der Statistikwerte mit der Regressionsgeraden sind sehr gut, so daß die Besthyperbel eine hervorragende Anpassung an die Statistische Arten/Areal-Kurve ist.

#### 4.11 Statistische Arten/Areal-Kurven für Pilze bzw. Schmetterlinge aus der Kombination von Jahresplots längerjähriger Untersuchungen

Werden Organismen mit deutlicher Symphanölogie (z.B. Pilze, Schmetterlinge) über mehrjährige Zeiträume in einem bestimmten Gebiet aufgenommen, so ergeben sich wiederum mit steigender Zahl der in die Untersuchung einbezogenen Jahre steigende Artenzahlen. Die graphisch dargestellten Daten folgen einer hyperbelähnlichen Kurve.

Als erstes Beispiel sei die Bearbeitung der Tagfalter-Arten im Naturreservat Powdermill im Staat Pennsylvania/U.S.A. von CLENCH (1979) herangezogen. Hier wurden über 13 Jahre hinweg in den Hauptflugzeiten pro Jahr die Schmetterlingsarten aufgenommen (in 13 Jahren insgesamt 73 Arten) und gegen die dafür aufgewendeten Personen-Stunden-Summen - in Abb. 25a in Jahresplots mit Punkten gekennzeichnet - als phänologische Arten/Areal-Kurve aufgetragen. Da nicht in jedem Jahr der gleiche Stundenaufwand zur Beobachtung betrieben werden konnte (pro Jahr im Durchschnitt  $63,5 \pm 50,5$  Personen-Stunden) und da die Nachweise von Arten stark von der Beobachtungsdauer im Jahr abhängen, wurden in der Graphik 25a nicht die linearen Jahresplots, sondern die kumulierten Personen-Stunden als Abszisse aufgetragen. Aus der linearisierten Auftragung im Hanes-Diagramm (Abb. 25b) ist eine hervorragende Übereinstimmung der Werte mit einer Regressionsgeraden ersichtlich, die für eine hyperbolische Arten/Areal-Kurve mit folgenden Kenn-Konstanten spricht:  $R_z = 78$  Arten,  $M_z = 63$  Personen-Stunden, entsprechend etwa der durchschnittlichen Beobachtungsdauer während eines Jahres. D.h. in einem Jahr ist die Hälfte der insgesamt hier vorkommenden Arten schon bei der angegebenen Beobachtungsintensität nachweisbar.

Nun folgen Aufnahmen von Pilzarten in Mehrjahres-Untersuchungen. ARNOLDS (1992, Fig. 8; vgl. auch 1981, 1982, 1988b) bearbeitete pilzfloristisch eine *Erica tetralix*- und eine *Molinia coerulea*-Gesellschaft in Drenthe/Holland im Zeitraum von 1974 bis 1980 und gibt in der zitierten Arbeit eine graphische Darstellung phänologischer Einfacher Arten/Areal-Kurven beider Gebiete.

**Abbildung 25:** A) Arten/Areal-Kurven für Tagfalter im Powdermill Nature Reserve, U.S.A. für den Zeitraum 1956 bis 1968 in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer in Personen-Stunden; Daten aus Fig 3 in CLENCH (1979):

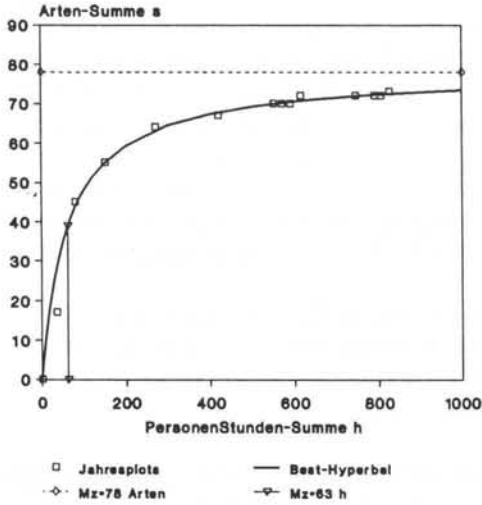
- a) Einfache kumulierte Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Beobachtungsdauer
- b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Großpilze des Herbst-Aspektes in feuchten *Erica tetralix*- und *Molinia coerulea*-Gesellschaften in Drenthe/Holland im Zeitraum von 1974 bis 1980 in Abhängigkeit von der Zahl der Beobachtungsjahre; Daten aus Fig. 8 in ARNOLDS (1992, vgl. auch ARNOLDS 1981, 1982, 1988b):

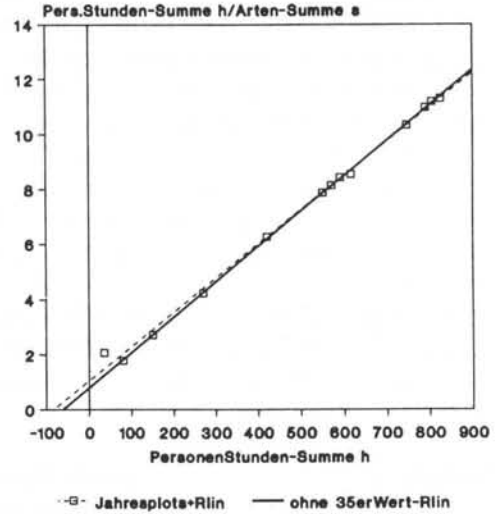
- c) Einfache Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Anzahl der Beobachtungsjahre
- d) Hanes-Transformation von c)



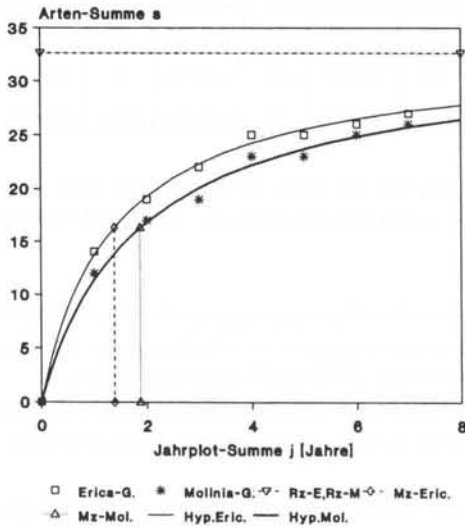
a) Tagfalter-Arten/Areal-Kurve  
 BeobDauer; CLENCH 1979; NSG Powdermill  
 Zeitraum 1956-1968



b) Tagfalter-Arten/Areal-Kurve  
 BeobDauer; CLENCH 1979; NSG Powdermill  
 Zeitraum 1956-1968; Hanes-Transformation



c) Großpilz-Arten/Areal-Kurve, Jahrplot  
 ARNOLDS 1988; in Erica- & Molinia-Ges.



d) Großpilz-Arten/Areal-Kurve, Jahrplot  
 ARNOLDS 1988; in Erica- & Molinia-Ges.  
 Hanes-Transformation

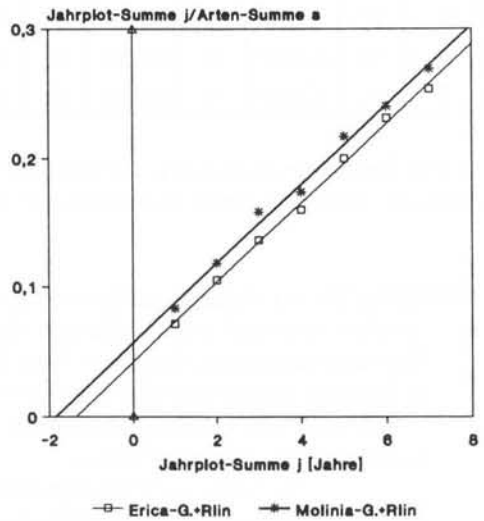


Abb. 25

Die Übertragung der herausgegriffenen Daten in eine eigene graphische Darstellung (Abb. 25c) und ihre Aufarbeitung für die Hanes-Transformation (Abb. 25d) zeigt eine hervorragende Übereinstimmung beider Arten/Areal-Kurven mit Hyperbelverläufen, deren Kenn-Konstanten folgen:

*Erica*-Gesellschaft: Rz = 33 Arten; Mz = 1,4 Jahre; Dz = 23,6 Arten/Jahr;  
*Molinia*-Gesellschaft: Rz = 33 Arten; Mz = 1,9 Jahre; Dz = 17,4 Arten/Jahr.

Die pilzfloristische Bearbeitung des 8wöchigen Herbstaspektes in Grasland-Gesellschaften durch ARNOLDS (1992, Table IV, vgl. auch 1981) über einen 6jährigen Zeitraum wurde unter Berücksichtigung der Beobachtungsdichte/Jahr (1, 2 oder 4 Exkursionen) in phänologischen Arten/Areal-Kurven dargestellt. Aus den hier herausgegriffenen Daten (vgl. Tab. 21a, die Artenzahlen *s* sind %-Werte der höchsten Artenzahl, die nach 6 Jahren bei 4 Exkursionen/Jahr gefunden und als 100 % gesetzt ist) wurde die Graphik 26a erstellt und parallel dazu die Hanes-Transformationen der drei Einfachen Arten/Areal-Kurven (vgl. Abb. 26b). In der Hanes-Graphik fällt die sehr enge Lage der Meßwerte um die Regressionsgerade auf, was für einen sehr gut hyperbolisch angepaßten Kurvenverlauf der drei Arten/Areal-Kurven spricht, deren Kenn-Konstanten folgen:

1 Exkursion/Jahr: Rz1 = 155 Arten, Mz1 = 4,7 Jahre, Dz1 = 33 Arten/Jahr;  
 2 Exkursionen/Jahr: Rz2 = 132 Arten, Mz2 = 2,6 Jahre, Dz2 = 51 Arten/Jahr;  
 4 Exkursionen/Jahr: Rz4 = 126 Arten, Mz4 = 1,5 Jahre, Dz4 = 84 Arten/Jahr.

**Tabelle 21a:** Datentabelle zu Abb. 16a,b, 21a,b; Daten aus Table IV in ARNOLDS (1992). Relative Pilzartenzahlen der Jahrsplots bei unterschiedlicher Beobachtungsdichte im Herbstaspekt von Grasland-Gesellschaften

Exk./ Jahr e	Relative kumulierte Artenzahlen im Jahr Nr.												
	1		2		3		4		5		6		
s	e/s	s	e/s	s	e/s	s	e/s	s	e/s	s	e/s	s	e/s
1	28	0,0357	45	0,0222	60	0,0167	72	0,0139	80	0,0125	87	0,0115	
2	40	0,0500	55	0,0364	70	0,0286	80	0,0250	87	0,0230	94	0,0213	
4	50	0,0800	70	0,0571	85	0,0471	92	0,0435	97	0,0412	100	0,0400	

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt interpretieren: Bei nur einer Exkursion pro Jahr steigt durch die unterschiedliche Phänologie der Pilze - je nach Jahreswitterung - die Zahl "neuer"

**Abbildung 26:** A) Arten/Areal-Kurven für Großpilze des Herbstaspektes in Grasland-Gesellschaften während eines 6jährigen Beobachtungszeitraumes in Abhängigkeit von der Beobachtungsdichte; Daten aus Table IV in ARNOLDS 1992 (nach ARNOLDS 1981):

a) Einfache Arten/Areal-Kurven in der Form Arten/Anzahl der Beobachtungsjahre für drei verschiedene Beobachtungsdichten im Jahr (1, 2, bzw. 4 Aufnahmetermine pro Jahr)

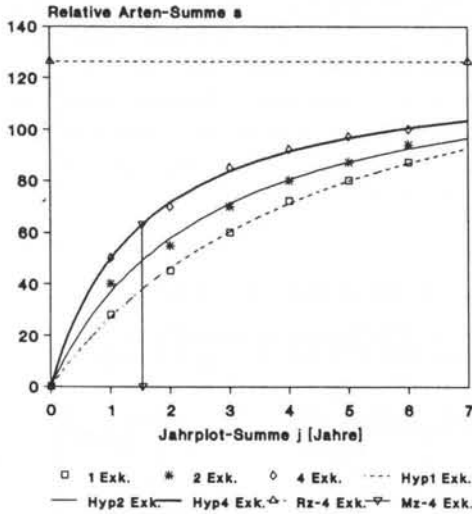
b) Hanes-Transformation von a)

B) Arten/Areal-Kurven für Großpilze in einem holländischen Eichenwald (*Dicrano-Quercetum*) für einen 4jährigen Beobachtungszeitraum in Abhängigkeit von der Anzahl der Beobachtungsjahre; Daten aus JANSEN (1984):

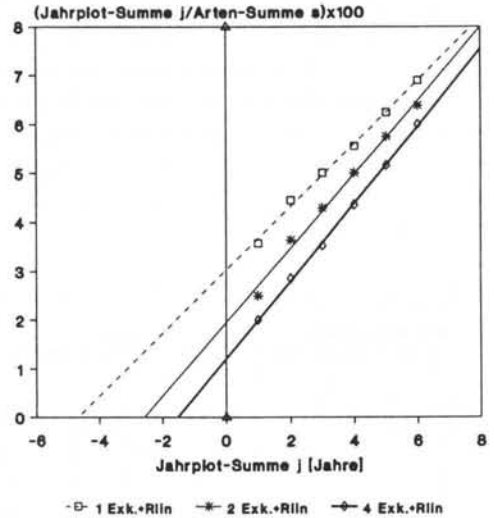
c) Einfache Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Anzahl der Beobachtungsjahre

d) Hanes-Transformation von c)

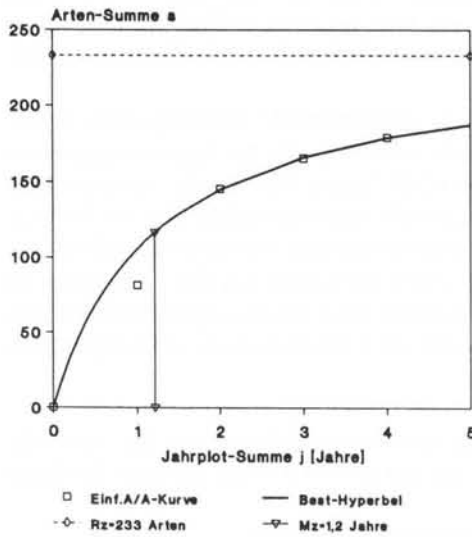
a) Großpilz-Arten/Areal-Kurven, Jahrplot  
Herbstaaspekt-Beob.Dichte: 1,2,4 Exkurs.  
ARNOLDS 1981



b) Großpilz-Arten/Areal-Kurven, Jahrplot  
Herbstaaspekt-Beob.Dichte: 1,2,4 Exkurs.  
ARNOLDS 1981; Hanes-Transformationen



c) Pilzarten/Areal-Kurve, Jahrplot  
JANSEN 1984, Dicrano-Quercetum, NL



d) Pilzarten/Areal-Kurve, Jahrplot  
JANSEN 1984, Dicrano-Quercetum, NL  
Hanes-Transformation

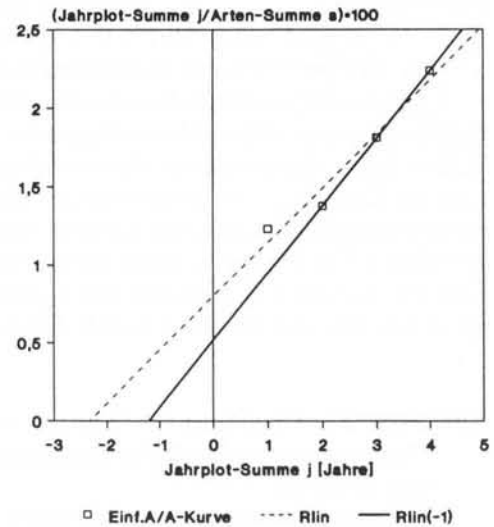


Abb. 26

Arten pro Jahr stärker an, obwohl einige der Pilzarten des zweiten Jahres evtl. zu einem anderen Zeitpunkt im ersten Jahr fruktifiziert haben und macht sich in besonders hohen, aber nicht realistischen Rz1- und Mz1-Werten bemerkbar. Die Werte beider genannter Parameter werden mit zunehmender Beobachtungsdichte/Jahr niedriger, während die Arten-Densität Dz deutlich ansteigt.

Mit zunehmender Beobachtungsdichte pro Jahr wird die Wahrscheinlichkeit, bestimmte Arten **nicht** zu beobachten, immer geringer und bei "unendlich dichter" Beobachtung im Jahr werden schließlich alle in einem Jahr fruktifizierenden Pilzarten nachgewiesen, unabhängig, wann sie im Jahreslauf erscheinen. Die in Folge-Jahren kumulativ hinzutretenden Arten sind dann wirklich nur noch diejenigen, die **nicht** im ersten Jahr fruktifiziert haben usw.. D.h. der Trend der abnehmenden Rz- und Mz-Werte müßte sich mit zunehmender Beobachtungsdichte weiter fortsetzen, bis schlußendlich jeweils ein Grenzwert RRz bzw. MMz bei "unendlich dichter Beobachtung" erreicht wird, der die tatsächlichen Verhältnisse exakt widerspiegelt. Dies sei an obigem Beispiel in Abb. 27a,b,c,d gezeigt, wobei die relevanten Daten in Tabelle 21b zusammengestellt sind.

**Tabelle 21b:** Daten zur Abb. 27a,b,c,d, aus den Ergebnissen in Abb. 26a,b entnommen

Exkursionszahl pro Jahr e	Durch Arten/Areal-Kurven über den 6-Jahres-Zeitraum ermittelt			
	Rz [Artenzahl]	(e/Rz) * 1000	Mz [Jahre]	e/Mz
1	154,847	6,458	4,686	0,2134
2	132,275	15,120	2,574	0,7770
4	126,295	31,672	1,528	2,6178

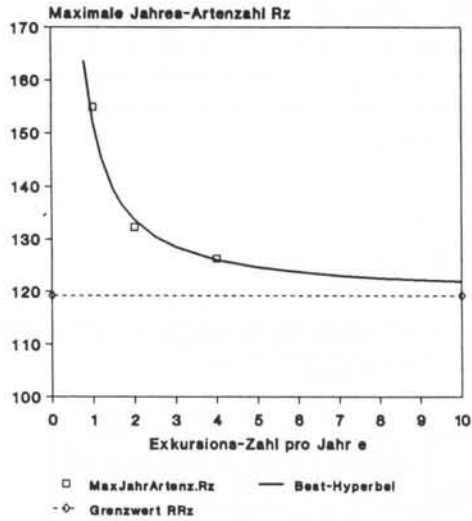
Aus Abb. 27a ist ersichtlich, daß Rz mit zunehmender Beobachtungsdichte/Jahr sublinear abnimmt - der Kurvenverlauf im experimentellen Bereich deutet auf eine Hyperbel. Die Auftragung der Werte im Hanes-Diagramm (Abb. 27b) bestätigt dies eindrucksvoll, da die Werte fast exakt auf der Regressionsgeraden liegen, aus deren Verlauf der Wert RRz als Grenzwert (=Asymptote) zu 119,256 Arten errechnet werden kann. Dies bedeutet, daß bei unendlich dichter Beobachtung pro Jahr über eine langjährige Beobachtungsdauer in den Grasland-Gesellschaften maximal 119 Arten zu erwarten sind.

Gleichermaßen wird mit den sublinear abnehmenden Werten für Mz verfahren (Abb. 27c,d). Hierbei zeigt sich, daß im Hanes-Diagramm die Werte weiter von der der Regressionsgeraden entfernt liegen, der errechnete Wert für MMz beträgt 1,2215 Jahre. Eine zweite, sicherere Methode zur Ermittlung von MMz sei anschließend vorgestellt. Alle Artenzahlen Rz1 bis Rz6 folgen grundsätzlich der gleichen Langzeit-Hyperbelfunktion mit dem vorher ermittelten Grenzwert RRz = 119,256 Arten. Diese Werte wurden für jedes der 6 Jahre aus den Artenzahlen im Falle von 1, 2 und 4 Exkursionen über hyperbolische Arten/Areal-Kurven eigens ermittelt (Daten in Tab. 21a, nur für Jahr 1 in Abb. 16a,b dargestellt, die anderen Kurven nicht abgebildet),

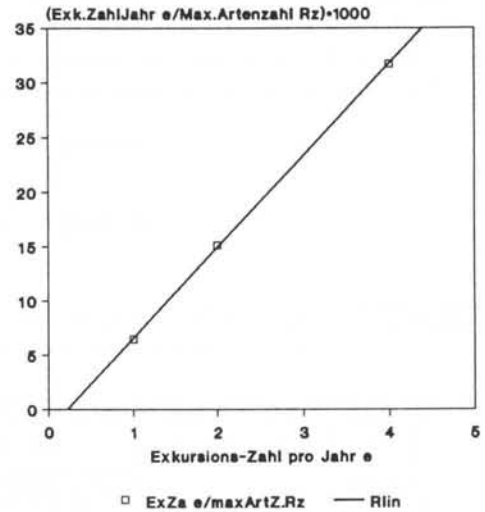
**Abbildung 27:** Ermittlung von RRz und MMz aus den Kurvenverläufen von Rz- bzw. Mz-Werten bei unterschiedlicher Beobachtungsdichte pro Jahr (= e) - aus 6jähriger Beobachtung errechnet

- a) Agaricales-Jahresartenzahl Rz gegen Exkursionszahl e pro Jahr
- b) Hanes-Transformation von a)
- c) Halbwerts-Exkursionszahl Mz gegen Exkursionszahl e pro Jahr
- d) Hanes-Transformationen von c)

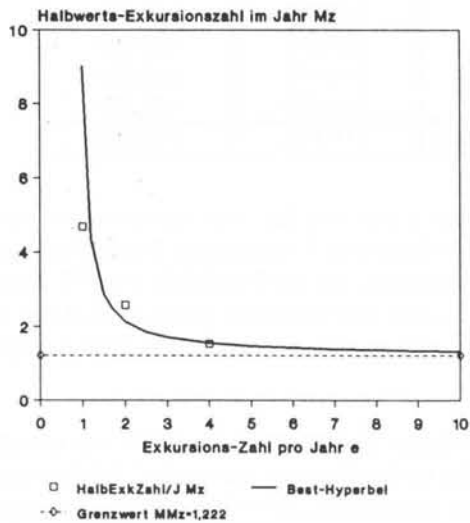
a) Agaricales-Arten/ExkursZahl pro Jahr  
Daten aus ARNOLDS 1992; über 6 Jahre



b) Agaricales-Arten/ExkursZahl pro Jahr  
Daten aus ARNOLDS 1992; über 6 Jahre  
Hanes-Transformation



c) HalbwertsExkursZ/ExkursZahl pro Jahr  
Daten aus ARNOLDS 1992; über 6 Jahre



d) HalbwertsExkursZ/ExkursZahl pro Jahr  
Daten aus ARNOLDS 1992; über 6 Jahre  
Hanes-Transformation

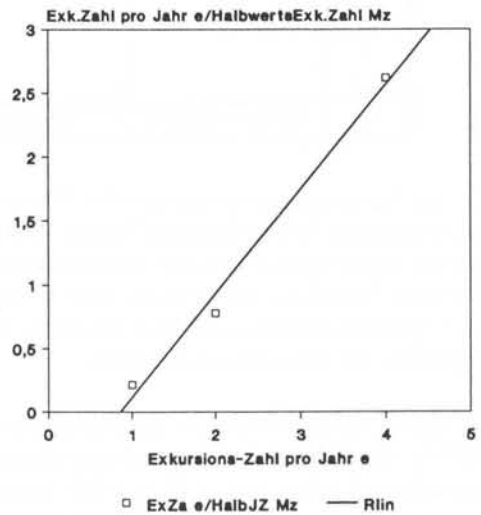


Abb. 27

die in jedem Fall hervorragende, auf die Hyperbelfunktion passende Datenlagen in den Hanes-Graphiken aufwiesen. Nun kann man umgekehrt aus den Rz-Werten und dem RRz-Wert über die umgestellte Hyperbelfunktion (Gleichung 6) die Werte für den Parameter Mz errechnen; die Werte sind in Tab. 21, Kolonne 2 aufgeführt.

$$\text{Gleichung 6: } Mz = \frac{119,256 \cdot j}{Rz} - j$$

Der aus den 6 Mz-Werten errechnete Mittelwert MMz beträgt nach dieser Methode 0,6975 Jahre, mit einer Standardabweichung von 10 %. Um die Güte beider verschiedenen MMz-Werte zu überprüfen, wurden sie, zusammen mit RRz = 119,256, in die Hyperbelfunktion zur Errechnung der Rz-Werte für jedes der 6 Jahre eingesetzt (Gleichung 7 bzw. Gleichung 8):

$$\text{Gleichung 7: } Rz = \frac{119,256 \cdot j}{1,2215 + j}$$

$$\text{Gleichung 8: } Rz = \frac{119,256 \cdot j}{0,76459 + j}$$

**Tabelle 21c:** Gegenüberstellung der maximalen Artenzahlen/Jahr bei unendlich großer Beobachtungsdichte und variablen Beobachtungsjahre-Plots

Jahre j	Mz, err. aus Gleichung 6	Rz err. aus Daten in Tab. 21a über Hanes-Graphik	Rz err. über Gleichung 8 mit MMz=0,6975	Rz err. über Gleichung 7 mit MMz=1,2215
1	0,7646	Rz1 = 67,583	70,254	53,683
2	0,7310	Rz2 = 87,336	88,420	74,038
3	0,5801	Rz3 = 99,933	96,759	84,749
4	0,6637	Rz4 = 102,284	101,548	91,358
5	0,6647	Rz5 = 105,263	104,656	95,842
6	0,7809	Rz6 = 105,522	106,836	99,084
7			108,450	101,538
8			109,692	103,459
9			110,678	105,005
10			111,480	106,275
∞	MMz = 0,6975	Grenzwert RRz:	119,256	119,256

Ein Vergleich der errechneten Rz-Werte (Kolonne 4 und 5 in Tab. 21c) mit den schon vorher erhaltenen Daten (Kolonne 3) zeigt, daß die über Gleichung 7 bestimmten Werte besonders gut mit denjenigen in Kolonne 3 harmonieren. Dies bedeutet, daß der Wert MMz = 0,6975 Jahre die beste Näherung darstellt, d.h. nach weniger als einem Jahr intensiver Arten-Aufnahmen in vorliegendem Gebiet sind schon die Hälfte aller der nach unendlich vielen Jahren maximal auftretenden 119 Pilzarten nachweisbar.

Ein weiteres Beispiel für längerjährige pilzfloristische Untersuchungen stammt von JANSEN (1984), worin Großpilze holländischer Eichenwälder im Spätsommer und Herbst (2-3 Exkursionen/Jahr) 4 Jahre lang in Plots erfaßt wurden. Die herausgegriffenen Daten für das *Dicrano-Quercetum* sind, einschließlich ihrer Hanes-Transformationen, in Abb. 26c,d dargestellt. Im Hanes-Diagramm fällt der Wert für das erste Untersuchungsjahr heraus, die anderen drei liegen exakt auf einer Geraden, die zu einer Hyperbelfunktion mit den Kenn-Konstanten Rz4= 233 Arten und Mz4 = 1,2 Jahre gehört.

#### 4.12 Statistische Arten/Areal-Kurven eines Gebietes im Vergleich zu derjenigen eines Teilgebietes

Ist ein Gebiet aus verschiedenen, definierten Pflanzengesellschaften zusammengesetzt oder auch aus deutlich unterschiedlichen Altersstufen einer Gesellschaft, so sollten die distributiven Arten/Areal-Kurven der Einzelgesellschaften oder Altersstufen von der Arten/Areal-Kurve des Gesamtgebietes mehr oder weniger deutlich abweichen. Eine eigene pilzfloristische Aufnahme vom 1.11.1992 im Mühlenwald/Sitterswald soll diesbezüglich als Beispiel dienen. Die Aufnahme wurde in unterschiedlich langen Zeitplots durchgeführt (Daten in Tab. 22 im Tabellenanhang), deren statistische Aufarbeitungen über Rot10- bzw. Rot5-Bearbeitungen zu Arten/Areal-Kurven führten (Abb. 27a,c), deren Hanes-Transformationen (Abb. 27b,d) eine gute Lage der Punkte um die Regressionsgeraden zeigen - mit Ausnahme derjenigen bei kurzen Exkursionsdauerplots. In Abb. 28a,b ist für das Gesamtgebiet die hyperbolische Statistische Arten/Areal-Kurve (Rot10) dargestellt, welche die Kenn-Konstanten  $R_d = 137$  Arten,  $M_d = 125 \text{ min} \equiv 6963 \text{ m}^2$  und  $D_d = 2,0$  Arten/100  $\text{m}^2$  aufweist.

Die Statistische Arten/Areal-Kurve für das Teilgebiet mit jüngerem Rotbuchen-Laub/Nadel-Mischwald am unteren Hangabschnitt des Mühlenwaldes, aus den Zeitplots Nr. III, IV, V, VI und VII (vgl. Tab. 22) als Rot5 erstellt, weist demgegenüber folgende Kenn-Konstanten auf:  $R_d = 104$  Arten,  $M_d = 78 \text{ min} \equiv 4345 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 2,4$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Das Teilgebiet zeigt also niedrigere  $R_d$ - und  $M_d$ -Werte, jedoch eine höhere Arten-Densität  $D_d$ .

Zur Fragestellung in diesem Abschnitt können auch noch die eigenen Aufnahmen im St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken herangezogen werden. Die hyperbolische Statistische Arten/Areal-Kurve des Gesamtgebietes (vgl. Abb. 19c,d) wies am 17./18.9.1998 folgende Kenn-Konstanten auf:  $R_d = 286$  Arten,  $M_d = 263 \text{ min} \equiv 14649 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 2,0$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Ein kleines Teilstück dieses Gebietes, die "Mathe-Wiese", zeigte hingegen in der gleichen Jahreszeit am 8.10.1992 eine hyperbolische Statistische Arten/Areal-Kurve mit den Kenn-Konstanten  $R_d = 102$  Arten,  $M_d = 140 \text{ min} \equiv 7798 \text{ m}^2$ ,  $D_d = 1,3$  Arten/100  $\text{m}^2$ . Auch hier weist das Teilgebiet deutlich geringere  $R_d$ -,  $M_d$ - und  $D_d$ -Werte auf, jedoch ist ein direkter Vergleich wegen der unterschiedlichen Aufnahme-Zeiten auch in verschiedenen Jahren nur mit Vorbehalt möglich.

#### 4.13 Statistische Arten/Areal-Kurven bei Beteiligung von einem und mehreren Beobachtern im Vergleich

Wenn bei einer Exkursion die Anzahl der Beobachter zunimmt, welche nicht-überschneidende Flächen des gleichen Gebietes aufnehmen, steigt die Pilzarten-Summe pro Exkursionsdauer-Zeitpunkt gegenüber derjenigen bei einem Beobachter an. Setzt man voraus, daß alle zusätzlichen Beobachter die gleichen Beobachtungs-Flächengeschwindigkeiten und gleiche Beobachtungsintensität wie der erste befolgen, und daß sie die gleichen Gebietsflächen besuchen, die der erste Beobachter in späteren Exkursionsdauer-Zeiträumen besuchen wird, so ergeben sich die in Abb. 29d dargestellten Arten/Exkursionsdauer-Kurven im Falle verschiedener Anzahl von Beobachtern bzw. die in Tab. 23 dafür zusammengestellten Daten. Im betrachteten Beispiel bleibt  $R = 100$  Arten für das Gebiet konstant. Beobachtet ein Teilnehmer z.B. in einem 40 min-Plot 23 Arten, so beobachten 4 Teilnehmer in je einem 40 min-Plot zusammen so viele Arten, wie ein Teilnehmer in  $4 \times 40$  min-Plots = 160 min. Der Parameter  $M$  ändert sich im Falle von 4 Beobachtern auf  $M_4 = 1/4 M_1$  im Vergleich zu einem Beobachter mit  $M = M_1$ .

In der Praxis ist es aber so, daß die Aufnahmetechnik von Beobachter zu Beobachter unterschiedlich ist. Deshalb sind aus Arten/Areal-Kurven, die mit mehr als einem Beobachter erstellt wurden, die  $R$ -Werte zwar sicher ermittelbar, nicht jedoch die  $M$ - und  $D$ -Werte.

**Tabelle 23:** Arten/Exkursionsdauer-Kurven auf der Basis der Hyperbelfunktion für verschiedene Zahl von Beobachtern (vgl. Abb. 28) bei einer Exkursion. Einige Artenzahl-/Zeitdauer-Wertepaare zum Vergleich der Arten-Erfassungs-Vollständigkeit (in % der Arten-Diversität  $R = 100$  Arten;  $M$  bei 1 Person = 120 min; Artenzahlen auf ganze Zahlen gerundet)

Zeitdauer [min]	Pilzarten-Summe $s$ bei Beobachterzahl von $n =$						
	1	2	3	4	5	10	20
5	4	8	11	14	17	29	45
10	8	14	20	25	29	45	63
30	20	33	43	50	56	71	83
60	33	50	60	67	71	83	91
120	50	67	75	80	83	91	95
200	63	77	83	87	89	94	97

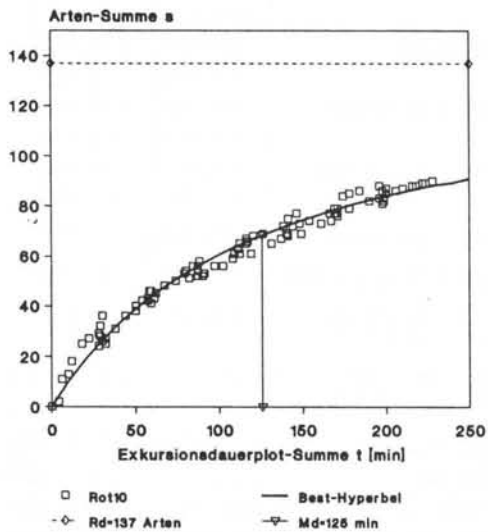
Als praktisches Beispiel sei die pilzfloristische Aufnahme vom 9.10.1994 im Nassen Wald betrachtet. Die Agaricales-Arten wurden in 9 Zeitplots à 30 min von einem Beobachter (JAS) aufgenommen. Die daraus über die Rot9-Statistik gewonnene Statistische Arten/Areal-Kurve ist in Abb. 29c dargestellt, wobei die sehr gute, enge Lage der Punkte um die Regressionsgerade im Hanes-Diagramm (vgl. Abb. 18b) für eine fast ideale hyperbolische Arten/Areal-Kurve spricht, welche die Kenn-Konstanten  $Rd = 270$  Arten,  $Md = 136$  min  $\equiv 7575$  m<sup>2</sup> und  $Dd = 3,6$  Arten/100 m<sup>2</sup> aufweist.

Es soll angenommen werden, 3 Beobachter hätten die Flächen der 9 Zeitplots begangen und zwar der erste Nr. I, dann II, dann III, der zweite Nr. IV, V und VI und der dritte Nr. VII, VIII, IX. Jeder der drei Beobachter hätte also insgesamt 3 Zeitplots bearbeitet. Für die summarische Arten/Areal-Kurve bei 3 Beobachtern (Abb. 29a,b,c) müssen also für den ersten 30 min Zeitplot die Ergebnisse von Plot I, IV und VII kumuliert werden. Dazu kommen dann in den zweiten 30 min die Ergebnisse von Plot II, V und VIII und in den dritten 30 min die Ergebnisse von Plot III, VI und IX. Die Hanes-Transformation der Rot9 in Abb. 30a bzw. 18a,b zeigt trotz der guten Lage der Mittelwerte um die Best-Gerade, daß diese einer leicht gekrümmten Kurve folgen. Deshalb ist die hierdurch gelegte Regressionsgerade eine Sekante mit der höchsten Steigung und den niedrigsten  $R$ - und  $M$ -Werten (Fall Nr. 1 in Tab. 24, vgl. Abb. 18b) gegenüber den beiden anderen Geraden. Legt man die Regressionsgerade ohne Berücksichtigung der Werte unter 90 min (Fall 2), so steigen die Werte beider Parameter, berücksichtigt die Regression nur noch die Werte ab 120 min aufwärts, so werden die höchsten Parameterwerte erhalten. Die Graphiken hierzu sind in Abb. 29a,b,c abgebildet, die Kenn-Konstanten der Best-Hyperbeln in Tab. 25 zusammengestellt.

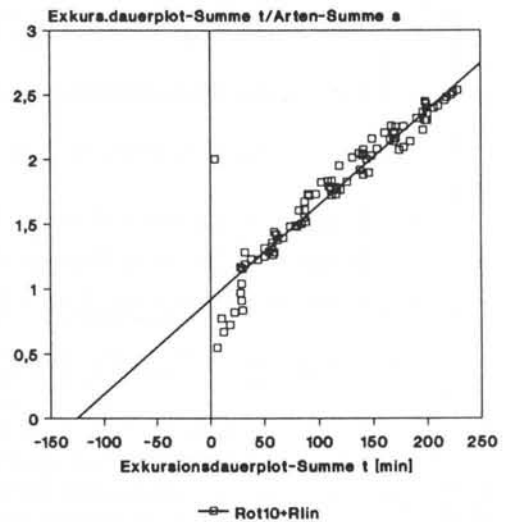
**Abbildung 28:** Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Mühlenwald/Sitterswald am 1.11.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 22:  
a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot10 von 10 verschieden langen Zeitplots im gesamten Waldbereich mit Jung- und Alt-Beständen  
b) Hanes-Transformation von a)  
c) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Rot5 der 5 verschieden langen Zeitplots Nr. III, IV, V, VI und VII im Bereich des Rotbuchen-Stangenwaldes als Teil des Waldbereichs  
d) Hanes-Transformationen von c)



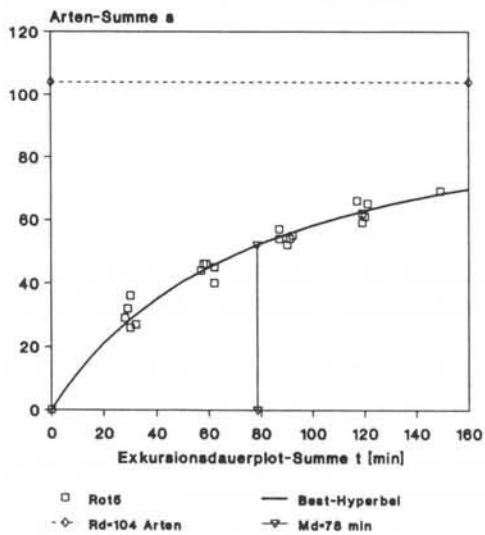
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
1.11.1992 Mühlenwald gesamt; JAS



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
1.11.1992 Mühlenwald gesamt; JAS  
Hanes-Transformation



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
1.11.1992 Mühlenwald jung; JAS



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
1.11.1992 Mühlenwald jung; JAS; Hanes-T.

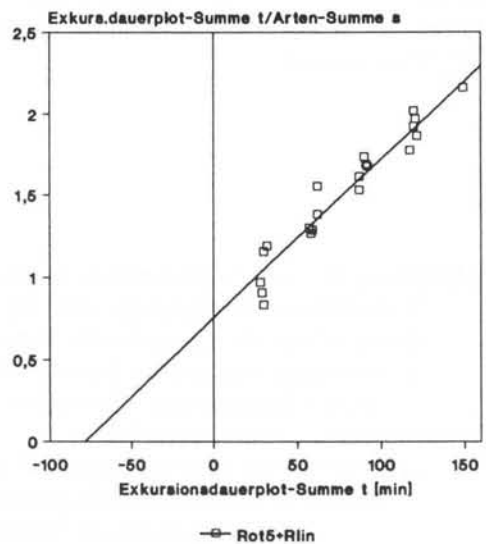


Abb. 28

**Tabelle 24:** Konstanten R und M der Best-Hyperbeln von Statistischen Arten/Areal-Kurven für Pilze im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994 unter verschiedenen Bedingungen und einer Fehlerbetrachtung für  $a/s \pm 0,001$  ( $\equiv$  etwa 1 ‰), zu Abb. 29 und 30

Fall Nr.	Bedingungen	R [Arten]	M [min]
1	Rot9; 30 min-Plots, Plotfolge I bis IX, alle Werte:	269,663 $\pm 0,606$	136,112 $\pm 0,643$
2	Rot9; 30 min-Plots, Plotfolge I bis IX, Werte ab 90 min:	290,323 $\pm 0,937$	162,290 $\pm 1,104$
3	Rot9; 30 min-Plots, Plotfolge I bis IX, Werte ab 120 min:	300,601 $\pm 1,205$	179,020 $\pm 1,487$
4	Komb3A; 90 min-Plots, Plotfolge I* bis III*, alle Werte:	283,465	151,795
5	Komb3B; 90 min-Plots, Plotfolge I** bis III***, alle Werte:	294,118	167,059
6	Komb3AB; 90 min-Plots, Summe Komb3A + Komb3B:	289,855	160,435

Werden anstatt der 30 min-Plots jeweils 3 Plots zu einem 90 min-Plot zusammengefaßt (Fälle 4, 5 und 6 in Tab. 24), so ergeben sich Statistische Arten/Areal-Kurven - bedingt durch die schon angesprochene, leicht gekrümmte Lage der Mittelwert-Daten - mit R- und M-Werten, die untereinander gut harmonisieren und auch mit denjenigen der Fälle 2 und 3. Nur Fall 1 fällt deutlich aus der Schar der Arten/Areal-Kurven heraus. An diesem Beispiel wird wieder deutlich, daß vor allem Werte aus der Größen-Umgebung von M besonders wichtig für die optimale Ermittlung von Kenn-Konstanten für die Besthyperbeln von Arten/Areal-Kurven sind.

Am Beispiel Falkau (Abb. 19a,b) ist eine Statistische Arten/Areal-Kurve dargestellt, die von 4 Personen aufgenommen wurde. Der Wert  $R_d = 97$  Arten wäre auch bei einem Beobachter der erwartete Grenzwert, jedoch würde sich bei der pilzfloristischen Aufnahme mit nur einer Person der  $M_d$ -Wert von 5894 m<sup>2</sup> auf das 4fache erhöhen, während sich der  $D_d$ -Wert auf 1/4 erniedrigen würde.

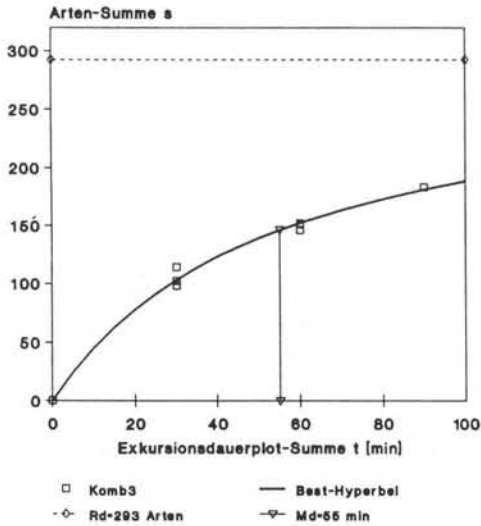
**Abbildung 29:** A) Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer; Aufnahme: J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 10, vgl. auch Abb. 18a,b:

- a) Statistische Arten/Areal-Kurve in der Form Arten/Exkursionsdauer als Komb3 für jeweils 3 Zeitplots und 3 Beobachter
- b) Hanes-Transformation von a)
- c) Vergleich der Best-Hyperbeln der Statistischen Arten/Areal-Kurven aus a) und b) für einen bzw. 3 Beobachter im gleichen Gebiet zum gleichen Zeitpunkt

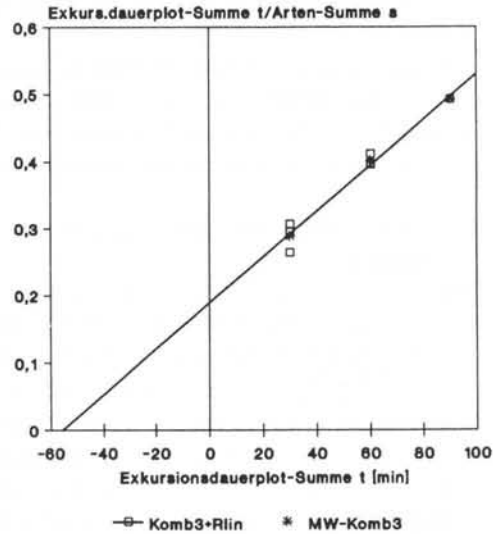
B) Beispiele für die Abhängigkeit der Form von Arten/Areal-Kurven von der Zahl der Beobachter - zugrundeliegende Hyperbel mit  $R = 100$  Arten und  $M_d = 120$  min im Falle eines Beobachters:

- d) Arten/Areal-Kurven in der Form Arten/Exkursionsdauer an Beispielen für 1, 2, 3, 4, 5, 10 und 20 Beobachter zum gleichen Zeitpunkt im gleichen Gebiet

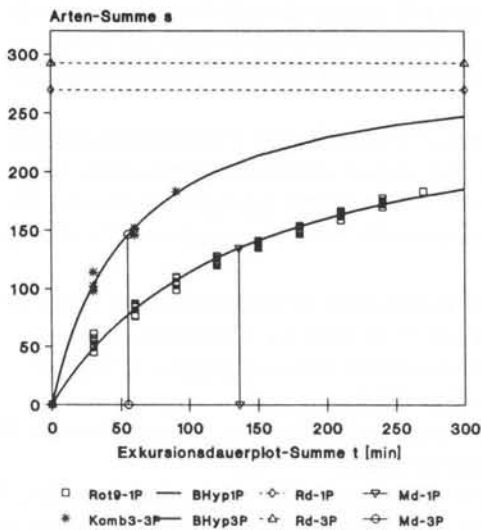
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
9.10.1994 Nasser Wald/Brenschelbach; 3P.



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
9.10.1994 Nasser Wald; 3P.; Hanes-Tr.



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
9.10.1994 Nasser Wald; 1 bzw. 3 Beobach.



d) Pilz-Arten/Areal-Kurven, R= 100 Arten  
verschiedene Zahl von Beobachtern

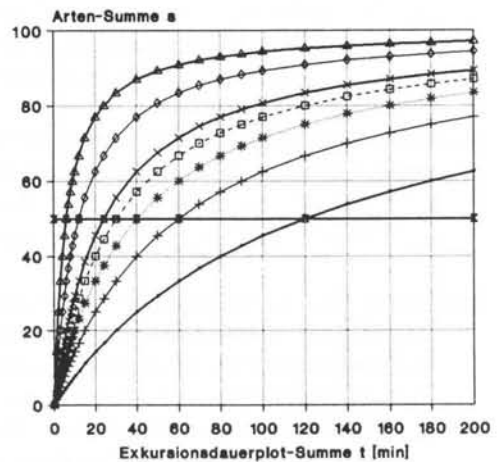


Abb. 29

Der Fall Gackelsberg vom 30.10.1999 (Abb. 22a-d) wurde mit 2 Personen aufgenommen, d.h. der Wert von Rd aus der Statistischen Arten/Areal-Kurve bliebe zwar bei der Aufnahme durch einen Beobachter konstant bei 221 Arten, jedoch würde sich der Wert für Md auf das Doppelte erhöhen, dafür der Wert von Dd auf die Hälfte verringern.

#### 4.14 Zusammenstellung der wichtigsten Daten aller Arten/Areal-Kurven aus vorliegender Arbeit für vergleichende Betrachtungen

In nachstehender Tabelle 25 sind alle wesentlichen Daten zur Kennzeichnung der in vorliegender Arbeit dargestellten und bearbeiteten Arten/Areal-Kurven für Pilze zum Vergleich zusammengestellt. Ein direkter Vergleich von Daten ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die Fälle in Kolonne 2 die gleiche Beobachterzahl und die gleichen d-, j- oder z-Bezeichnung tragen.

##### a) Gleicher Zeitpunkt im gleichen Jahr (gleiche Pilz-Phänologie), bei verschiedenen Gebieten

**Fälle 1-5:** In der zweiten Septemberhälfte des Jahres 1992 zeigen die beiden auf sauren Böden stockenden Gebiete Kappwald und Oberthaler Bruch sehr ähnliche Werte für die Arten-Diversität Rd, das Minimum-Areal Md und die Mittlere Arten-Densität Dd. Die drei folgenden Gebiete über Muschelkalk verhalten sich dagegen unterschiedlich: Der Bettelwald zeigt eine ähnlich hohe Arten-Diversität wie die zwei voranstehenden Gebiete, jedoch ein um 50 % höheres Minimum-Areal Md und dementsprechend niedrigere Mittlere Arten-Densität Dd. Der Fechinger Wald weist demgegenüber mit 204 Arten eine wesentlich geringere Arten-Diversität Rd, auch ein nur etwa halb so großes Minimum-Areal Md und eine vergleichbare Arten-Densität Dd auf. Hierzu im Vergleich bleibt die Arten-Diversität Dd im Mühlenwald derjenigen des Fechinger Waldes vergleichbar, das Minimum-Areal, d.h. die Heterogenität Md sinkt auf 5069 m<sup>2</sup> ab, bei ansteigender Arten-Densität Dd.

**Fälle 14, 15:** Für zwei der voranstehend aufgeführten Gebiete wurden jeweils Anfang November des gleichen Jahres 1992 die Arten/Areal-Kurven erarbeitet. Der an Biotoptypen reiche Fechinger Wald zeigte zu diesem Zeitpunkt mit 191 Arten eine deutlich höhere Arten-Diversität Rd als der Mühlenwald; für beide Gebiete wurden indes fast gleichgroße Minimum-Areale Md ermittelt, was sich in höherer Arten-Densität Dd für den Fechinger Wald auswirkt.

**Fälle 6-9:** Mitte September des Jahres 1995 wurden in 4 verschiedenen Waldgebieten des Saarlandes Arten/Areal-Aufnahmen durchgeführt. Die daraus erstellten Statistischen Arten/Areal-Kurven unterscheiden sich in allen drei Kenn-Konstanten deutlich voneinander. Bezüglich der Arten-Diversität Rd liegt der Rabenhorst mit 96 Arten an der unteren Grenze,

**Abbildung 30:** A) Hanes-Transformationen der Statistischen Arten/Areal-Kurve Rot9 für Blätterpilze im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer in 30min-Zeitplots unter verschiedenen Voraussetzungen; Aufnahme J.A. SCHMITT, Daten in Tab. 10, vgl. auch Abb. 18a,b:

a) - Berücksichtigung aller Werte; - Berücksichtigung der Werte ab Exkursionsdauer 90 min; - Berücksichtigung der Werte ab Exkursionsdauer 120 min

B) Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze obiger Aufnahme aus 3 Summenplots (je aus drei 30min-Plots in Tab. 10 gebildet) von je 90 min als Komb3 in Hanes-Transformation:

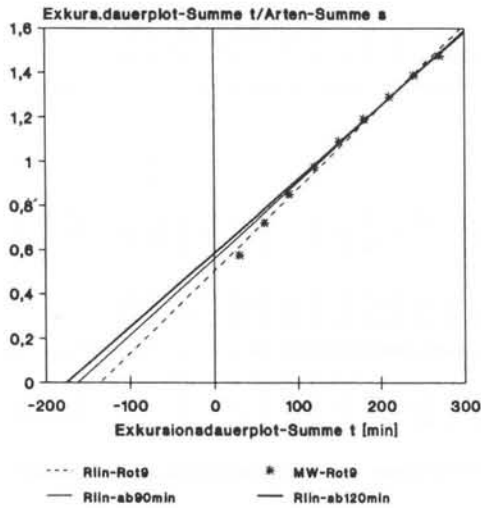
b) Summenplots: I\* = I + II + III, II\* = IV + V + VI, III\* = VII + VIII + IX; Komb3A

c) Summenplots: I\*\* = I + IV + VII, II\*\* = II + V + VIII, III\*\* = III + VI + IX;

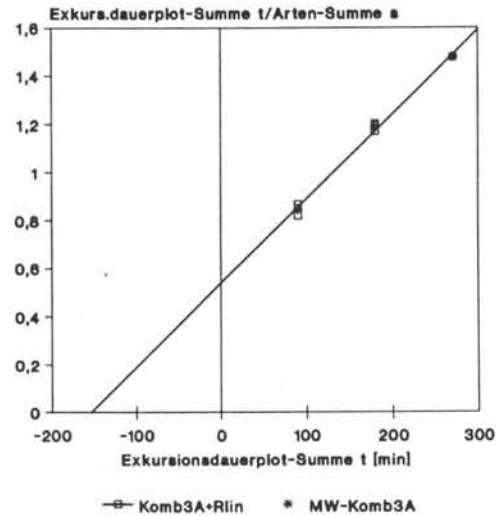
Komb3B

d) Komb3AB als Summe von Komb3A und Komb3B

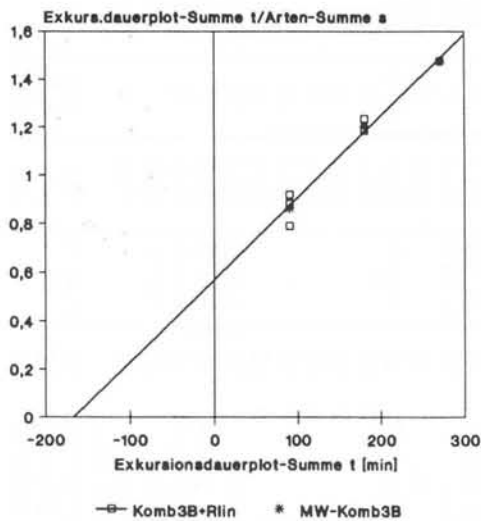
a) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
 9.10.1994 Nasser Wald; JAS; Hanes-Tr.  
 30min-Plots, verschied. Voraussetzungen



b) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
 9.10.1994 Nasser Wald; JAS; Hanes-Tr.  
 90min-Summenplots, Bed.: Komb3A



c) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
 9.10.1994 Nasser Wald; JAS; Hanes-Tr.  
 90min-Summenplots, Bed.: Komb3B



d) Agaricales-Arten/Areal-Kurve, ExDauer  
 9.10.1994 Nasser Wald; JAS; Hanes-Tr.  
 90min-Summenplots, Komb3A+Komb3B

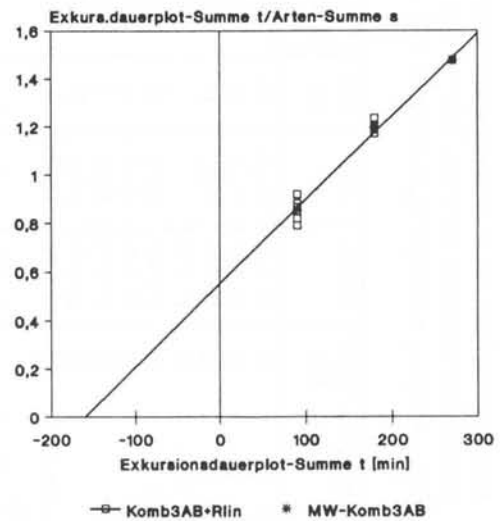


Abb. 30

**Tabelle 25:** Zusammenstellung der wichtigsten Daten aller Arten/Areal-Kurven für Pilze, die in vorliegender Arbeit vorgestellt und bearbeitet wurden, mit Hinweisen zu Daten-Tabellen und Abbildungen. - S = Statistische, E = Einfache Arten/Areal-Kurve; Aufnahmetyp: d = Tag, j = Jahr, z = mehrjährig; Kolonne 6, 8, 9: fett = exper. Bed.; Kolonne 6: Pr. = Probenzahl

Fall Nr.	Aufnahme- gebiet	Pers. Zahl.	Aufn. Typ	Datum	Abb. Nr.	Tab. Nr.	Untersuchter Teilbereich			Arten-Div. R [Arten]	Minimum-Areal M			Mittlere Arten-Densität D		
							t [min]	a [m <sup>2</sup> ]	Sonst.		t [min]	a [m <sup>2</sup> ]	Sonst.	min	100 m <sup>2</sup>	Sonst.
1 S	Kappwald		1d	24.9.92	21c,d	16	<b>192</b>	<b>10694</b>		314	<b>167</b>	<b>9302</b>	<b>1,9</b>	<b>3,4</b>		
2 S	Oberthal		1d	24.9.92	21a,b	15	<b>150</b>	<b>8355</b>		306	<b>182</b>	<b>10137</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>		
3 S	Bettelwald		1d	16.9.92	20b,c	14	<b>120</b>	<b>6684</b>		294	<b>269</b>	<b>14983</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>		
4 S	Fechinger Wald		1d	17.9.92	-	-	<b>120</b>	<b>6684</b>		204	<b>156</b>	<b>8689</b>	<b>1,3</b>	<b>2,3</b>		
5 S	Mühlenwald		1d	27.9.92	23a-d	18	<b>102</b>	<b>5681</b>		186	<b>91</b>	<b>5069</b>	<b>2,0</b>	<b>3,7</b>		
6 S	Rabenhorst		1d	15.9.95	18c,d	11	<b>90</b>	<b>5013</b>		96	<b>56</b>	<b>3119</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>		
7 S	Kappwald		1d	17.9.95	24a,b	19	<b>205</b>	<b>11419</b>		271	<b>217</b>	<b>12282</b>	<b>1,3</b>	<b>2,2</b>		
8 S	Halberg		1d	21.9.95	24c,d	20	<b>189</b>	<b>10527</b>		146	<b>79</b>	<b>4471</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>		
9 S	Fechinger Wald St. Johann, "Mathe-Wiese"		1d	5.9.95	17a,b	9	<b>210</b>	<b>11697</b>		201	<b>266</b>	<b>14816</b>	<b>0,8</b>	<b>1,8</b>		
	" "		1d	8.10.92	8a,b	6a,b	<b>44</b>	<b>2450</b>		94	<b>127</b>	<b>7074</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>		
	" "		1d	"	8a,b	6a,b	<b>44</b>	<b>2450</b>		102	<b>140</b>	<b>7798</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>		
11 S	St. Johann, gesamt		1d	17.9.98	19c,d	12	<b>151</b>	<b>8411</b>		286	<b>263</b>	<b>14649</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>		
12 S	Gackelsberg		2d	30.10.99	22a-d	17	<b>201</b>	<b>(11196)</b> x 2		190	<b>104</b>	<b>(5792)</b> x 2	<b>1,8</b>	<b>3,3</b>		
	" err.		1d	"	22a-d	17	<b>402</b>	<b>22392</b>		190	<b>208</b>	<b>11584</b>	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>		
13 S	Nasser Wald, Fall 1		1d	9.10.94	18a,b	10, 24	<b>270</b>	<b>15039</b>		270	<b>136</b>	<b>7575</b>	<b>2,0</b>	<b>3,6</b>		
	" " 2		1d	"	29a-c	24	"	"		290	<b>162</b>	<b>9023</b>	<b>1,8</b>	<b>3,2</b>		
	" " 3		1d	"	30a-c	24	"	"		300	<b>179</b>	<b>9970</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>		
	" " 4		1d	"	30a-c	24	"	"		283	<b>152</b>	<b>8466</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>		
	" " 5		1d	"	30a-c	24	"	"		294	<b>167</b>	<b>9302</b>	<b>1,8</b>	<b>3,2</b>		
	" " 6		1d	"	30a-c	24	"	"		289	<b>160</b>	<b>8912</b>	<b>1,8</b>	<b>3,2</b>		
14 S	Fechinger Wald		1d	4.11.92	20a,b	13	<b>111</b>	<b>6183</b>		191	<b>129</b>	<b>7185</b>	<b>1,5</b>	<b>2,7</b>		
15 S	Mühlenw., gesamt		1d	1.11.92	28a,b	22	<b>228</b>	<b>12700</b>		137	<b>125</b>	<b>6963</b>	<b>1,1</b>	<b>2,0</b>		
	" Jungwald		1d	1.11.92	28a,b	22	<b>149</b>	<b>8299</b>		104	<b>78</b>	<b>4345</b>	<b>1,3</b>	<b>2,4</b>		
16 S	Falkau, 4 Beob.		4d	31.8.91	19a,b	-	<b>181</b>	<b>(10082)</b> x 4		97	<b>106</b>	<b>(5894)</b> x 4	<b>0,9</b>	<b>1,6</b>		
	" err.		1d	"	19a,b	-	<b>724</b>	<b>40327</b>		97	<b>424</b>	<b>23617</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>		
17 S	WINTERHOFF, Düne, 1000er Plot		1d	12.12.73	6a,b	2a,b	-	<b>4000</b>		29	-	<b>1104</b>	-	<b>2,6</b>		
	500er Plot		1d	"	6c,d	3a,b	-	<b>2500</b>		26	-	<b>708</b>	-	<b>3,7</b>		
	125er Plot		1d	"	7a,b	4a,b	-	<b>2125</b>		37	-	<b>1047</b>	-	<b>3,5</b>		

Tabelle 25: Fortsetzung

Fall Nr.	Aufnahme- gebiet	Pers. Zahl	Aufn. Typ	Datum	Abb. Nr.	Tab. Nr.	Untersuchter Teilbereich			Arten-Div. R [Arten]	Minimum-Areal M			Mittlere Arten-Densität D			
							t [min]	a [m <sup>2</sup> ]	Sonst.		t [min]	a [m <sup>2</sup> ]	Sonst.	min	100 m <sup>2</sup>	Sonst.	
18 S	KRIEGLSTEINER		1d	22.9.68	9c,d	-		5000		120	-	92469	-	1,3			
	"		1d	16.9.75	10a,b	-		5000		202	-	8347	-	2,4			
	"		1d	15.10.75	10c,d	-		5000		165	-	12783	-	1,3			
19 S	BÄBLER		1d	19.10.42	14a,b	-		5100		136	-	4850	-	2,8			
20 S	ARNOLDS, Fest/Thy		1d	18.10.76	14c,d	-		420		92	-	702	-	13,1			
21 E	Fechingen JAS		1d	17.10.86	5c,d	-	75	4178		126	95	5292	1,3	2,4			
22 E	BAATH, Bodenpilze		1d	1 Tag	5a,b	-			1150 Pr.	78		308 Pr.					0,3/Probe
23 E	THOEN, Picea, Leuc.		1j	1 Jahr	4c,d	-		6750		71		1511		4,7			
	" Sphag.		1j	1 Jahr	4c,d	-		7200		53		1368		3,9			
24 S	NANTEL, Kanada		1j	1 Jahr	9a,b	-		2000		68		801		8,5			
25 S	BRAUN, Pilze an Stubben																
	3j Fagus sonnig		1j	1972	12,a,b	-			20 Pr.	28		12 Pr.					2,3/Stubben
	3j Fagus schattig		1j	1972	12b,c	-			35 Pr.	40		9 Pr.					4,4/Stubben
	5j Fagus		1j	1972	13a,b	-			45 Pr.	43		15 Pr.					2,9/Stubben
	3+5j Quercus		1j	1972	13c,d	-			50 Pr.	25		10 Pr.					2,5/Stubben
26 E	GULDEN, Nadelwald																
	Hoy.		1z		4a,b	-		2250	3 Jahre	153		394		38,8			
	Gjer.		1z		4a,b	-		2250	3 Jahre	100		322		31,1			
	Schwarzw.		1z		4a,b	-		2250	3 Jahre	80		408		19,6			
27 S	ARNOLDS, Erica		1z	1974-80	25c,d	-			7 Jahre	33		1,4 Jahre					23,6/Jahr
	" Molinia		1z	1974-80	25c,d	-			7 Jahre	33		1,9 Jahre					17,6/Jahr
28 S	ARNOLDS																
	Grasland 4 EX./J.		1z	1974-79	26a,b	-			6 Jahre	126		1,5 Jahre					84/Jahr
29 S	JANSEN, QuercusW.		1z	1979-83	26c,d	-			4 Jahre	233		1,2 Jahre					194/Jahr
30 S	ARNOLDS		1z	1974-79	27a-c	-			6 Jahre	119		1,2 Jahre					99/Jahr
31 S	KOTIRANTA																
	Poriales Finnland		1z	1978-80	-	-		5,2 km <sup>2</sup>		99		54 ha		0,0002			

dann folgt der Halberg, dann der Fechinger Wald und schließlich mit 271, als artenreichstes der vier Gebiete, der Kappwald. Das Minimum-Areal bzw. die Heterogenität Md liegt wiederum beim Rabenhorst mit 3119 m<sup>2</sup> am niedrigsten, dann folgen der Halberg, und dann mit vergleichbar hohen Werten um 14 000 m<sup>2</sup> Kappwald und Fechinger Wald. Die Mittlere Arten-Densität Dd liegt beim Fechinger Wald mit 1,8 Arten/100 m<sup>2</sup> am niedrigsten, dann folgt der Kappwald, während Rabenhorst und Halberg mit Werten von 3,0 bzw. 3,4 an der Spitze liegen.

b) **Ein Gebiet, aufgenommen zu verschiedenen Zeitpunkten im gleichen Jahr oder in verschiedenen Jahren**

**Kappwald** (Fälle 1+7): Die beiden zu vergleichenden Aufnahmen stammen einmal vom 24.9.1992, das andere Mal vom 17.9.1995, also der gleichen Saison in unterschiedlichen Jahren. Die Arten-Diversitätswerte Rd sind mit 314 bzw. 271 Arten nur um 10 % verschieden, jedoch zeigen die Minimum-Arealwerte Md = 9302 bzw. 12 282 m<sup>2</sup> schon größere Abweichungen von rund 30 %. Die Arten-Densitäten sind mit 3,4 bzw. 2,2 Arten/100 m<sup>2</sup> schon um 50 % verschieden.

**Fechinger Wald** (Fälle 4, 9, 14): Die beiden Aufnahmen aus dem gleichen Jahr 1992, einmal am 17.9. zum Ende des Sommers und einmal am 4.11. im letzten Herbsttriertel ergeben vergleichbare Arten-Diversitäten Rd von 204 bzw. 191 Arten (10 % Unterschied). Die Minimum-Areale Md liegen mit 8689 bzw. 7185 m<sup>2</sup> dagegen schon 20 % auseinander, ebenso die Mittleren Arten-Densitäten Dd: 2,3 bzw. 2,7. Vergleicht man die beiden Aufnahmen jeweils im September 1992 und 1995 miteinander, so sind die Arten-Diversitäten Rd mit 204 bzw. 201 Arten fast identisch, jedoch ist die Heterogenität als Minimum-Areal-Wert im Jahre 1992 mit 8689 m<sup>2</sup> fast 70 % geringer als diejenige im Jahre 1995, was auf eine räumlich unterschiedliche Fruktifikation und ein anderes Arten-Spektrum der Pilze in beiden verglichenen Zeiträumen hinweist. Gegenläufig verhalten sich die Mittleren Arten-Densitäten Dd, die mit 1,8 Arten/100 m<sup>2</sup> für 1995 deutlich unter dem Wert von 2,3 für 1992 liegt.

c) **Rd-, Md- und Dd-Werte in verschiedenen Biozönose-Typen**

Rd- und Dd-Wert-Vergleiche über alle dargestellten Arten/Areal-Kurven für Pilze sind nicht sinnvoll, da sie z.T. in weiter auseinanderliegenden Zeiträumen eines Jahres bzw. aus verschiedenen Jahren stammen und durch die Symphänologie der Pilze (vgl. Abschnitt 4.8) schon stark beeinflusst werden. Interessant und vergleichbar sind jedoch die Werte für die Minimum-Areal-Größe Md, die auch ein Maß für die Heterogenität der Gebiete darstellt.

**Wälder:** Die Md-Werte für saarländische Wälder liegen in einem weiten Bereich zwischen 3119 und 14 983 m<sup>2</sup> mit einem Mittelwert von  $9289 \pm 3335$  m<sup>2</sup> (aus 19 Einzelfällen in Tab. 25 errechnet). Dieser Mittelwert ist interessant als Richtwert für die Planung von Aufnahmen von Arten/Areal-Kurven-Daten. Da die Plot-Größen im Bereich M/4 liegen sollten, errechnet sich daraus überschlagsmäßig für die Einzel-Plotgröße ein Richtwert von 2500 m<sup>2</sup>, entsprechend 45 min Exkursionsdauer (bei 1 Beobachter, z.B. JAS, siehe Gleichung 5).

Vergleicht man hierzu Daten aus nicht-saarländischen Wäldern, z.B. aus Württemberg oder der nahen Pfalz (Fälle 18+19), so erhält man folgenden Mittelwert: Md =  $8807 \pm 3259$  m<sup>2</sup> (4 Aufnahmen), der mit demjenigen für saarländische Wälder gut harmonisiert.

**Grasland:** Hier liegen die wenigen bearbeiteten Untersuchungen von WINTERHOFF und ARNOLDS (Fälle 18+20) vor, aus denen sich ein Minimum-Areal-Mittelwert von Md =  $890 \pm 215$  m<sup>2</sup> errechnet. Im Vergleich zu denjenigen für Wälder liegt das Minimum-Areal für Grasland-Biotop also nur bei einem Zehntel des durchschnittlichen Wald-Minimum-Areals, d.h. die Heterogenität der Grasland-Biotop ist, auf Pilze bezogen, um eine Zehnerpotenz niedriger als diejenige der Wälder.



- d) **Arten-Diversitäten  $R_j$ , Minimum-Areale  $M_j$  und Mittlere Arten-Densitäten  $D_j$** , die sich auf integrale Arten/Areal-Kurven verschiedener Gebiete über einen mehr oder weniger großen Zeitraum **eines Jahres** oder auf ein ganzes Jahr beziehen, sind nur dann untereinander sinnvoll vergleichbar, wenn die Aufnahmen auf der gleichen Qualität und Quantität bezüglich Beobachtungszeitraum (innerhalb des Jahres) und Beobachtungsdichte beruhen. Von den in vorliegender Arbeit dargestellten Aufnahmen sind dies - außer den schon in Kapitel 4.6 ausführlich dargestellten Untersuchungen der Pilz-Besiedlung von Gehölz-Stubben (Fall Nr. 25, BRAUN 1975) - nur die Aufnahmen von THOEN (1977) in zwei Typen von Fichtenwäldern (Fall Nr. 23): Der Weißmoos-Typ zeigt mit  $R_j = 71$  Pilzarten eine deutlich höhere Arten-Diversität als der Torfmoos-Typ mit 53 Arten, auch liegt dessen Minimum-Areal mit  $M_j = 1368 \text{ m}^2$  um 10 % unter demjenigen des Weißmoos-Typs. In der Mittleren Arten-Densität  $D_j$  sind die Unterschiede gravierender: 4,7 bzw. 3,9, d.h. ein Unterschied von 20 %.
- e) Die **auf längerjährigen Untersuchungen basierende Arten-Diversitäten  $R_z$ , Minimum-Areale  $M_z$  und Arten-Densitäten  $D_z$**  aus den wenigen, aufgeführten Beispielen entsprechender Arten/Areal-Kurven (Fälle 26-31 ind Tab. 25) sind unter so verschiedenen Untersuchungsbedingungen erhoben worden, daß ein Gesamt-Vergleich nicht sinnvoll ist. Aus den Beispielen lassen sich aber zwei Fälle mit jeweils mehreren untersuchten Gebieten herausgreifen:
- Fall 26:** Drei Nadelwälder in Skandinavien und Mitteleuropa, die nach 3jähriger Beobachtung von  $2250 \text{ m}^2$  (in Plots) Arten/Areal-Kurven mit folgenden Kenn-Konstanten ergaben: Bei allen drei Beispielen lagen die Werte für das Minimum-Areal  $M_z$  um  $400 \text{ m}^2$ , die Arten-Diversitäten  $R_z$  zwischen 80 und 153 Arten und die Mittleren Arten-Densitäten  $D_z$  zwischen 19,6 und 38,8 Arten/100  $\text{m}^2$ . Das im Schwarzwald liegende Untersuchungsgebiet zeigte dabei die niedrigsten  $R_z$ - und  $D_z$ -Werte.
- Fall 27:** Eine *Erica*- und eine *Molinia*-Fläche wiesen nach 7jähriger Beobachtung die gleichen Arten-Diversitäten  $R_z = 33$  Pilzarten auf, wobei die Halbwerts-Beobachtungszeiten für den Nachweis von  $R_z/2$  Arten bei Werten von  $M_z = 1,4$  bzw. 1,9 Jahren lagen. Die daraus errechneten Arten-Densitäten  $D_z$  betragen 23,6 bzw. 17,4 Arten/Jahr. D.h. die *Molinia*-Fläche weist eine deutlich höhere Heterogenität auf.
- f) Es ist interessant, daß die **Halbwerts-Beobachtungszeiten  $M_z$**  sowohl im Grasland (siehe Abschnitt c) als auch im Eichenwald (Fall 29) mit Werten zwischen 1,2 und 1,9 Jahren einander ähnlich sind. Diese  $M_z$ -Werte sind jedoch in hohem Maß von der Beobachtungsdichte im Jahr abhängig. Je höher diese liegt, umso kleiner wird der Wert für  $M_z$ , vgl. Abschnitt 4.11. Dort geht am untersuchten Beispiel dieser Wert bis auf den Grenzwert  $MM_z = 0,76$  Jahre zurück, wenn die Beobachtungsdichte im Jahr so hoch ist, daß alle Pilzarten im Jahr erfaßt werden.

## 5. Diskussion

### 5.1 Anwendung und Bewertung der Hyperbelfunktion als mathematische Grundlage von Arten/Areal-Kurven

Die in vorliegender Arbeit aus eigenen Aufnahmen und auch Fremddaten erstellten Arten/Areal-Kurven zeigen, daß die hyperbolische Funktion als mathematische Beschreibung der Kurvenverläufe ausnahmslos gute bis sehr gute Übereinstimmung mit den statistisch aufgearbeiteten experimentellen Befunden aufweist; dies wird besonders deutlich in den Graphiken der linearisierenden Hanes-Transformationen. Aber auch Einfache Arten/Areal-Kurven lassen sich mit hyperbolischen Funktionen schon gut beschreiben. Die in einigen Abbildungen erkennbaren Abweichungen der experimentellen Werte vom Hyperbel-Kurvenverlauf treten im untersten Flächen- bzw. Zeit-Bereich auf, wenn die Einzelplot-Größe zu klein gewählt wurde und  $1/4$  des M-Wertes deutlich unterschreitet - hierzu weitere Erklärungen im Abschnitt 5.6. In diesen Bereichen ist auch die Streuung der Werte nach statistischer Aufarbeitung am höchsten, während sich die Werte mit zunehmender Kumulation immer enger dem hyperbolischen Verlauf nähern.

Der Verlauf jeder Hyperbelfunktion als Näherung für eine Arten/Areal-Kurve ist durch charakteristische Konstanten festgelegt, die hier als R und M bezeichnet werden. R ist der Grenzwert der Hyperbel (Asymptote), wenn der Abszissen-Wert gegen  $\infty$  läuft. M ist die Halbwertsgröße auf der Abszissen-Achse, bei welcher der Ordinatenwert  $R/2$  beträgt. Das Verhältnis  $R/M$  ist gleich der Steigung der Hyperbel-Kurve im Ursprung.

### 5.2 Statistische Arten/Areal-Kurven und ihre Erstellungsmodi

Für die statistische Bearbeitung der experimentell ermittelten Daten von n Plots mit ihren Artenspektren werden zwei Verfahren vorgestellt: das **Kombn-** und das **Rotn-Verfahren**. Im **Kombn-**Verfahren werden alle nur möglichen  $n!$  Plotreihenfolgen aus den n Plots gebildet und daraus die Best-Kurve erzeugt. Aus der linearen Regression der über die Hanes-Transformation linearisierten statistischen Daten werden die Kenn-Konstanten R und M der Best-Hyperbel errechnet. Dieses statistische Verfahren "verschiebt" sozusagen einzelne Plots in der Fläche und erzeugt z.T andere Dispersionsmuster, als in der Untersuchungsfläche ursprünglich vorhanden. Außerdem erfordert es bei Plotzahlen  $> 5$  erheblichen Arbeits- und Rechenaufwand.

Das **Rotn-**Verfahren hingegen verändert durch die Beibehaltung der Plotfolgen von Plot 1 bis Plot n in der Transekte(Schleifen)-Begehung des Gebietes nicht die räumliche Lage der Plots zueinander und behält dadurch das ursprüngliche Dispersionsmuster in der Gebietsfläche bei. Durch den jeweils um eine Position verschobenen Beginn der R1- bis Rn-Plotfolgen verschiebt sich nur der Startpunkt in der Fläche, die Reihung der Plots nacheinander bleibt bestehen. Die Mittelung aller n Plotfolgen in der Hanes-Transformation der Rotn ergibt dann eine vom Startpunkt unabhängige, statistisch gesicherte, charakteristische Arten/Areal-Kurve für das Untersuchungsgebiet.

Aus den aufgeführten Gründen wird vorgeschlagen, für distributive Statistische Arten/Areal-Kurven 1.) Transekte-Plots zu bearbeiten und 2.) diese im statistischen Rotn-Verfahren aufzuarbeiten - zur Auswahl der Plot-Größe siehe Abschnitt 5.6. Alle anderen Typen von Arten/Areal-Kurven (vgl. die Abschnitt 5.3 und 5.4) können nach dem gleichen Muster erstellt werden, nur muß man anstatt der Plotflächensumme im Falle der distributiven Kurven z.B. für die phänologischen Kurven entsprechend die Zeitparameter berücksichtigen. Bei den phänologisch-distributiven Arten/Areal-Kurven schließlich werden von der Beobachtungszeit und von der Flächengröße abhängige Kurven erstellt.

### 5.3 Die Kenn-Konstanten R, M und D der Arten/Areal-Hyperbelkurve als ökosozio- logische Parameter in verschiedener Anwendung

In Abschnitt 3.4 wurden die charakteristischen Kenn-Konstanten R, M und D einer hyperbolischen Arten/Areal-Kurve eines Gebietes vom Typ G ökosozio-  
logischen Parametern gleich-  
gesetzt und diese Zuordnung begründet. Aufgrund der vielfältigen Anwendung und Ausführung  
von Arten/Areal-Kurven - vgl. Abschnitt 5.4 - gibt es für die Parameter jedoch inhaltlich unter-  
schiedliche Bedeutungen, obwohl sie als Kenn-Konstanten der Hyperbel ihre Wirkung bei-  
halten. Das Gebiet G kann eine einheitliche Pflanzengesellschaft oder ein Mosaik verschiede-  
ner Pflanzengesellschaften sein, die Parameter R, M und D beziehen sich immer nur jeweils  
auf den untersuchten Gebietstyp G mit seiner qualitativen und quantitativen Ausstattung.

Die **Arten-Diversität R** ist im Falle der Pilze als Organismen mit meist ausgeprägter Sym-  
phänologie ein Wert, der z.B. bei einer Eintages-Aufnahme in einem Gebiet vom Typ G zu  
einem bestimmten Datum im Jahr nur einen Teil - die gerade fruktifizierenden Arten - des dort  
insgesamt vorhandenen Artenspektrums erfaßt und deshalb als  $R_d$  bezeichnet werden sollte.  
Zur genaueren Charakterisierung als Vergleichswert muß das Aufnahmedatum dazu gestellt  
werden. Da bei Pilzen durch die symphänologischen Abhängigkeiten innerhalb des Jahreslaufs  
zu keinem Tag und in keinem Jahr exakt die gleichen Bedingungen herrschen und deshalb die  
Fruktifikation bestimmter Arten zeitlich und quantitativ sehr variabel sein kann, ist die Arten-  
Diversität  $R_d$  nur im Zeitschnitt, d.h. am Untersuchungstermin, für ein Gebiet gültig.

Andererseits kann, bei einer Aufnahme mehrerer Untersuchungsgänge innerhalb eines Jah-  
res, die Arten-Diversität eines Gebietes als Jahres-Artendiversität  $R_j$  erarbeitet werden. Ihr Wert  
liegt meist deutlich über dem  $R_d$ -Wert, bezieht sich jedoch nur auf das entsprechende Unter-  
suchungsjahr. In einem anderen Jahr kann im gleichen Gebiet ein anderer Wert  $R_j$  vorkommen  
und ein etwas anderes Artenspektrum erscheinen.

Dehnt man die Untersuchungen eines Gebietes auf mehrere Jahre aus, so ergibt die Kumula-  
tive Arten/Areal-Kurve der einzelnen Jahres-Diversitäten  $R_j$  einen Grenzwert  $R_z$ . Sowohl die  
Werte für  $R_j$  und auch  $R_z$  sind von der Beobachtungsdichte pro Jahr abhängig. Hat man alle  
Arten pro Jahr in einem repräsentativen Teil des Gebietes G erfaßt, kann man über die Arten/  
Areal-Kurve den  $RR_j$ -Wert für den Gebietstyp G als Grenzwert der  $R_j$ -Werte ermitteln. Ähnlich  
geht auch der  $R_z$ -Wert bei dichter und langjähriger Beobachtung in den  $RR_z$ -Wert über, der  
dann als endgültiger Artengrenzwert für einen Gebietstyp G bei dessen unendlicher Ausdeh-  
nung und über langjährige Laufzeiten erreicht wird. Vergleichswerte liegen erst für die Tages-  
Artendiversitäten  $R_d$  vor, sie erreichen in der Hauptpilzsaison eines Jahres in saarländischen  
Waldgebieten Werte bis zu 314 Agaricales-Arten, vgl. Tab 25.

Ein vorläufiger Wert für  $RR_z$  eines saarländischen Gebietes sei hier noch angeführt, dessen  
ausführliche Bearbeitung einer späteren Publikation vorbehalten bleibt. Er betrifft das ca. 8 km<sup>2</sup>  
große Kreuzberggebiet/Völklingen, dessen Pilzflora von H. DERBSCH von 1950 bis 1989 sehr  
intensiv erfaßt und dokumentiert wurde, wobei pro Jahr mindestens 100 Kontrollgänge durch-  
geführt wurden (vgl. DERBSCH 1987, 1992). Innerhalb der 40jährigen Untersuchungsdauer  
konnten für den Kreuzberg 1086 Pilzarten, davon 892 Agaricales-Arten nachgewiesen werden,  
dazu kommen noch ca. 200 Funde, die nicht einer aktuell beschriebenen Art zweifelsfrei zuge-  
ordnet werden konnten. In den letzten 10 Untersuchungsjahren von 1980 bis 1989 wurden pro  
Jahr 157 bis 289 Arten, im Mittel  $226,5 \pm 4,41$  Arten pro Jahr, gefunden (wobei hier nur die  
benannten Arten berücksichtigt sind), in den Jahrzehnten davor jedoch deutlich mehr - der  
Artenrückgang wird von DERBSCH (1987, 1992) ausführlich diskutiert. Geht man von den Daten  
226,5 Arten im Jahr 1 und 892 Arten nach 40 Jahren aus, so errechnen sich für eine hyperboli-  
sche Arten/Areal-Kurve die Kenn-Konstanten  $RR_z = 965$  Arten mit einer Halbwertszeit  $MM_z$   
von 3,3 Jahren, in der die Hälfte der 965 Arten nachweisbar ist.

Das **Minimum-Areal M** als Parameter der Flächen-Heterogenität ist ein Wert, welcher wegen der Symphänologie von Organismen auch nicht konstant bleiben muß, sondern sich in einem weiteren Bereich bewegen kann, je nachdem wie die Muster gerade fruktifizierender Pilzarten z.B. sich im Frühjahr oder Herbst unterscheiden. Da diese Dispersion von Frühlings-, Sommer- oder Herbst-Aspekt-Arten im gleichen Gebiet G sehr unterschiedlich sein kann, resultieren für Aufnahmen in unterschiedlichen Jahreszeiten auch unterschiedliche Minimum-Areale M, verbunden mit unterschiedlichen R-Werten (vgl. Abb. 9c,d, 10a-d, Tab. 7). Die Werte für das Minimum-Areal M können dabei um mehr als den Faktor 2 verschieden ausfallen. Bei einer Eintages-Aufnahme ergibt sich der datumsbezogene Wert  $M_d$ , der innerhalb eines Jahres in bestimmten Grenzen variiert und für saarländische Wälder z.B. im Mittel bei etwa 9000 m<sup>2</sup> liegt, während für Grasland-Gesellschaften um eine Zehnerpotenz niedrigere Werte gefunden werden. Dem angegebenen Minimum-Areal-Richtwert von 9000 m<sup>2</sup> entspricht eine Beobachtungsdauer von knapp 3 Stunden in Transekten-Streifenplots.

Bestimmt man das Minimum-Areal M für einen ganzen Jahreszeitraum in einem Gebiet, so erhält man den Wert  $M_j$ , der die Fruktifikationen und ihre Muster innerhalb eines Jahres berücksichtigt. Man kann jedoch auch einen zeitlichen  $M_j$ -Wert erhalten, der angibt, wieviele Exkursionen man im Jahr ausführen muß, um die Hälfte der Jahrespilzartenzahl  $R_j$  zu finden. Vergleichbares gilt für die  $M_z$ -Werte, die bei langjährigen Untersuchungen ermittelbar sind: einerseits als Flächenangaben, andererseits in Form von Jahresangaben, welche anzeigen, wieviele Jahre man braucht, um die Hälfte aller nach unendlich langer Beobachtungszeit nachweisbarer Arten ( $R_z$ ) zu finden.  $M_j$  und  $M_z$ -Werte sind - gerade in ihrer Zeitform - wieder von der Beobachtungsdichte pro Jahr abhängig und deshalb meist nicht konstant.  $M_z$ -Werte liegen nach bisherigen Erfahrungen bei Pilzen zwischen 0,74 und 1,9 Jahren, vgl. Tab. 25.

Bei Plot-Untersuchungen wie Bodenproben oder Baumstubben ist die Größe M ein Zahlenwert, der angibt, wieviele Plots (als Bodenproben oder Baumstubben) man bearbeiten muß, um die Hälfte der daran überhaupt möglichen Pilzarten R nachzuweisen. Im Falle von Baumstubben liegt der Wert nach den wenigen bisher vorliegenden Untersuchungen (vgl. Abschnitt 4.6) zwischen 9 und 15, wobei nur die Pilzarten innerhalb eines Jahres berücksichtigt wurden.

Die **Mittlere Arten-Dichte D** ist als Verhältnis von  $R : M$  natürlich von allen Parametern abhängig, die R und/oder M beeinflussen. D.h. man kann tagesabhängige Werte  $D_d$  in Form von Arten/100 m<sup>2</sup> erhalten. Hierfür sind Werte von 1,3 bis 4,6 in guter Pilzsaion sowohl für Wälder als auch für Grasland gefunden worden. Die jahresabhängigen Werte  $D_j$  der Dimension [Arten/100 m<sup>2</sup>], liegen höher als die für einen bestimmten Tag gefundenen  $D_d$ -Werte. Bei Baumstubben-Bearbeitungen tritt an ihre Stelle z.B.  $D_j = \text{Artenzahl pro Stubben (pro Jahr)}$ , vgl. Tab. 25. Die mehrjahresabhängigen Werte  $D_z = \text{Arten/Jahr}$  haben dagegen eine andere Dimension.

Außer den in vorliegender Arbeit bearbeiteten integralen ökosozioologischen Parametern wie Arten-Diversität R, Minimum-Areal M und Mittlere Arten-Densität D sind für einen Vergleich von Gebieten miteinander auch das Artenspektrum, die Größe der Artenpopulationen und ihre Dispersion sowie deren Fluktuationen weiterreichende, ins Detail gehende Informationen, die eine dezidiertere vergleichende Betrachtung erlauben (vgl. NAGEL 1976). Auch hier sollten bald im Sinne einer universellen Vergleichbarkeit Normierungen vorgenommen werden, die möglichst überall akzeptiert werden können.

Für den Vergleich von Gebieten gibt die Betrachtung der drei Parameter R, M und D eine erste, summarische Beurteilungsgrundlage, wie die Beispiele in folgender Aufstellung zeigen:

Gebiets-Typ	Arten-Diversität R [Artenzahl]	Minimum-Areal M [m <sup>2</sup> ] = Heterogenität	Mittlere Arten-Densität D [Arten/100 m <sup>2</sup> ]	Charakterisierung:
A	200	2000	10	Hohe Arten-Diversität Hohe Heterogenität Mittlere Densität
B	200	1000	20	Hohe Arten-Diversität Geringe Heterogenität Hohe Densität
C	100	2000	5	Niedrige Arten-Diversität Hohe Heterogenität Niedrige Densität
D	100	1000	10	Niedrige Arten-Diversität Geringe Heterogenität Mittlere Densität

#### 5.4 Typen von Arten/Areal-Kurven für eine Biozönose

Arten/Areal-Kurven für ein Gebiet des Typs G mit der Fläche A können unter verschiedenen Voraussetzungen aufgenommen und bearbeitet werden und verschiedene Zielsetzungen verfolgen.

- a) die **distributiven Arten/Areal-Kurven** zeigen den Verlauf der Arten-Zunahme bei Zunahme der untersuchten Fläche des Gebietes. Dies ist die bisher gebräuchlichste Form von Arten/Areal-Kurven. Bei Pilzen und anderen symphänologisch erscheinenden Organismen muß dabei entweder die Aufnahme zu einem festen Datum erfolgen, um außer der aktuellen Artendispersion in der Untersuchungsfläche nicht Überlagerungen mit Fruktifikationen von Arten zu erhalten, die zu anderen Zeiten erscheinen. Die Konstanten entsprechender Hyperbeln sind Rd-, Md- und Dd-Werte, die sich also auf Flächen beziehen, auch bei Arten/Exkursionsdauer-Aufnahmen.
- b) **Phänologische Arten/Areal-Kurven**. Hier werden primär die Größe der Untersuchungsfläche in einem Gebiet konstant gehalten und die Pilzarten-Zunahme nach bestimmten Zeiten ermittelt. Die Zeiträume können eine Saison im Jahr oder ein ganzes Jahr betragen oder auch mehrere Jahre. Man kann, je nach Aufnahmemodus, sigmoide (vgl. Abb. 15) oder hyperbolische Kurvenverläufe (vgl. Abb. 16) erhalten. Die Kenn-Konstanten hyperbolischer Arten/Areal-Kurven beziehen sich dann auf Artenzunahmen in der Zeit; Mj- und Dj-Werte bzw. Mz- und Dz-Werte sind hier also zeitbezogene Parameter. Zu diesem Typ von Arten/Areal-Kurven gehören auch die Aufnahmen von Arten-Zunahmen mit zunehmender Zahl e von Aufnahme-Exkursionen in einem bestimmten Zeitraum, die darauf bezogenen Kenn-Konstanten sind Re, Me und De.
- c) **Phänologisch-distributive Arten/Areal-Kurven** sind eine Kombination der beiden voranstehend diskutierten Typen. Da bisher keine Beispiele für solche Kombinationen auswertbar waren, sei der Sachverhalt an einem fiktiven Beispiel nachstehend geschildert. Werden z.B. in einem Untersuchungsgebiet n Plots festgelegt und die darin zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb eines großen Zeitraums, z.B. von x Jahren, die Artenvorkommen einzeln erfaßt, so kann man

- 1) distributive Arten/Areal-Kurven für jedes der einzelnen Untersuchungsjahre über die  $n$  Plots erstellen, die zu distributiven, jahresbezogenen  $R_j$ -,  $M_j$ - und  $D_j$ -Grenzwerten für das Gebiet  $G$  führen;
- 2) auch die Artenzunahme für jeden einzelnen der  $n$  Plots über den gesamten Untersuchungszeitraum als Schar phänologischer Arten/Areal-Kurven erstellen, aus denen  $Rz$ -,  $Mz$ - und  $Dz$ -Werte für die Einzel-Plotflächen errechenbar sind;
- 3) kombinierte Arten/Areal-Kurven auf folgende Weise erstellen:
  - a) man kumuliert für den ersten Plot die Artenzahlen schrittweise über die gesamte Untersuchungszeit von  $x$  Jahren; aus der hyperbolischen Kurve errechnet sich ein Arten-Grenzwert  $Rz_1$  für unendlich lange Beobachtungszeiten;
  - b) man kumuliert die für Plot 1 und 2 gemeinsamen Artenzahlen Jahr für Jahr schrittweise über die gesamte Untersuchungszeit von  $x$  Jahren. Aus dieser hyperbolischen Kurve errechnet sich ein höherer Arten-Grenzwert  $Rz_2$  für unendlich lange Beobachtungszeiten. Nun führt man dieses Verfahren mit der Summe der Plots  $1 + 2 + 3$  gleichermaßen durch und für alle weiteren Plotsommen bis Plot  $1 + 2 + 3 + \dots + n$ . Man erhält auf diese Weise  $n$   $Rz$ -Werte:  $Rz_1, Rz_2, Rz_3 \dots Rz_n$ , die sublinear ansteigen sowie  $n$   $Mz$ -Werte:  $Mz_1, Mz_2, Mz_3 \dots Mz_n$ , die sublinear kleiner werden.
  - c) Trägt man nun diese  $Rz$ -Werte gegen die zugrundeliegenden Plotsommen auf - z.B.  $Rz_3$  gegen  $P_1 + P_2 + P_3$ , so erhält man wiederum eine Hyperbel, deren Grenzwert  $RRz$  den endgültigen Arten-Grenzwert für den Gebietstyp  $G$  über lange Zeiten hinweg darstellt.
  - d) Trägt man die  $Mz$ -Werte gegen die zugrundeliegenden Plotsommen auf, z.B.  $Mz_3$  gegen  $P_1 + P_2 + P_3$ , so erhält man wiederum eine Hyperbel, die jedoch fallenden Verlauf zeigt und einem Grenzwert  $MMz$  für die Zeit zustrebt, die man benötigt, um die Hälfte der  $RRz$ -Grenzartenzahl für den Gebietstyp nachweisen zu können.

Ein Beispiel für eine ähnlich gelagerte kombinierte Arten/Areal-Kurven-Betrachtung ist in Abschnitt 4.11 die Aufnahme von ARNOLDS (1981), die in Abb. 26 a und 27 ausführlich aufgearbeitet dargestellt ist (vgl. Tab. 21 und auch Abb. 16a,b). Hier wurden in einer festgelegten Untersuchungsfläche  $GA$  in der Herbstsaison von jeweils 6 Jahren die Pilzarten in einer dreistufigen Untersuchungsdichte von 1, 2 und 4 Aufnahmen pro Saison aufgenommen. Die zunehmende Beobachtungsdichte im Jahr führt zu hyperbolischen Arten/Areal-Kurven (vgl. Abb. 16a) mit einem Grenzwert  $R_j$  (bei unendlich hoher Beobachtungsdichte pro Jahr). Kumuliert man die Artenzahlen jeweils für die Beobachtungsdichte 1 pro Jahr schrittweise über die verschiedenen Jahre, erhält man eine hyperbolische Arten/Areal-Kurve mit einem Grenzwert  $Rz_1 = 155$  Arten. Macht man dasselbe mit der Beobachtungsdichte 2 pro Jahr und 4 pro Jahr, so liegen die zugehörigen  $Rz_2$ - bzw.  $Rz_4$ -Werte bei 132 bzw. 126 Arten, d.h. bei einer Auftragung der Grenzartenzahl  $Rz_1$  bis  $Rz_4$  gegen die Exkursionsdichte im Jahr erhält man eine fallende Hyperbelfunktion (Abb. 27a) mit einem Grenzwert von  $RRz = 119$  Arten, der die Grenzartenzahl bei unendlicher Beobachtungsdichte im Jahr über einen unendlich großen Jahreszeitraum, d.h. die endgültige potentielle Grenz-Artenzahl im Untersuchungsgebiet  $G$  darstellt.

## 5.5 Festlegung von Plot-Form und Plot-Größe zur Datenerhebung für Arten/Areal-Kurven

In Abschnitt 3.3 wurden verschiedene Formen für Untersuchungsplots in Gebieten zur Arten/Areal-Kurven-Erstellung angesprochen und die Transekte-Streifenplots als beste Form begründet. Beginnt man in einem Gebiet des Typs  $G$  mit der Fläche  $A$  an einem bestimmten

Punkt P mit der Aufnahme, so wird man aus praktischen Gründen bei der Transekte-Untersuchung in einer Schleife wieder zum Ausgangspunkt P zurückkehren. Innerhalb einer solchen Transekte-Schleife mit ihren  $n$  Teilbereichen ist die statistische Rotn-Berechnung zur Erstellung der Statistischen Arten/Areal-Kurve die beste Methode, welche die Artendispersion und Biotopfolgen nicht räumlich in ihrer Lage zueinander verändert, jedoch die Bestkurve unabhängig vom Start innerhalb der Transekteschleife macht.

Die bisher übliche Auswahl sogenannter "typischer", "ungestörter", "homogener" Partien in Gebieten zur Aufnahme von Arten/Areal-Kurven gibt jedoch nur eine Aussage zu diesen oft als "Kernflächen" bezeichneten Flächen. In Wirklichkeit findet man aber kaum solche Partien, da immer mehr oder weniger starke Einflüsse oder Änderungen in größeren Bereichen von Kernflächen durch Einsprengungen von Fremdgehölzen, von Pioniervegetation an verlichteten Bereichen usw. auftreten; auch Randbereiche zu anschließenden, anderen Gesellschaften bringen Neues hinzu. Deshalb geben Transekte-Untersuchungen mit Berücksichtigung möglichst vieler Bereiche im Gebiet realistischere Aussagen.

Bei Exkursionsdauer-Plots entfällt die im Falle festgelegter Flächenplots notwendige, arbeitsaufwendige Markierungsarbeit. Im Falle zu klein gewählter Plotgrößen können jedoch artenleere Plots vorkommen, die nicht statistisch bearbeitbar sind: wegen der Hanes-Transformation ergeben sich dafür Werte von  $\infty$ . Sind die Plots so klein, daß z.B. nur die Fläche eines Pilzes zugrundeliegt, so erhält man einmal total mit einer Art gefüllte Plots, während viele gleichgroße in der Nachbarschaft pilzleer sind, was zu nicht bearbeitbaren Daten führt. Die Größe der Transekte-Abschnitte als Einzelplots soll wegen der Hyperbel-Funktionseigenschaften möglichst nicht unter  $1/4$  der Größe des Minimum-Areals  $M$  liegen, d.h. als Richtwert in Wäldern zwischen 0,5 und 2 ha, in Wiesen bei ca. 0,1 ha; dies entspricht in Exkursionsdauer-Plots 60-270 min in Wäldern und 20 min in Wiesen (bei 1 Beobachter). Die Anzahl der notwendigen Plots soll von mindestens 2 bis max. 10 reichen, wobei 4 Plots schon sehr stabile Werte für  $R$ ,  $M$  und  $D$  ergeben. Sind die Plotgrößen deutlich kleiner als  $M/4$ , liegen die entsprechenden statistisch aufgearbeiteten Experimentaldaten nur noch selten auf der Besthyperbel.

Auch Substrukturen bzw. ausgewählte Synusien eines Gebietes können als "Plots" angesehen werden, wie am Beispiel der Bearbeitung von pilzfloristischen Aufnahmen holzbesiedelnder Pilze auf Baumstubben beispielhaft dargelegt wurde. Auch hier dürfen - wegen der Hanes-Transformation - keine Plots pilzleer sein. Sind trotzdem einige Plots pilzleer, empfiehlt sich die Verwendung von z.B. aus 5 Einzelplots gebildeten Summenplots zur Erarbeitung von Arten/Areal-Kurven dieses Typs, was bei hohen Plotzahlen den Arbeitsaufwand zusätzlich bedeutend verringert.

## 5.6 Die Robustheit der Werte für die Parameter $R$ , $M$ und $D$

Über die Abhängigkeit der ökosozialologischen Parameter  $R$ ,  $M$  und  $D$  in Arten/Areal-Kurven für symphänologische Organismen wie Pilze wurde schon ausführlich diskutiert. Hier soll ein Blick auf die Robustheit der Werte für die Parameter geworfen werden, die aus experimentellen Daten über verschiedene Rechenoperationen aus Arten/Areal-Kurven errechnet wurden. Als Beispiel seien die in Tab. 24 zusammengestellten Daten für die pilzfloristische Aufnahme im Nassen Wald am 9.10.1994 herausgegriffen. Bei einer Genauigkeit der verwendeten Werte von  $\pm 0,001$  ergeben sich für die Werte der Arten-Diversität  $R_d$  Abweichungen zwischen 0,6 und 1,2 bei Absolutwerten um 300 Arten, d.h. Prozent-Abweichungen zwischen 0,2 und 0,4 %. Im Falle des Minimum-Areals  $M_d$  reichen die Prozent-Abweichungen von 0,5 bis 0,8 %.

Aus der Art und Weise, wie die Hanes-Regressionsgerade gelegt wird - ob unter Berücksichtigung der unsichereren unteren Werte oder ohne Berücksichtigung dieser Werte in der Ha-

nes-Graphik - schwankt der Rd-Wert zwischen 270 und 291,2, wobei die 5 Werte aus der Nichtberücksichtigung der kleinsten Werte mit  $\pm 6,3$  um den aufgeführten Mittelwert streuen, d.h. um 2 %. Die hierzu gehörenden Minimum-Areal-Werte Md weisen bei einem Mittelwert von 164,0 eine Streuung von ca.  $\pm 10,0$  auf, d.h. von 6 %.

Aus den Dünen-Bearbeitungen durch WINTERHOFF (vgl. Abschnitt 4.3) zeigen sich auch bei unterschiedlicher Lage von Flächenplots und unterschiedlicher Plotgröße in einer gleichbleibenden Untersuchungsfläche deutliche Schwankungen der Werte für R, M und D (siehe Tab. 5), die im Bereich von 19 % bei R, 25 % bei M und 19 % bei D liegen.

Insgesamt ist der Wert für die Arten-Diversität R robuster als derjenige des Minimum-Areals M und der Mittleren Arten-Densität D.

## 5.7 Arten/Areal-Kurven aus Daten von mehr als einem Beobachter

Nimmt die Zahl der Beobachter bei der pilzfloristischen Aufnahme eines Gebietes vom Typ G an einem festen Termin zu, so bleiben der aus der Arten/Areal-Kurve errechnete Wert Rd für das Gebiet konstant, ebenfalls das Minimum-Areal Md, wobei allerdings der Wert M in Exkursionsdauer-Zeit angegeben, auf den n-ten Bruchteil der auf einen Beobachter bezogenen Mittelwert-Zeit M, schrumpft. Anders ausgedrückt bearbeiten z.B. zwei Personen in der halben Zeit die gleiche Fläche wie eine einzelne Person.

Die Auswirkungen der Mitarbeit mehrerer Beobachter bei einer Gebietsbegehung zwecks Erstellung von Arten/Areal-Kurven soll an folgenden Beispielen aufgezeigt werden. Die Statistische Hyperbolische Arten/Areal-Kurve eines Gebietes vom Typ G mit der Ausdehnung A weise die Kenn-Konstanten  $R = 100$  Arten und  $M = 120$  min (Halbwerts-Dauer bei einem Beobachter, vgl. Abb. 29d) auf. Für die Erstellung dieser Kurve hat ein Beobachter im Gebiet GA auf einem Transekt in 80 min 40 Arten von den maximal im Gebietstyp zu erwartenden 100 Arten beobachtet (über Gleichung 1 errechnet).

**Fragestellung 1:** Will man z.B. weitere 27 Arten im Gebiet GA auffinden, müßte eine Person insgesamt 240 min (errechnet aus Gleichung 3), d.h. 160 weitere min im Gebiet recherchieren, um die insgesamt 67 Arten zu finden. Würden 4 Personen als Beobachter bereitstehen, würden sie pro Person nur 60 min suchen müssen, um die 67 Arten zu detektieren, 8 Personen nur je 30 min, wobei alle Beobachter selbstverständlich nicht überlappende Gebiets-teile bearbeiten müssen.

**Fragestellung 2:** Es sollen im obigen Gebiet GA mit der Ausdehnung 20 ha 90 % aller auf dieser Fläche vorkommenden Arten dokumentiert werden. In 20 ha  $\equiv 3591$  min Beobachtungszeit für eine Person (nach Gleichung 5, vgl. auch Abschnitt 4.4) sind - nach Gleichung 1 -  $96,8 \equiv 97$  Arten zu erwarten. 90 % davon entsprechen 87 Arten. Zum Nachweis dieser Artenzahl müßte ein Beobachter (z.B. JAS, vgl. Gleichung 2) das Gebiet 803 min  $\equiv 13$  Stunden und 23 min in nicht überlappenden Transekten zur Aufnahme der Pilzarten begehen. Vier Personen würden dagegen nur 1/4, 10 Personen nur 1/10 dieser Zeit = 1 Stunde und 20 min benötigen. Die am Beispiel Gackelsberg (Abb. 22a-d) errechnete Mittelwerts-Exkursionsdauer M bei zwei Personen-Beobachtung beträgt 104 min, für eine Person würde sie also 208 min betragen.

**Fragestellung 3:** Aus der Anzahl der Beobachter und der Dauer der Beobachtung soll die Vollständigkeit der Pilzarten-Funde im Verhältnis zur Pilzflora der Gesamtfläche A des Gebietes GA abgeschätzt werden. Drei Personen bearbeiten Gebiet GA z.B. 60 min lang in nicht überlappenden Transekten. Aus der bereits bekannten Arten/Areal-Funktion würde sich für drei Personen und 60 min Beobachtung eine Pilzartenzahl ergeben, die ein Beobachter in 180 min finden würde, nach Gleichung 1 also 60 Arten. In der gesamten Gebietsfläche  $GA = 20$  ha sind, wie schon voran errechnet, 97 Arten zu erwarten, d.h. die drei Beobachter würden 62 % der im Gebiet GA vorhandenen Arten begegnen.



Bei allen voranstehenden Beispielen ist davon ausgegangen worden, daß die verschiedenen Personen dem gleichen Beobachtungsmodus folgen.

## **5.8 Arten/Areal-Kurven für Biotopverbundsysteme bzw. heterogene Biozönosen**

Die Werte für die Arten-Diversität  $R$ , das Minimum-Areal  $M$  und die Mittlere Arten-Densität  $D$  gelten für einen untersuchten Gebietstyp  $G$ , unabhängig davon, ob er aus einer Pflanzengesellschaft oder aus einem Mosaik von Pflanzengesellschaften besteht. Es müssen aber im letzteren Fall bei der floristischen Datenaufnahme alle Biotoptypen über die Transekten-Schleife in die Untersuchung einbezogen sein. Die ökosozialologischen Parameter verändern sich, sobald ein anderer Biotoptyp hinzutritt. Sind die Biotoptypen kleinflächig mosaikartig im Untersuchungsgebiet verteilt, so ist der Wert für das Minimum-Areal  $M$  kleiner als wenn großflächigere Biotoptypen miteinander verbunden sind. In Biozönosen ist der Wert für die Mittlere Arten-Densität  $D$  in der Arten/Areal-Kurve niedriger als derjenige für Einzelbiotope dieses Verbundes; die Einzelbiotope weisen auch kleinere Minimum-Areale auf (vgl. Beispiel in Abschnitt 4.12).

## **5.9 Arten/Areal-Kurven ausgewählter Kleinbiotope (Synusien) in Biozönosen**

In Abschnitt 4.6 sind Synusien-Bearbeitungen am Beispiel pilzfloristischer Untersuchungen von Baumstubben dargestellt. Sie zeigen - abgesehen von der im folgenden Abschnitt 5.10 diskutierten Phänologie und Artensukzession - die Problematik der Bearbeitung artenarmer Plots für die Erstellung von Arten/Areal-Kurven auf - ähnlich wie die Bearbeitung von Bodenstichproben für Bodenpilze (Abb. 5a,b). Grundsätzlich müßte jeder untersuchte Stubben und jede Bodenprobe als eigener Plot angesehen werden, jedoch ist das Artenspektrum so weit über die einzelnen Plots verstreut, daß erst bei einer höheren Zahl von Plots ein Arten-Überblick gewonnen werden kann. Um den Arbeitsaufwand bei hohen Plotzahlen zu begrenzen, wird vorgeschlagen, benachbart liegende Plots zu Summenplots zusammenzufassen, die dann wie Einzelplots bei Flächenuntersuchungen weiter statistisch bearbeitet werden (vgl. Abb. 12 und 13): d.h. man nimmt z.B. je 5 Stubben mit ihrer kumulierten Artenzahl als einen Summenplot zusammen und führt dann eine statistische Bearbeitung der Summenplots über das Rotn-Verfahren aus, welches zu der gewünschten Statistischen Arten/Areal-Kurve führt. Anstelle der Summenplot-Nummer kann auf der Abszissen-Achse die entsprechende Zahl der Einzelplots - hier Stubben - eingetragen werden. Bei Baumstubben-Untersuchungen sind von BRAUN (1975) für die Plot-"Halbwertszahl" ( $\equiv$  Minimum-Areal)  $M_j$ -Werte zwischen 9 und 15 gefunden worden, die Mittleren Arten-Densitäten  $D_j$  lagen zwischen 2 und 4, die Arten-Diversitäten  $R_j$  zwischen 25 und 43 Arten (vgl. Tab. 8), jeweils auf ein Jahr bezogen. .

## **5.10 Phänologie (Symphänologie) der Pilze und Pilzsukzessionen**

In Abb. 15 ist dokumentiert, daß Blätterpilze eine ausgeprägte Symphänologie aufweisen: Im Frühjahr fruktifizieren die wenigsten Arten, im Sommer nimmt die Artenzahl zu und erreicht im Herbst ihr Maximum, um dann im Winter wieder deutlich abzunehmen. Daraus resultiert die in Abb. 15 dargestellte sigmoide Arten-Akkumulationskurve im gesamten Jahreslauf. Betrachtet man dagegen einen begrenzten Zeitraum im Jahr, z.B. einen Tag oder - wie das Beispiel von ARNOLDS in Abb. 26a,b zeigt - eine Saison, so resultieren hyperbolische Arten/Areal-Kurven.

Die Phänologie von Pilzarten wurde vom Autor im Falle von 100 ausgewählten, durchweg häufigen Agaricales-Arten für den Zeitraum von 1970 und 1989 bereits näher untersucht

(SCHMITT 1993). Es zeigte sich, daß die meisten Arten deutliche, einheitliche Monats-Fruktifikationsperioden von wenigen Monaten Ausdehnung und fast immer ein deutlich ausgeprägtes Maximum in einem bestimmten Monat aufweisen. Andere hingegen zeigen breite, z.T. mehrgipflige Perioden. Eine Reihe der Monats-Fruktifikationswahrscheinlichkeits-Kurven zeigen eine typische, mehr oder weniger regelmäßige Gauß'sche Glockenkurvenform. Die Monats-Fruktifikationswahrscheinlichkeit, d.h. die Wahrscheinlichkeit, daß eine Art in einem bestimmten Monat eines Jahres fruktifiziert, liegt erstaunlicherweise selbst bei häufigen, weitverbreiteten Arten nur selten in einem Monat bei 100 %, ein Wert, der für alljährlich regelmäßiges Erscheinen dieser Pilzart im besagten Monat spricht. An den Grenzen der Fruktifikationsperiode liegt die Fruktifikationswahrscheinlichkeit oft nur bei 5 %, d.h. nur in einem von 20 Jahren erscheint diese Pilzart dann in dem entsprechenden Monat. Diese Ergebnisse begründen eindrucksvoll die stark zeitpunktabhängigen Arten/Areal-Kurven bei Pilzen.

Auch die Sukzession von Pilzarten spielt eine wichtige Rolle, ob eine Pilzart zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem Gebiet vorkommen kann und in der Arten/Areal-Statistik erscheint. Bei holzbesiedelnden Pilzen gibt es typische Arten der Erstbesiedlungsphase, die dann in der Optimal- und Finalphase der Holzzersetzung nicht mehr erscheinen und von anderen Pilzarten abgelöst werden. Auch bei Mykorrhizapilzen sind solche Besiedlungsphasen durch spezielle Pilzarten in verschiedenen Altersstufen eines Baumes oder eines Bestandes nachgewiesen.

Beide voranstehend diskutierten, natürlichen Veränderungen der Pilzflora eines Gebietes können noch überlagert werden von sekundären Veränderungen durch Eintrag von Schadstoffen oder durch anthropogene Eingriffe wie forstliche Maßnahmen oder auch sturmbedingte Katastrophen, worauf die Pilzflora je nach Schwere und Art der Veränderung  $\pm$  deutlich reagiert. Aber auch schleichende, über längere Zeiträume sich langsam vollziehende Veränderungen, z.B. des Klimas, haben Auswirkungen auf die Pilzflora; in diesem Zusammenhang wurden die Veränderungen von Jahres-Fruktifikationsperioden einer Reihe von Blätterpilzarten schon diskutiert (SCHMITT 1993). Durch dauerhaft wirksame Biozönoseveränderungen bedingte, bleibende Artenspektrenverschiebungen sind in Einfachen Arten/Areal-Kurven als "Unregelmäßigkeiten", wie sprunghafter Erhöhung oder Stagnation der Artenzahlen, zu erkennen. Bei statistischer Bearbeitung solcher Jahresdaten über das Rotn-Verfahren würde jedoch wegen der Verschiebung der Jahresabfolgen und deren "Mittelung" eine "geglättete" steilere oder flachere Arten/Areal-Kurve als integrale Kurve resultieren.

## 5.11 Dispersion von Pilzarten

Für die Dispersion von Pilzarten und ihrer Populationen in einer Biozönose spielen zuerst einmal die Standorte der Lebenspartner für Pilze die entscheidende Rolle. Als zweites kommt die Mindestausdehnung eines Vorkommens hinzu, das abhängig von der Pilzart und ihrer Ökologie, von wenigen Quadratmillimetern bis zur Flächengröße eines Fußballfeldes und darüber liegen kann (vgl. Kapitel 1), also einen Flächenbedarfs-Bereich von 9 Zehnerpotenzen überstreicht. Außer diesen flächengrößen-abhängigen Parametern kommt der Zeitparameter über die Phänologie hinzu. Der Schwerpunkt der in einem Frühjahrs-Aspekt fruktifizierenden Pilzarten kann in der gleichen Fläche G räumlich ganz woanders liegen als z.B. derjenige des Sommer-Aspektes der Mykorrhizapilzarten oder derjenige der Saprophytenflora des Spätherbst-Aspektes, so daß daraus außer anderen Arten-Diversitäten R auch deutlich verschiedene Minimum-Areale M in den verschiedenen Jahreszeiten aus den entsprechenden Arten/Areal-Kurven für das gleiche Gebiet resultieren. Auch das durch Synusien (Kleingesellschaften), z.B. Stubben, oft nestweise Vorkommen verschiedener Pilzarten bzw. die Vorkommen spezieller, seltener Arten an besonders alten Gehölzen schafft eine "Überdispersion", die den weiterlaufenden Anstieg der Arten/Areal-Kurven bei zunehmender Größe der untersuchten Fläche mit verursacht.

## 5.12 Anwendungen der Hyperbolischen Statistischen Arten/Areal-Kurve und ihrer Kenn-Konstanten R, M und D bei ökosozioologischen Fragestellungen

In den Abschnitten 5.3 und 5.4 wird auf dieses Thema schon in speziellen Fällen eingegangen. Die Hyperbel-Funktion der Statistischen Arten/Areal-Kurve eines Gebietes vom Typ G mit ihren Kenn-Konstanten R, M und D erlaubt im Falle der distributiven Kurve:

- 1) die Berechnung von Artenzahlen für eine bestimmte Flächengröße (über Gleichung 1) bzw. die Berechnung der Arten-Prozente in Bezug auf die Arten-Diversität R.
- 2) die Berechnung von Flächengrößen für bestimmte Artenzahlen (oder Arten-Prozente) über Gleichung 3
- 3) die Berechnung von Beobachtungs-Vorgaben zur Gewinnung von Arten-Diversitäts-Aussagen bei Bearbeitung durch einen oder mehrere Beobachter (vgl. Abschnitt 5.7)

Ferner können über phänologisch-distributive Arten/Areal-Kurven (vgl. Abschnitt 5.4) auch zeitlich abhängige Veränderungen im Gebiet G bzw. Arten-Grenzwerte für langjährige Arten-Kumulationen erfaßt und hochgerechnet werden. Auf die Frage der Nützlichkeit Statistischer Arten-Areal-Kurven, den Naturschutz betreffend, wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

## 5.13 Zur Frage von Mindestflächen für Schutzgebiete - Antworten aus der Kenntnis Statistischer Arten/Areal-Kurven

Schon USHER (1985, 1991) diskutiert die Frage von Habitat-Strukturen und der darauf basierenden Form und Größe von Naturschutzgebieten aufgrund von Arten/Areal-Kurven. Hierbei wurde als Funktion jedoch die nicht-asymptotische Potenzfunktion  $s = C \cdot az$  ( $s$  = Artenzahl,  $a$  = Fläche,  $C$  und  $z$  sind Konstanten) als Näherung zugrundegelegt. Aufgrund seiner eigenen Untersuchungsergebnisse kommt USHER zu dem Schluß, daß diese Arten/Areal-Kurve nicht alleine die Basis für Schutzstrategien sein kann, da die Zusammenhänge in Ökosystemen viel zu komplex sind. Seine Kritik an den von ihm verwendeten Arten/Areal-Kurven richtet sich in erster Linie auf die zu gering berücksichtigte Varianz in der Artenzahl.

Die in vorliegender Arbeit verwendete Statistische Hyperbolische Arten/Areal-Kurve, auf der Basis von Transekte-Untersuchungen im Gelände erarbeitet, ist jedoch von ganz anderer Qualität. Die Kenn-Konstanten der Hyperbelfunktion sind, wie in Abschnitt 3.4 dargelegt, die gebietscharakteristischen Parameter R als Grenzwert der Arten-Diversität und M als Minimum-Areal, deren Verhältnis dann noch die Mittlere Arten-Densität D ergibt. M ist gleichzeitig ein Maß für die Flächen-Heterogenität des Gebietes auch in Bezug auf die Dispersion von Arten und Biotoptypen. Da der Wert M, als Minimum-Areal bezeichnet, einen wichtigen und charakteristischen Parameter für einen Gebietstyp G darstellt, ist er auch die beste Grundlage für die Abschätzung von Mindest-Arealen bei Schutzgebieten. In Kombination mit dem Grenzwert der Arten-Diversität R kann M zur Errechnung von Gebietsflächengrößen dienen, in denen ein festgelegter Prozentsatz des Arten-Diversitäts-Wertes R vorkommt: z.B. 90 % von R in der Fläche  $9 \times M$ , 95 % von R in der Fläche  $19 \times M$ , 99 % von R in der Fläche  $99 \times M$ . Nachfolgend ist an einem Beispiel die Frage der Mindestfläche eines Naturschutzgebietes erläutert.

Das Naturschutzgebiet "Oberthaler Bruch" bei Oberthal/Nohfelden im Saarland, welches durch Verordnung vom 17.12.1984 ausgewiesen und dessen Fläche auf 50 ha festgelegt wurde, ist am 24.9.1992 vom Autor zum Zweck der Erstellung einer Statistischen Arten/Areal-Kurve pilzfloristisch aufgenommen worden (vgl. Tab. 15). Die resultierende Arten/Areal-Kurve (Abb. 21a,b) ergab die Arten-Diversität  $R_d = 306$  Agaricales-Arten und ein Minimum-Areal von  $10\,137 \text{ m}^2 \equiv 1,0137 \text{ ha}$ . Auf 50 ha Fläche, also der derzeitigen Größe des NSGs, würden

(nach Gleichung 1) über die Arten/Areal-Kurve mit den voranstehend aufgeführten Kenn-Konstanten berechnet, 300 Arten - entsprechend 98 % der im Gebietstyp maximal zu erwartenden  $R_d = 306$  Arten - vorkommen. Die Gebietsgröße für 98 % der Arten ist also rund das 50fache des Minimum-Areals  $M_d$ . Legt man eine Artenausstattung von 99 % des Wertes von  $R_d$  für die Schutzgebietsgröße zugrunde, müßte für das Areal des NSGs "Oberthaler Bruch"  $99 \times 1,0137 \text{ ha} \approx 100,4 \text{ ha}$ , also eine doppelt so große Fläche gewählt werden. Für eine Arten-Ausstattung mit 95 %  $R_d$  würden dagegen schon  $19 \times 1,0137 \text{ ha} \approx 19,2 \text{ ha}$ , für 90 %  $R_d$  schon  $9 \times 1,0137 \text{ ha} \approx 9,1 \text{ ha}$  Fläche ausreichen. Hierbei ist schlußendlich noch zu berücksichtigen, daß der obiger Betrachtung zugrundeliegende Wert für das Minimum-Areal  $M_d$  je nach Aufnahme datum variabel ausfallen kann (vgl. Abschnitt 5.3) - für die Festlegung des Mindest-Areals eines Schutzgebietes sollte dann immer der höchste Wert von  $M$  zugrundegelegt werden.

Es wird vorgeschlagen, die Gebietsfläche eines Naturschutzgebietes mindestens so groß zu veranschlagen, daß 99 % aller im Gebietstyp zu erwartenden Arten darin vorkommen können, d.h., bezogen auf die ökosozio logischen Parameter in der Statistischen Arten/Areal-Kurve, daß die Fläche das 100fache der Minimum-Arealfläche  $M$  des Gebietstyps nicht unterschreitet.

#### 5.14 Zur allgemeinen Anwendbarkeit der Hyperbolischen Arten/Areal-Kurve im Bereich der belebten Natur

Die vorliegende Arbeit behandelt schwerpunktmäßig Arten/Areal-Kurven für Pilze und ihre Anwendung zu pilzfloristischen Vergleichen von Gebieten sowie ihre Nützlichkeit zur Ermittlung von Arten-Diversität  $R$ , Minimum-Areal  $M$  und Mittlerer Arten-Densität  $D$ .

In Abschnitt 2.1 sind schon einige der wenigen Beispiele aus der Literatur aufgeführt, die Arten/Areal-Kurven anderer Organismen mit der Hyperbelfunktion als Näherung erfolgreich beschreiben:

<b>Vögel:</b>	LAUGA & JOACHIM (1987), HART & HORWITZ (1991)
<b>Weichtiere:</b>	DE CAPRARIIS ET AL. (1976)
<b>Korallen:</b>	DE CAPRARIIS & LINDEMANN (1978, 1981)
<b>Pflanzen:</b>	DE CAPRARIIS & LINDEMANN (1978, 1981)
<b>Insekten:</b>	LAWTON ET AL. (1993).

Aus einigen anderen Publikationen wurden die Daten von abgebildeten, hyperbolischen Arten/Areal-Kurven in vorliegender Arbeit aufgegriffen und mittels Hanes-Transformationen auf Hyperbel-Verlauf beweiskräftig getestet und abgebildet:

<b>Schmetterlinge:</b>	CLENCH (1979), vgl. Abb. 25a,b LAMAS ET AL. (1991), vgl. Abb. 16c,d RAGUSO & LLORENTE-BOUSQUETS (1991), vgl. Abb. 17a,b
<b>Pflanzen:</b>	ILVESSALO (1922), vgl. Abb. 2b,c.

Im Falle der Schmetterlinge ergeben sich durch das jahreszeitlich bedingte, verschiedene Auftreten von Arten ähnliche Verhältnisse wie bei Pilzen. Bei Pflanzen spielt die Zeitabhängigkeit der Phänologie keine so bedeutende Rolle wie bei den Pilzen, trotzdem gibt es auch hier Arten, die nicht das ganze Jahr über erkennbar sind, z.B. Frühjahrsgeophyten, welche nach der Blüh- und Fruchtphase im Sommer einziehen, oder Herbstblüher wie Herbstzeitlosen. Aus diesem Grunde sind Pflanzenaufnahmen für Arten/Areal-Kurven weitaus weniger jahreszeiten-abhängig und die daraus gewonnenen ökosozio logischen Parameter Arten-Diversität  $R$ , Minimum-Areal  $M$  und Mittlere Arten-Densität  $D$  für einen Gebietstyp  $G$  recht konstante Größen, so lange sich im Gebietstyp  $G$  nichts wesentliches ändert.

Aufgrund der in vorliegender Arbeit aufgeführten, vielen Beispiele kann man davon ausgehen, daß Statistische Hyperbolische Arten/Areal-Kurven zur einfachen integralen Beschreibung der Ausstattung von Biozönosen mit Arten und Populationen von Lebewesen aus den verschiedensten systematischen Gruppen geeignet sind. Darüberhinaus sind sie auch zur Erkennung zeitabhängiger, gravierender Veränderungen in Biozönosen gut geeignet.

## 6. Literaturverzeichnis

- ABELE, L.G. (1974): Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. - *Ecology* **55**: 156-161.
- ABELE, L.G., PATTON, W.K. (1976): The size of coral heads and the community biology of associated decapod crustaceans. - *J. Biogeogr.* **3**: 35-47.
- AGERER, R. (1985): Zur Ökologie der Mykorrhizapilze. - *Bibliotheca mycol.* **97**.
- ANDERSEN, M. (1992): Spatial analysis of two species interactions. - *Oecologia* [Berlin] **91**: 134-140.
- APINIS, A.E. (1970): Das Verhalten der Pilze in bestimmten Graslandgesellschaften. - *Ber. Sympos. Intern. Ver. Veget.-Kde.* **1966**: 172-186.
- ARNOLDS, E. (1981): Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Vol. 1. - *Bibliotheca mycol.* **83**. - J. Cramer, Vaduz.
- ARNOLDS, E. (1982): Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part 2. Autecology - Part 3. Taxonomy. - *Bibliotheca mycol.* **90**. - J. Cramer, Vaduz.
- ARNOLDS, E. (1988): Dynamics of macrofungi in two moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. - *Acta bot. Neerl.* **37**: 291-305.
- ARNOLDS, E. (1992): Macrofungal communities outside forests. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: *Fungi in vegetation science*: 113-149. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- ARNOLDS, E. (1992): The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: *Fungi in Vegetation Science*: 7-47. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- ARNOLDS, E. (1995): Problems in Measurement of Species Diversity of Macrofungi. - In: ALLSOPP, D., COLWELL, R.R., HAWKSWORTH, D.L. [Eds.]: *Microbial Diversity and Ecosystem Function*: 337-353. - C.A.B. International, Wallingford (UK).
- ARRHENIUS, O. (1921): Species and area. - *J. Ecol.* **9**: 95-99.
- ARRHENIUS, O. (1923a): Statistical investigation in the constitution of plant associations. - *Ecology* **4**: 68-73.
- ARRHENIUS, O. (1923b): On the relation between species and area - a reply. - *Ecology* **4**: 90-91.
- ASHBY, E. (1948): Statistical ecology. II. Reassessment. - *Bot. Rev.* **14** (4): 222-234.
- ATKINS, G.L., NIMMO, I.A. (1975): A comparison of seven methods for fitting the Michaelis-Menten equation. - *Biochem. J.* **149**: 775-777.
- AXELRODT, R. (1997): *Die Evolution der Kooperation*. 4. Aufl.. - R. Oldenbourg Verlag, München.
- BAATH, E. (1981): Microfungi in a clear-cut pine (*Pinus sylvestris*) forest soil in central Sweden. - *Can. J. Bot.* **59**: 1331-1337.
- BALTANAS, A. (1992): On the use of some methods for the estimation of species richness. - *Oikos* **65**: 484-492.
- BARKMAN, J.J. (1968): Das synsystematische Problem der Mikrogesellschaften innerhalb der Biozönosen. - In: TÜXEN, R. [Hrsg.]: *Pflanzensoziologische Systematik*. - *Ber. Int. Symp. IVV Stolzenau* **1964**: 21-53. - Junk, Den Haag.

- BARKMAN, J.J. (1976): Algemene inleiding tot de oekologie en sociologie van macrofungi. - *Coolia* **19**: 57-66.
- BARKMAN, J.J. (1989): A critical evaluation of minimum area concepts. - *Vegetatio* [Dordrecht] **85**: 89-104.
- BARTHLOTT, W., WINIGER, M. (1998): Biodiversity. A Challenge for Development Research and Policy. - Springer-Verlag, Berlin.
- BÄBLER, K. (1944): Untersuchungen über die Pilzflora der Pfälzer Kastanienwälder. - *Mitt. Pollichia, N.F.*, Bd. **XII**: 4-87.
- BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. (1991): Ökologie. Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. - Birkhäuser Verlag, Basel.
- BENKERT, D., DÖRFELT, H., HARDTKE, H.J., HIRSCH, G., KREISEL, H., KRIEGLSTEINER, G.J., LÜDERITZ, M., RUNGE, A., SCHMID, H., SCHMITT, J.A., WINTERHOFF, W., WÖLDECKE, K., ZEHFUß, H.D. (1992): Rote Liste der Großpilze Deutschlands. - In: "Naturschutz Spezial", Hrsg.: NABU + DGfM. - IHW-Verlag, Eching. 144 S. - Nachdruck 1996 in: *Schr. R. f. Vegetationskde.* **28**: 377-426.
- BISSWANGER, H. (1994): Enzymkinetik - Theorie und Methoden. - VCH-Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- BODDY, L., WATLING, R., LYON, A.J.E. [Eds.] (1988): Fungi and Ecological Disturbance. - *Proc. Royal Soc. Edinburgh, Sect. B*, **94**: 1-188.
- BON, M., GÉHU, J.M. (1973): Unités supérieures de végétation et récoltes mycologiques. - *Docum. Mycol.* **2** (6): 1-40.
- BOULINIER, T., NICHOLS, J.D., SAUER, J.R., HINES, J.E., POLLOCK, K.H. (1998): Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. - *Ecology* **75** (3): 1018-1028.
- BRAUN, L. (1973): Holzbewohnende Großpilze an Fagus-, Quercus- und Picea-Stubben. - Zulassungsarbeit zur Ersten Prüfung für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen. - Pädagog. Hochschule Heidelberg.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl.. - Springer-Verlag, Berlin.
- BROWN, J.H., DAVIS, R., STRAUSS, R. (1989): Interpretations and comparisons of constants in the species area relationship: an additional caution. - *The American Naturalist* **133** (2): 277-280.
- BUJAKIEWICZ, A. (1992): Macrofungi on soil in deciduous forests. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: *Fungi in vegetation science*: 49-78. - Kluwer-Academic Publs., Dordrecht.
- BULMER, M.G. (1974): On fitting the Poisson log normal distribution to species abundance data. - *Biometrics* **30**: 101-110.
- BUNGE, J., FITZPATRICK, M. (1993): Estimating the number of species: a review. - *J. Am. Stat. Assn.* **88**: 364-373.
- BURNHAM, K.P., OVERTON, W.S. (1978): Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. - *Biometrika* **65**: 623-633.
- BURNHAM, K.P., OVERTON, W.S. (1979): Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. - *Ecology* **60**: 927-936.
- CAIN, S.A. (1936): Synusia as a basis in plant sociological field work. - *The American Midland Naturalist* **17** (3).
- CAIN, S.A. (1938): The Species-Area Curve. - *The American Midland Naturalist* **19**: 573-581.
- CALEY, M.J., SCHLUTER, D. (1997): The relationship between local and regional diversity. - *Ecology* **78** (1): 70-80.
- CALEY, M.J., SCHLUTER, D. (1998): The relationship between local and regional diversity: Reply. - *Ecology* **79** (5): 1827-1829.

- CAPRARIIS, P. DE (1984): Estimating Species Diversity: Comparison of Two Algorithms. - J. Intl. Assn. Mathematical Geology **16**: 237-248.
- CAPRARIIS, P. DE, LINDEMANN, R.H. (1978): Species Richness in Patchy Environments. - J. Intl. Assn. Mathematical Geology **10**: 73-90.
- CAPRARIIS, P. DE, LINDEMANN, R.H. (1981): Maximum Diversities from Cumulative Species Curve. - *Lethaia* **14**: 134.
- CAPRARIIS, P. DE, LINDEMANN, R.H., COLLINS, C.M. (1976): A method for determining optimum sample size in species diversity studies. - J. Intl. Assn. Mathematical Geology **8** (5): 575-581.
- CAPRARIIS, P. DE, LINDEMANN, R.H., HAIMES, R. (1981): A relationship between sample size and accuracy of species richness predictions. - J. Intl. Assn. Mathematical Geology **13**: 351-355.
- CARTER, S. (1958): Some investigations into the succession of fungi on rabbit dung. - M. Sc. Thesis, London University.
- CASAGRANDE, R., GATTO, M. (1999): A mesoscale approach to extinction risk in fragmented habitats. - *Nature* **400**: 560-562.
- CASWELL, H., COHEN, J.E. (1993): Local and Regional Regulation of Species-Area Relations: A Patch-Occupancy Model. - In: RICKLEFS, R.E., SCHLUTER, D. [Eds.]: *Species Diversity in Ecological Communities*: 99-107. - The University of Chicago Press, Chicago.
- CHAO, A. (1984): Non-parametric estimation of the number of classes in a population. - *Scand. J. Stat.* **11**: 265-270.
- CHAO, A. (1987): Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. - *Biometrics* **43**: 783-791.
- CHAO, A., LEE, S.-M. (1992): Estimating the number of classes via sample coverage. - *J. Amer. Statist. Assoc.* **87**: 210-217.
- CLENCH, H. (1979): How to make regional lists of butterflies: Some thoughts. - *J. Lepidopt. Soc.* **33**: 216-231.
- COLEMAN, B.D. (1981): On random placement and species-area relations. - *Mathematical Biosciences* **54**: 191-215.
- COLEMAN, B.D., MARES, M.A., WILLIG, M.R., HSIEH, Y.-H. (1982): Randomness, Area, and Species Richness. - *Ecology* **63** (4): 1121-1133.
- COLWELL, R.K., CODDINGTON, J.A. (1994): Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. - In: HAWKSWORTH, D.L. [Ed.]: *Biodiversity. Measurement and estimation*: 101-118. - *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*.
- CONNOR, E.F., MCCOY, E.D. (1979): The statistics and Biology of the Species-Area Relationship. - *The American Naturalist* **113** (6): 791-833.
- COOKE, R.C., RAYNER, A.D. (1984): *Ecology of saprotrophic fungi*. - Longman, London.
- COOKE, W.B. (1948): A survey of literature on fungus sociology and ecology. - *Ecology* **29**: 376-382.
- COOKE, W.B. (1979): *The ecology of fungi*. - CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- CORNELIUS, J.M., REYNOLDS, J.F. (1991): On determining the statistical significance of discontinuities within ordered ecological data. - *Ecology* **72**: 2057-2070.
- DÄMON, W., RÜCKER, T., STROBL, W. (1992): Untersuchungen zur Pilzvegetation des Samer Mösels (Stadt Salzburg). - *Mitt. Ges. Salzburger Landesl.* **1992**: 463-522.
- DARIMONT, F. (1973): Recherches mycologiques dans les forêts de Haute Belgique. Essay sur les fondements de la sociologie des champignons supérieurs. - *Inst. R. Sci. Nat. Belg. Mém.* **170**: 1-220.

- DERBSCH, H. (1987): Die Blätter- und Röhrenpilzflora des Völklinger Kreuzberggebietes in den Jahren 1950-1985. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROß, G., HONCZEK, W.: Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen, Beschreibungen: 3-22. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. - Der Minister für Umwelt und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- DERBSCH, H. (1992): Die Blätter- und Röhrenpilzflora des Völklinger Kreuzberggebietes in den Jahren 1980-1989. - Z. Mykol. **58**(1): 85-89.
- DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROß, G., HONCZEK, W. (1984): Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 1: Verbreitung und Gefährdung. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 2. - Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Bauwesen des Saarlandes und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROß, G., HONCZEK, W. (1987): Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen, Beschreibungen. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. - Der Minister für Umwelt und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- DEXTER, D. (1972): Comparison of the community structure in a Pacific and Atlantic Panamanian sandy beach. - Bull. Mar. Sci. **22**: 449-462.
- DICKINSON, C.H., PUGH, G.J.F. [Eds.] (1974): Biology of Plant Litter Decomposition. Vols 1 + 2. - Academic Press, London.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie - Grundlagen und Methoden. - Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DIETVORST, P., VAN DER MAAREL, E., VAN DER PUTTEN, H. (1982): A new approach to the minimal area of a plant community. - Vegetatio [The Hague] **50**: 77-91.
- DOWD, J.E., RIGGS, D.S. (1965): A comparison of estimates of Michaelis-Menten kinetic constants from various linear transformations. - J. Biol. Chem. **240**: 863-869.
- DUTILLEUL, P. (1993): Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. - Ecology **74** (6): 1646-1658.
- EADIE, G.S. (1942): The inhibition of cholinesterase by physostigmine and prostigmine. - J. Biol. Chem. **146**: 85-93.
- EFRON, B., THISTED, R. (1976): Estimating the number of unseen species: how many words did Shakespeare know? - Biometrika **63**: 35-41.
- ELLENBERG, H. (1982): Aus dem Lebenswerk von Robert Whittaker. - In: DIERSCHKE, H. [Red.]: Struktur und Dynamik von Wäldern: 19-29. - Ber. Int. Symp. IVV, Intern **1981**. - Cramer, Vaduz.
- ELLIS, M.B., ELLIS, J.P. (1987): Microfungi on land plants - An Identification Handbook. - Croom Helm, London.
- ELLIS, M.B., ELLIS, J.P. (1988): Microfungi on miscellaneous substrates - An Identification Handbook. - Croom Helm, London.
- FISHER, R.A., CORBET, A.S., WILLIAMS, C.B. (1943): The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. - J. Animal Ecol. **12**: 42-58.
- FRANKLAND, J., HEDGER, J.N., SWIFT, M.J. [Eds.] (1982): Decomposer basidiomycetes. Their biology and ecology. - Brit. Mycol. Soc., Symposium ser. **4**.
- FRONTIER, S. (1986): Applications of fractal theory to ecology. - In: LEGENDRE, P., LEGENDRE, L. [Eds.]: Developments in Numerical Ecology: 335-378. - Springer-Verlag, Berlin.



- GAMS, W. (1992): The analysis of communities of saprophytic microfungi with special reference to soil fungi. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: Fungi in vegetation science: 183-223. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- GLEASON, H.A. (1922): On the relation between species and area. - *Ecology* **3**: 158-162.
- GLEASON, H.A. (1925): Species and area. - *Ecology* **6**: 66-74.
- GOODALL, P.W. (1952): Quantitative aspect of plant distribution. - *Biol. Rev.* **27**: 194-245.
- GRAHAM, S.A. (1925): The felled tree trunk as an ecological unit. - *Ecology* **6**: 397-416.
- GULDEN, G., HØILAND, K., BENDIKSEN, K., BRANDRUD, T.E., FOSS, B.S., JENSSEN, H.B., LABER, D. (1992): Macromycetes and air pollution. Mycocoenological studies in three oligotrophic spruce forests in Europe. - *Bibliotheca mycol.* **144**: 1-81.
- GULDEN, G., HØILAND, K., BENDIKSEN, K., LABER, K. (1991): Einflüsse der Luftverschmutzung auf die Pilzflora. Vergleichende Studie in Norwegen und in Deutschland. - *Beitr. Kenntnis Pilze Mitteleuropas VII*: 111-131.
- HAAS, H. (1932): Die bodenbewohnenden Großpilze in den Waldformationen einiger Gebiete von Württemberg. - *Beih. Bot. Centralbl. B* **50**: 35-134.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation - Untersuchungen zum Diversitätsbegriff. - *Diss. Bot. [Vaduz]* **65**: 1-268.
- HANES, C.S. (1932): Studies on plant amylases. The effect of starch concentration upon the velocity of hydrolysis by the amylase of germinated barley. - *Biochem. J.* **26**: 1406-1421.
- HARLEY, I. L., SMITH, S.E. [Eds.] (1983): Mycorrhizal symbiosis. - Academic Press, London.
- HARMANN, W.N. (1972): Benthic substrates: their effect on fresh-water mollusca. - *Ecology* **53**: 271-277.
- HARPER, J.E., WEBSTER, J. (1964): An experimental analysis of the coprophilous fungus succession. - *Trans. Brit. Myc. Soc.* **47**: 511-530.
- HART, D.D., HORWITZ, R.J. (1991): Habitat diversity and the species-area relationship: alternative models and tests. - In: BELL, S.S., MCCOY, E.D., MUSHINSKY, H.R. [Eds.]: Habitat structure, the physical arrangement of objects in space: 47-68. - Chapman & Hall, London.
- HAWKSWORTH, D.L. [Ed.] (1995): Biodiversity. Measurement and estimation. - Chapman & Hall, London.
- HEINEMANN, P., DARIMONT, F. (1956): Premières indications sur les relations entre les champignons et les groupements végétaux de Belgique. - *Natural. Belg.* **37**: 890-899.
- HELTSHE, J.F., FORRESTER, N.E. (1983): Estimating species richness using the jackknife procedure. - *Biometrics* **39**: 1-12.
- HELTSHE, J.F., RITCHEY, T.A. (1984): Spatial pattern detection using quadrat samples. - *Biometrics* **40**: 877-885.
- HILL, M.O. (1973): Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. - *Ecology* **54**: 427-432.
- HINTIKKA, V. (1993): Occurrence of edible fungi and other macromycetes on tree stumps over a sixteen-year period. - *Acta Bot. Fennica* **149**: 11-17.
- HÖFLER, K. (1937): Pilzsoziologie. - *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* **55**: 606-622.
- HÖFLER, K. (1954): Über Pilzaspekte. - *Vegetatio* **5/6**: 373-380.
- HÖFLER, K. (1955): Über Pilzsoziologie. - *Verh. Zool.-bot. Ges. Wiens* **85**: 58-75.
- HÖFLER, K. (1962): Sommerliche Pilzaspekte um Bayreuth. - *Z. Pilzk.* **28**: 1-6.
- HOFSTEE, B.H.J. (1952): Specificity of esterases. I. Identification of two pancreatic aliesterases. - *J. Biol. Chem.* **199**: 357-364.
- HOLDRIDGE, L.R., GRENKE, W.C., HATHEWAY, W.H., LIANG, T., TOSI, J.A. (1971): Forest environments in tropical life zones. - Pergamon Press, Oxford.
- HUECK, H.J. (1953): Myco-sociological methods of investigation. - *Vegetatio* **4**: 84-101.

- ILVESSALO, Y. (1922): Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. - Acta Forestalia Fennica **20**: 1-73.
- JACCARD, P. (1907): La distribution de la flore dans la zone alpine. - Revue générale des Sciences pures et appliquées [Paris] **18**, Nr. 23: 961-967.
- JACCARD, P. (1908): Nouvelles recherches sur la distribution florale. - Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat. **44**: 223.
- JACCARD, P. (1912): The distribution on the flora in the alpine zone. - New Phytol. **11**: 37-50.
- JAHN, H. (1979): Pilze, die an Holz wachsen. - Busse'sche Verlagsbuchhandlung, Herford.
- JANSEN, A.E. (1984): Vegetation and macrofungi of acid oak woods in the north-east of the Netherlands. - Agric. Res. Rep. **923**. - Pudoc, Wageningen.
- JURKO, A. (1986): Plant communities and some of their taxonomical diversity. - Ekológia [CSSR] **5**: 3-32.
- KALAMEES, K. (1968): Mycocoenological methods based on investigations in the Estonian forests. - Acta Mycol. **4**: 327-335.
- KALANTAR, A.H. (1987): Using the Hyperbolic Model to Estimate Species Richness. - Mathematical Geology **19**: 151-154.
- KATO, M. (1999): The Biology of Biodiversity. - Springer-Verlag, Berlin.
- KILBURN, P.D. (1966): Analysis of the species-area relation. - Ecology **47**: 831-843.
- KNAPP, R. (1971): Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Ulmer, Stuttgart.
- KNAPP, R. (1977): Bibliographie zur Diversität in der Pflanzensoziologie. - Excerpta Bot. Sect. B. **16** (4): 296-305.
- KNAPP, R. (1984): Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. - Handb. Veg. Sci. **4**: 1-370. - Dr. W. Junk, Publishers, The Hague.
- KOST, G. (1992): Macrofungi on soil in coniferous forests. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: Fungi in vegetation science: 79-111. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- KOST, G., HAAS, H. (1989): Die Pilzflora von Bannwäldern in Baden-Württemberg. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vergesellschaftung höherer Pilze in einigen Waldgesellschaften Süddeutschlands. - "Waldschutzgebiete" im Rahmen der Mitteilungen der forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt **4**: 9-182.
- KOTIRANTA, H., NIEMELÄ, T. (1981): Composition of the polypore communities of four forest areas in southern Central Finland. - Karstenia **21**: 31-48.
- KREISEL, H. (1961a): Die phytopathogenen Großpilze Deutschlands. - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KREISEL, H. (1961b): Die Entwicklung der Mykozönose an Fagus-Stubben auf norddeutschen Kahlschlägen. - Repetitorium specierum novarum regni vegetabilis [Berlin], Beih. **139**: 227-232.
- KREISEL, H., DÖRFELT, H. (1985): Pilzsoziologie. - In: MICHAEL/HENNIG/KREISEL [Hrsg.]: Handbuch für Pilzfreunde, Bd. **4**. 3. Aufl.: 67-95. - Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KREISEL, H., RITTER, G. (1985): Ökologie der Großpilze. - In: MICHAEL/HENNIG/KREISEL [Hrsg.]: Handbuch für Pilzfreunde, Bd. **4**. 3. Aufl.: 9-47. - Gustav Fischer Verlag, Jena
- KRIEGLSTEINER, G.J. (1977): Die Makromyzetten der Tannen-Mischwälder des Inneren Schwäbisch-Fränkischen Waldes (Ostwürttemberg) mit besonderer Berücksichtigung des Welzheimer Waldes. - Einhorn-Verlag, Schwäbisch-Gmünd.
- KUNIN, W.E., GASTON, K.J. [Ed.] (1997): The Biology of Rarity. Causes and consequences of rare-common differences. - Chapman & Hall, London.
- KYLIN, H. (1926): Über Begriffsbildung und Statistik in der Pflanzensoziologie. - Botaniska Notiser **1926**: 81-180.
- LAMAS, G., ROBBINS, R.K., HARVEY, D.J. (1991): A preliminary survey of the Butterfly Fauna of Pakitza, Parque nacional del Manu, Peru, with an estimate of its species richness. - Publ. Mus. Hist. nat. UNMSA (A) **40**: 1-91.

- LANGE, M. (1986): Fungus succession on fallen logs of beech. - *Svampe* **13**: 38-41.
- LAUGA, J., JOACHIM, J. (1987): L'échantillonnage des populations d'oiseaux par la methode des E.F.P.: intérêt d'une étude mathématique de la courbe de richesse cumulée. - *Acta Oecologica, Oecol. Génér.* **8** (2): 117-124.
- LAWTON, J.H., LEWINSOHN, T.M., COMPTON, S.G. (1993): Patterns of Diversity for the Insect Herbivores on Bracken. - In: RICKLEFS, R.E., SCHLUTER, D. (Eds.): *Species Diversity in Ecological Communities*: 178-184. - The University of Chicago Press, Chicago.
- LEGENDRE, P. (1993): Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm. - *Ecology* **74** (6): 1659-1673.
- LEGENDRE, P., FORTIN, M.J. (1989): Spatial pattern and ecological analysis. - *Vegetatio* **80**: 107-138.
- LI, H., REYNOLDS, J.F. (1994): A simulation experiment to quantify spatial heterogeneity in categorical maps. - *Ecology* **75** (8): 2446-2455.
- LINWEAVER, H., BURK, D. (1934): The determination of enzyme dissociation constants. - *J. Amer. Chem. Soc.* **56**: 658-660.
- LISIEWSKA, M. (1974): Macromycetes of beech forests within the eastern part of the Fagus-area in Europe. - *Acta Mycol.* **10**: 3-72.
- LISIEWSKA, M. (1992): Macrofungi on special substrates. - In: WINTERHOFF, W. [Ed.]: *Fungi in vegetation science*: 151-182. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- LÜTHJE, J. (1990): Enzymkinetik. Eine elementare Einführung mit computersimulierten Experimenten. - Urban & Schwarzenberg, München.
- MACARTHUR, R.H., MACARTHUR, J.W. (1961): On bird species diversity. - *Ecology* **42**: 594-600.
- MACARTHUR, R.H., WILSON, E.O. (1963): An equilibrium theory of insular zoogeography. - *Evolution* **17**: 373-387.
- MACARTHUR, R.H., WILSON, E.O. (1967): *The Theory of Island Biogeography*. - Princeton University Press, Princeton, NJ, U.S.A..
- MANDELBROT, B. (1987): *Die fraktale Geometrie der Natur*. - Birkhäuser Verlag, Basel.
- MARGALEF, R. (1951a): Regiones limnológicas de Cataluña y ensayo de sistematización de las asociaciones de algas. - *Collectanea Botanica* III (1) N°2: 43-67.
- MARGALEF, R. (1951b): Diversidad de especies en las comunidas naturales. - *Publ. Inst. Biol. Apl. [Barcelona]* **IX**: 5-27.
- MARGALEF, R. (1957): La teoria de la informacion en ecologia. - *Mem. Real Acad. Ciencias Artes Barcelona* **32** (13): 373-436.
- MARGULIS, L. (1993): *Symbiosis in Cell Evolution. Microbial Communities in the Archean and Proterozoic Eons*. 2nd. ed.. - W.H. Freeman and Company, New York.
- MARGULIS, L., SAGAN, D. (1999): *Leben. Vom Ursprung zur Vielfalt*. - Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- MARKS, G.C., KOZLOWSKI, T.T. (1973): *Ectomycorrhizae, their ecology and physiology*. - Academic Press, New York.
- MAURER, B.A. (1994): Geographical Population Analysis: Tools for the Analysis of Biodiversity. - In: *Methods in Ecology*. - Blackwell Scientific Publs., London.
- MAY, R.M. [Hrsg.] (1980): *Theoretische Ökologie*. - Verlag Chemie, Weinheim.
- MCCOY, E.D., CONNOR, E.F. (1976): Environmental determinants of island species number in the British Isles: a reconsideration. - *J. Biogeogr.* **3**: 381-382.
- MCGUINNESS, K.A. (1984): Equations and explanations in the study of species-area curves. - *Biol. Rev.* **59**: 423-440.
- MCINTOSH, E.P. (1967): The Index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. - *Ecology* **48**: 392-404.

- MICHAELIS, L., MENTEN, M.L. (1913): Die Kinetik der Invertinwirkung. - *Biochem. Z.* **49**: 333-369.
- MILLER, R.I., WIEGERT, R.G. (1989): Documenting completeness, species-area relations and the species-abundance distribution of a regional flora. - *Ecology* **70**: 16-22.
- MONOD, J. (1942): *Recherches sur la Croissance des Cultures Bactériennes*. - Hermann & Cie., Paris.
- MOSER, M. (1983): Die Röhrlinge und Blätterpilze (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). 5. Aufl.. - In: GAMS, H. [Hrsg.]: *Kleine Kryptogamenflora*, Bd. II b/2 - Basidiomyceten - 2. Teil. - Gustav Fischer-Verlag, Stuttgart.
- NAGEL, P. (1976): Darstellung der Diversität von Biozönosen. - In: SUKOPP, H., TRAUTMANN, W. [Hrsg.]: *Veränderungen der Flora und Fauna in der Bundesrepublik Deutschland*: 381-391. - Schriftenreihe für Vegetationskunde [Bonn-Bad Godesberg] **10**.
- NANTEL, P., NEUMANN P. (1992): Ecology of ectomycorrhizal-basidiomycete communities on a local vegetation gradient. - *Ecology* **73** (1): 99-117.
- NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNA, Z. (1973): Bibliographia Phytosociologica: Tschechoslowakei (CSSR), b) Pilze in Pflanzengesellschaften. - *Excerpta Bot. B* **13**: 51-56.
- NEUHÄUSLOVÁ-NOVOTNA, Z., HADAC, E. (1972): Bibliographia Phytosociologica cryptogamica. Tschechoslowakei (CSSR) 3. Mycophyta. - *Excerpta Bot. B* **12**: 166-176.
- NIEMELÄ, T., RENVALL, P., PENTTILÄ, R. (1995): Interactions of fungi at late states of wood decomposition. - In: STOKLAND, J. ET AL. [Eds.]: *Biodiversity and management of boreal forests*, University of Oslo.
- ODUM, E.P. (1991): *Prinzipien der Ökologie. Lebensräume, Stoffkreisläufe, Wachstumsgrenzen*. - Verlag Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg.
- OPLER, P.A. (1974): Oaks as Evolutionary Islands for Leaf-Mining Insects. - *American Scientist* **62**: 67-73.
- OSMAN, R.W. (1977): The establishment and development of a marine epifaunal community. - *Ecol. Monogr.* **47**: 37-63.
- PALMER, M.W. (1988): Fractal geometry: a tool for describing spatial patterns of plant communities. - *Vegetatio* **75**: 91-102.
- PALMER, M.W. (1990): The estimation of species richness by extrapolation. - *Ecology* **71** (3): 1195-1198.
- PALMER, M.W. (1991): Estimating species richness: The second-order Jackknife reconsidered. - *Ecology* **72** (4): 1512-1513.
- PALMER, M.W. (1994): Variation in species richness: towards a unification of hypotheses. - In: ZOBEL, M. ET AL. [Eds.]: *Vegetation Structure and Species Coexistence*: 85-101. - *Special Features in Vegetation Science* **5**. - Proc. Symp. Tartu, Estonia, 3-7 Sept. 1992. - Opulus Press, Uppsala.
- PALMER, M.W., DIXON, P.M. (1990): Small-scale environmental heterogeneity and the analysis of species distributions along gradients. - *J. Vegetation Sci.* **1**: 57-65.
- PEET, R.K. (1974): The measurement of species diversity. - *Ann. Rev. Ecology and Systematics* **5**: 285-307.
- PETERSEN, R.M. (1970): Danish fireplace fungi. An ecological investigation on fungi on burns. - *Dansk Bot. Ark.* **27**: 1-97.
- PIELOU, E.C. (1966): Shannon's formula as a measure of species diversity: its use and misuse. - *Amer. Naturalist* **100**: 463-465.
- PINHO-ALMEIDA, F., BASILIO, C., OLIVEIRA, P. DE (1999): Inventory of ectomycorrhizal fungi associated with a "Relic" Holm-oak tree (*Quercus rotundifolia*) in two successive winters. - *Docum. Mycol.* **XXIX**, Fasc. Nr. **115**: 57-68.
- PRESTON, F.W. (1960): Time and space and the variation of species. - *Ecology* **41**: 611-627.

- PRESTON, F.W. (1962): The canonical distribution of commonness and rarity. - *Ecology* **43**: 185-215, 410-432.
- RAAIJMAKERS, J.G.W. (1987): Statistical Analysis of the Michaelis-Menten Equation. - *Biometrics* **43**: 793-803.
- RAGUSO, R.A., LLORENTE-BOUSQUETS, J. (1991): The butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtla Mts., Veracruz, Mexico, revisited: Species richness and habitat disturbance. - *Journal of Research on the Lepidoptera* **1991**.
- RAYNER, A.D.M., BODDY, L. (1988): Fungal Decomposition of Wood. Its Biology and Ecology. - John Wiley & Sons, New York.
- RAYNER, A.D.M., TODD, N.K. (1979): Population and community structure and dynamics of fungi in decaying wood. - *Adv. Bot. Res.* **7**: 333-420.
- READ, D.J., LEWIS, D.H., FITTER, A.H., ALEXANDER, I.J. [Eds.] (1992): Mycorrhizas in Ecosystems. - C.A.B. International, Wallingford (UK).
- RICKLEFS, R.E. (1987): Community diversity: relative role of local and regional processes. - *Science* **235**: 167-171.
- RIPLEY, B. (1986): Spatial point pattern analysis in ecology. - In: LEGENDRE, P., LEGENDRE, L. [Eds.]: *Developments in Numerical Ecology*: 407-429. - Springer-Verlag, Berlin.
- RITCHIE, M.E., OLFF, H. (1999): Spatial scaling laws yield a synthetic theory of biodiversity. - *Nature* **400**: 557-560.
- ROMELL, L.G. (1920): Sur la règle de distribution des fréquences. - *Svensk Botan. Tidskr.* **14**.
- ROSENZWEIG, M.L. (1995): *Species diversity in space and time*. - Cambridge University Press, New York.
- ROSSI, R.E., MULLA, D.J., JOURNEL, A.G., FRANZ, E.D. (1992): Geostatistical tools for modeling and interpreting ecological spatial dependence. - *Ecological Monographs* **62**: 277-314.
- RUNGE, A. (1967): Pilzsukzession auf einem Lindenstumpf. - *Z. Pilzk.* **33** (1,2): 24-25.
- RUNGE, A. (1972): Pilzsukzession auf einem Lindenstumpf II. - *Z. Pilzk.* **38** (1,2): 9-10.
- RUNGE, A. (1978): Pilzsukzession auf Kiefernstümpfen. - *Z. Mykol.* **44** (2): 295-301.
- RUNGE, A. (1986): Pilzsukzession auf Kiefernstümpfen II. - *Z. Mykol.* **52** (2): 429-438.
- RYPACEK, V. (1966): *Biologie holzerstörender Pilze*. - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SANKARAN, M., MCNAUGHTON, S.J. (1999): Determinants of biodiversity regulate compositional stability of communities. - *Nature* **401**: 691-693.
- SAS (1985): *SAS user's guide statistics*. Version 5. edition. - SAS Institute, Cary, North Carolina, U.S.A..
- SCHLUTER, D., RICKLEFS, R.E. (1993): Species Diversity. An Introduction to the Problem. - In: RICKLEFS, R.E., SCHLUTER, D. [Eds.]: *Species Diversity in Ecological Communities*: 1-10. - The University of Chicago Press, Chicago.
- SCHMITHÜSEN, J. (1968): *Allgemeine Vegetationsgeographie*. 3. Aufl.. - De Gruyter, Berlin.
- SCHMITT, J.A. (1984a): Einführung zur Roten Liste der gefährdeten Pilze des Saarlandes. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROß, G., HONCZEK, W.: *Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 1: Verbreitung und Gefährdung*: 18. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband **2**. - Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Bauwesen des Saarlandes und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1984b): Rote Liste der gefährdeten Pilze des Saarlandes. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROß, G., HONCZEK, W.: *Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 1: Verbreitung und Gefährdung*: 19-46. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband **2**. - Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Bauwesen des Saarlandes und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.

- SCHMITT, J.A. (1984c): Ursachen und Arten der Gefährdung der Pilze sowie Schutzmöglichkeiten. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROB, G., HONCZEK, W.: Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 1: Verbreitung und Gefährdung: 46-57. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 2. - Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Bauwesen des Saarlandes und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1987a): Funktion, Bedeutung und Situation der Pilze in Saarländischen Wäldern. - "Pilzsterben"? Zum Rückgang der Pilzarten und Pilzfruktifikation im Saarland. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROB, G., HONCZEK, W.: Atlas der Pilze des Saarlandes. Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen und Beschreibungen: 23-78. - In: Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. - Minister für Umwelt des Saarlandes und die Delattinia-Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1987b): Zur Ökologie holzbesiedelnder Pilzarten. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROB, G., HONCZEK, W.: Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen, Beschreibungen: 101-120. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. - Der Minister für Umwelt und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1987c): Ökologie der Pilze des Saarlandes - Substrat-Pilztabellen. - In: DERBSCH, H., SCHMITT, J.A. unter Mitarbeit von GROB, G., HONCZEK, W.: Atlas der Pilze des Saarlandes, Teil 2: Nachweise, Ökologie, Vorkommen, Beschreibungen: 121-186. - Aus Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 3. - Der Minister für Umwelt und die Delattinia, Arbeitsgemeinschaft für tier- und pflanzengeographische Heimatforschung im Saarland e.V. [Hrsg.]. - Verlag der Delattinia, Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1989): Rote Liste der gefährdeten Pilze des Saarlandes. - In: Saarland, Der Minister für Umwelt [Hrsg.]: Rote Liste - Bedrohte Tier- und Pflanzenarten im Saarland: 77-116. - Saarbrücken.
- SCHMITT, J.A. (1990): Bestand und Dynamik der Pilzfloren ausgewählter Biotope des Saarlandes nach Langzeitbeobachtung (mindestens 15jähriger Beobachtungszeitraum). Teil I: Zielsetzungen und Ausführung des Projektes. Beschreibung und Charakterisierung der Untersuchungsflächen (Exkursionsgebiete). - Projekt im Auftrag des Ministers für Umwelt (unveröffentlichtes Gutachten), Saarbrücken: 1 - 169.
- SCHMITT, J.A. (1992): A model for the Standardization of Mycofloristic Results in order to Value and Compare the Mushroom Equipments of different Ecosystems in the Saarland Region. - In: ARNOLDS, E., KREISEL, H. [Eds.]: Conservation of Fungi in Europe. - Proceedings of the second meeting of the European Council for the Conservation of fungi at Vilm, 13-18 September 1991: 59-78.
- SCHMITT, J.A. (1993): Fruiting period changes of selected agarics in the last 20 years in Saarland. - In: PEGLER, D.N., BODDY, L., ING, B., KIRK, P.M. [Eds.]: Fungi of Europe: Investigation, Recording and Conservation: 47-69. - Royal Botanic Gardens, Kew.
- SCHMITT, J.A. (1998): Parasitische Pilze an krautigen Gefäßpflanzen im Saarland. I. Artweise in der Flora von Forbach und Umgebung (LUDWIG 1914). - Abh. Delattinia 24: 171-178.
- SCHMITT, J.A. (1999a): Fortschreibung der Liste über die im Saarland bisher nachgewiesenen Pilzarten. - Unveröff. Manuskript.
- SCHMITT, J.A. (1999b). Das Saarland zur Saarbrücker Zeit J.F.C. Koellners (1759-1809) in landeskundlicher Sicht: Politische Gliederung und Nutzflächenverteilung, Natur- und

- Landschaftsausstattung, Landnutzung, Handwerk und Industrie, darin Abschnitt III: Wälder und Forsten, Gebüsch, Heimische Gehölze: 181 - 255. - In: SCHMITT, J.A. [Hrsg.]: *Leben und Pilzwerk des fürstlich nassau-saarbrückischen Gartendirektors Johann Friedrich Christian Koellner (1733 - 1809) im Spiegel zeitgenössischer Natur- und Landeskunde*, eingeschlossen die geschichtliche Entwicklung der Pilzkunde im Saarland und in der Pfalz bis zur heutigen Zeit. - Institut für Landeskunde, Saarbrücken. - Zur Publikation angenommen.
- SCHMITT, J.A., TREPESCH, C. (1999): Die Gartenanlage auf dem Halberg im 19. und 20. Jahrhundert. - In: TREPESCH, C. [Hrsg.]: *Gartenkunst in Saarbrücken*: 145-161. - Wernersche Verlagsgesellschaft, Worms
- SCHMITT, S. (1997): *Hangrutschungen im Mittleren Muschelkalk des Bliesgaaues - Oberflächenformen und Vegetationsbedeckung ausgewählter Beispiele*. - Staatsexamensarbeit, FR Geographie, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- SCHOENER, T.W. (1976): The species-area relation within archipelagos: models and evidence from island land birds. - *Proceedings of the XVI. International Ornithological Congress, Canberra*: 629-642.
- SCHULZE, E.-D., MOONEY, H.A. (1993): *Biodiversity and Ecosystem Function*. - Springer-Verlag, Berlin.
- SENN-IRLET, B.J. (1987): *Ökologie, Soziologie und Taxonomie alpiner Makromyzeten (Agaricales, Basidiomycetes) der Schweizer Zentralalpen*. - Diss. Universität Bern.
- SHANNON, C.E. (1976): Die mathematische Theorie der Kommunikation. - In: SHANNON, C.E., WEAVER, W. [Hrsg.]: *Mathematische Grundlagen der Informationstheorie*: 41-143. - Oldenbourg, München.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. (1949): *The mathematical theory of communication*. - Urbana.
- SIMBERLOFF, D.S. (1972): Models in biogeography. - In: SCHOPF, T.J.M. [Ed.]: *Models in paleobiology*: 160-191. - Freeman, San Francisco.
- SIMBERLOFF, D.S. (1976): Experimental zoogeography of islands: effects of island size. - *Ecology* **57**: 629-648.
- SIMPSON, E.H. (1949): Measurement of diversity. - *Nature* **163**: 688.
- SLOCOMB, J., DICKSON, K.L. (1978): Estimating the total number of species in a biological community. Biological data in water pollution assessment: quantitative and statistical analysis, ASTM STP 652. - In: DICKSON, K.L., CAIRNS, J.JR., LIVINGSTON, R.J. [Eds.]: *American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania, USA*: 38-52.
- SMARDA, F. (1968): Kriterien der soziologischen Bewertung der Pilze. - *Ceská Mykol.* **22**: 114-120.
- SMITH, E.P., BELLE, G. VAN (1984): Nonparametric estimation of species richness. - *Biometrics* **40**: 119-129.
- SMITH, W., GRASSLE, J.F. (1977): Sampling Properties of a Family of Diversity Measures. - *Biometrics* **33**: 283-292.
- SOBERÓN, M.J., LLORENTE, B.J. (1993): The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. - *Conserv. Biol.* **7**: 480-488.
- STÖHR, M., BÖCKER, R. (1987): Auswertung der Kurve kumulativer Artenzahlen in Vegetationstabellen. - *Tuexenia* **7**: 487-496.
- STONE, L., EZRATI, S. (1996): Chaos, cycles and spatiotemporal dynamics in plant ecology. - *J. Ecol.* **84**: 279-291.
- STOUT, J., VANDERMEER, J. (1975): Comparison of species richness for stream-inhabiting insects in tropical and mid-latitude streams. - *Amer. Nat.* **109**: 263-280.
- THOEN, D. (1977): Contribution à l'étude des mycocénoses des pessières artificielles d'Ardenne méridionale. - Diss. Université Arlon.

- THOMPSON, D'A.W. (1961): On growth and form. - Cambridge University Press.
- TILMAN, D., PACALA, S. (1993): The Maintenance of Species Richness in Plant Communities. - In: RICKLEFS, R.E., SCHLUTER, D. [Eds.]: Species Diversity in Ecological Communities: 13-25. - The University of Chicago Press, Chicago.
- TOFTS, R.J., ORTON, P.D. (1998): The species Accumulation Curve for Agarics and Boleti from a Caledonian Pinewood. - *The Mycologist* **12** (3): 98-102.
- TULDAVA, J. (1977): Quantitative Relations Between the size of Text and the Size of Vocabulary. - *SMIL Quarterly*: 28-35.
- TULDAVA, J. (1987): [Problems and Methods of the Quantitative-Systemic Investigation of Vocabulary] (in Russian). - Valgus, Tallin.
- TÜXEN, B. (1970): Bibliographie zum Problem des Minimum-Areals und der Art-Areal-Kurve. - *Excerpta Bot. [Stuttgart] Sect. B*, **10**: 291-314.
- TÜXEN, R. (1964, 1966): Bibliographia mycosociologica I, II. - *Excerpta Bot. B*, **6**: 135-178 und **7**: 220-224.
- UGLAND, K.I., GRAY, J.S. (1982): Lognormal distributions and the concept of community equilibrium. - *Oikos* **39**: 171-178.
- USHER, M.B. (1985): Implications of Species-Area Relationships for Wildlife Conservation. - *J. Environm. Management* **21**: 181-191.
- USHER, M.B. (1991): Habitat structure and the design of nature reserves. - In: BELL, S.S., MCCOY, E.D., MUSHINSKY, H.R. [Eds.]: Habitat structure, the physical arrangement of objects in space: 373-391. - Chapman & Hall, London.
- VERHULST, P.F. (1838): Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. - *Correspondences Math. Phys.* **10**: 113-121.
- VESTAL, A.G. (1949): Minimum areas for different vegetations, their determinations from species area curve. - *Illinois Biol. Monogr.* **20** (N° 3): VI + 129 pp.
- VRIES, B. DE (1990): On the quantitative analysis of wood-decomposing macrofungi in forests. I. - *Wageningen Agricult. Pap.* **90** (b): 93-101.
- WATLING, R. (1984): Macrofungi of birch woods. - *Proc. Royal Soc. Edinburgh* **85** B: 129-140.
- WERGER, M.J.A. (1972): Species-area relationship and plot size: with some examples from South African vegetation. - *Bothalia [Pretoria]* **10** (4): 583-594.
- WESTOBY, M. (1998): The relationship between local and regional diversity: Comment. - *Ecology* **79** (5): 1825-1827.
- WHITTAKER, R.H. (1972): Evolution and measurement of species diversity. - *Taxon [Utrecht]* **21** (2/3): 213-251.
- WHITTAKER, R.H. (1977): Evolution of species diversity in land communities. - *Evol. Biol. [Amsterdam]* **10**: 1-67.
- WILLIAMS, C.B. (1943): Area and number of species. - *Nature* **152**: 264-267.
- WILLIAMS, C.B. (1944): Some applications on the logarithmic series and the index of diversity to ecological problems. - *J. Ecol.* **32**: 1-44.
- WILLIAMS, C.B. (1947): The logarithmic series and its application to biological problems. - *J. Ecol.* **34**: 253-272.
- WILLIAMS, C.B. (1950): The application of the logarithmic series to the frequency of occurrence of plant species in quadrats. - *J. Ecology* **38**: 107-138.
- WILLIAMS, C.B. (1964): Patterns in the balance of nature. - Academic Press, London.
- WILLIAMS, P.A. (1988): The use of a modified version of ENZPACK to assess the effectiveness of four different ways of determining  $K_m$  and  $V_{max}$  for Michaelis-Menten kinetics. - *Biochem. Educ.* **16**: 170-173.



- WILLIAMSON, M.H., LAWTON, J.H. (1991): Fractal geometry of ecological habitats. - In: BELL, S.S., MC COY, E.D., MUSHINSKY, H.R. [Eds.]: Habitat structure, the physical arrangement of objects in space: 69-86. - Chapman & Hall, London.
- WINTERHOFF, W. (1975): Die Pilzvegetation der Dünenrasen bei Sandhausen (nördliche Oberrheinebene). - Beitr. naturk. Forsch. Südwest.-Dtschl. **34**: 445-462. - Dazu: ausführliche Original-Feldaufnahmen und Plotaufnahmen als Manuskript.
- WINTERHOFF, W. (1977): Die Pilzflora des Naturschutzgebietes Sandhausener Dünen bei Heidelberg. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. **44/45**: 51-118.
- WINTERHOFF, W. (1978): Bemerkenswerte Pilze in Trockenrasen des nördlichen Oberrheingebietes. - Hess. Flor. Briefe **27**: 2-8.
- WINTERHOFF, W. (1984): Analyse der Pilze in Pflanzengesellschaften, insbesondere der Makromyzeten. - In: KNAPP, R. [Ed.]: Sampling methods and taxon analysis in vegetation science: 227-248. - Dr. W. Junk Publs., The Hague.
- WINTERHOFF, W. [Ed.] (1992): Fungi in vegetation science. - In: LIETH, H. [Ed.]: Handbook of vegetation science, Vol **19/1**. - Kluwer Academic Publs., Dordrecht.
- WRIGHT, D.H. (1983): Species-energy theory: an extension of species-area theory. - *Oikos* **41**: 496-506.
- WRIGHT, D.H., CURRIE, D.J., MAURER, B.A. (1993): Energy Supply and Patterns of Species Richness on Local and Regional Scales. - In: RICKLEFS, R.E., SCHLUTER, D. [Eds.]: Species Diversity in Ecological Communities: 66-74. - The University of Chicago Press, Chicago.

## 7. Tabellen-Anhang

In den Tabellen ist die Pilzarten-Namenliste (Kolonne 2) nicht durchgehend alphabetisch geordnet, sondern folgendermaßen aufgebaut: Die Namenliste der in Zeitplot I (Kolonne 3) vorhandenen Arten ist alphabetisch geordnet aufgeführt und unter der letzten Art mit einem Abschlußstrich versehen. Nun folgen - wiederum alphabetisch - die in Zeitplot II (Kolonne 4) neu hinzugekommenen Arten, welche bisher in Plot I noch nicht vertreten waren, darunter wiederum ein Abschlußstrich. Die in Plot II nachgewiesenen, schon in Plot I vorhandenen Arten, sind in Kolonne 4 ebenfalls mit x gekennzeichnet. Nun folgen - wiederum alphabetisch - die in Zeitplots I und II bisher noch nicht nachgewiesenen, in Zeitplot III (Kolonne 5) neu hinzugekommenen Arten, gefolgt von einem Abschlußstrich. Die in Plot 3 nachgewiesenen Arten aus dem Artenspektrum von Plot I und Plot II sind in Kolonne 5 ebenfalls mit x gekennzeichnet. Diese Vorgehensweise setzt sich fort bis zum Zeitplot n.

**Tabelle 9:** Agaricales-Arten im Fechinger Wald/Fechingen am 5.9.1995, 7 Zeitplots à 30 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 17c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Vorkommen in Zeitplot-Nr.:						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	<i>Boletus queletii</i>	x				x		
2	<i>Clitocybe costata</i>	x						x
3	<i>Clitocybe gibba</i>	x	x		x	x	x	x
4	<i>Clitopilus prunulus</i>	x	x	x				
5	<i>Collybia peronata</i>	x			x			
6	<i>Coprinus leiocephalus</i>	x					x	
7	<i>Cystolepiota sistrata</i>	x			x		x	x
8	<i>Marasmius rotula</i>	x	x	x	x	x	x	x
9	<i>Oudemansiella platyphylla</i>	x	x				x	
10	<i>Polyporus varius</i>	x	x	x	x		x	x
11	<i>Psathyrella candolleana</i>	x		x	x			x
12	<i>Psathyrella species A</i>	x			x	x		
13	<i>Russula chamaeleontina</i> f. <i>lutea</i>	x						
14	<i>Russula olivacea</i>	x					x	
15	<i>Russula species A</i>	x						
16	<i>Schizophyllum commune</i>	x					x	
17	<i>Amanita phalloides</i>		x				x	
18	<i>Collybia dryophila</i>		x	x		x		
19	<i>Inocybe lacera</i>		x					
20	<i>Lactarius vellereus</i>		x	x		x		
21	<i>Marasmiellus ramealis</i>		x					
22	<i>Marasmiellus species A</i>		x	x				
23	<i>Mycena vitilis</i>		x	x	x			
24	<i>Pluteus atricapillus</i>		x		x		x	x
25	<i>Russula anthracina</i>		x					
26	<i>Russula atropurpurea</i>		x	x	x		x	
27	<i>Russula chloroides</i>		x	x			x	
28	<i>Russula cuprea</i>		x					
29	<i>Russula cyanoxantha</i> var. <i>peltereaui</i>		x					
30	<i>Russula foetens</i>		x	x			x	
31	<i>Russula fragilis</i>		x	x				
32	<i>Russula fusca</i>							x
33	<i>Russula lepida</i>							x
34	<i>Russula medullata</i>							x
35	<i>Russula melliolens</i>							x
36	<i>Russula velenovskyi</i>							x
37	<i>Russula vesca</i>							x
38	<i>Bolbitius aleuriatus</i>							x
39	<i>Conocybe species A</i>							x
40	<i>Coprinus lagopus</i>							x
41	<i>Coprinus species A</i>							x
42	<i>Crepidotus autochthonus</i>							x
43	<i>Crepidotus applanatus</i>							x
44	<i>Inocybe mixtilis</i>							x
45	<i>Inocybe species A</i>							x
46	<i>Laccaria laccata</i>							x
47	<i>Lactarius circellatus</i> f. <i>pyrog.</i>							x
48	<i>Oudemansiella radicata</i>							x
49	<i>Psathyrella species B</i>							x
50	<i>Russula cyanoxantha</i>							x
51	<i>Russula graveolens</i>							x
52	<i>Russula luteotacta</i>							x
53	<i>Russula maculata</i>							x
54	<i>Russula persicina</i>							x
55	<i>Russula puellaris</i>							x
56	<i>Russula sericatula</i>							x
57	<i>Russula vetermosa</i>							x
58	<i>Tephroclybe species A</i>							x
59	<i>Collybia fusipes</i>							x
60	<i>Hypholoma fasciculare</i>							x
61	<i>Russula heterophylla</i>							x
62	<i>Russula lactea</i>							x
63	<i>Russula mairei</i>							x
64	<i>Russula raoultii</i>							x

Tabelle 9: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Vorkommen in Zeitplot-Nr.:						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
65	<i>Russula virescens</i>				x	x		
66	<i>Russula vitellinia</i>				x			
67	<i>Marasmius lupuletorum</i>					x		x
68	<i>Pluteus semibulbosus</i>					x		x
69	<i>Russula delicata</i> f. <i>cheilobrunnea</i>					x		
70	<i>Russula galochroa</i>					x		
71	<i>Russula rosea</i>					x		
72	<i>Coprinus species C</i>						x	
73	<i>Lactarius pergamenus</i>						x	
74	<i>Lactarius pterosporus</i>						x	
75	<i>Mycena galopoda</i>						x	
76	<i>Polyporus lentus</i>						x	
77	<i>Russula nigricans</i>						x	
78	<i>Russula solaris</i>						x	
79	<i>Collybia maculata</i>							x
80	<i>Crepidotus variabilis</i>							x
81	<i>Hydropus subalpinus</i>							x
82	<i>Inocybe maculata</i>							x
83	<i>Mycena oortiana</i> f. <i>pallida</i>							x
84	<i>Mycena sanguinolenta</i>							x
85	<i>Oudemansiella radicata</i> var. <i>alba</i>							x
86	<i>Oudemansiella radicata</i> f. <i>cheilobrunnea</i>							x
87	<i>Psathyrella gracilis</i>							x
88	<i>Psathyrella noli-tangere</i>							x
89	<i>Xerocomus rubellus</i>							x
Artenzahl pro Plot:		16	27	34	19	13	22	24

**Tabelle 10:** Agaricales-Arten im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994, 9 Zeitplots à 30 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 18a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]								
		I [30]	II [30]	III [30]	IV [30]	V [30]	VI [30]	VII [30]	VIII [30]	IX [30]
1	<i>Agaricus abruptibulbus</i>	x								
2	<i>Agaricus silvaticus</i>	x								
3	<i>Amanita spissa</i>	x	x	x	x		x	x	x	x
4	<i>Armillariella mellea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	<i>Collybia asema</i>	x	x	x	x	x	x		x	x
6	<i>Cortinarius caninus</i> cf.	x		x	x	x			x	x
7	<i>Cortinarius hinnuleus</i>	x		x	x	x	x			
8	<i>Cortinarius mucifluus</i>	x			x	x		x		
9	<i>Cortinarius species A</i>	x								
10	<i>Cystolepiota sistrata</i>	x								
11	<i>Galerina marginata</i>	x				x	x			
12	<i>Gymnopilus penetrans</i>	x								
13	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x	x		x	x	x		x	x
14	<i>Inocybe cervicolor</i>	x								
15	<i>Inocybe geophylla</i>	x	x						x	
16	<i>Inocybe griseolilacina</i>	x						x		
17	<i>Kühneromyces mutabilis</i>	x	x	x	x			x		x
18	<i>Laccaria amethystina</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	<i>Laccaria laccata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	<i>Lactarius blennius</i>	x			x	x		x	x	x
21	<i>Lactarius camphoratus</i>	x		x	x		x		x	x
22	<i>Lactarius mitissimus</i>	x		x			x		x	
23	<i>Lactarius quietus</i>	x	x		x	x	x	x	x	
24	<i>Lactarius serifluus</i>	x			x	x		x	x	
25	<i>Lactarius thejogalus</i>	x					x			
26	<i>Lepista inversa</i>	x		x						x
27	<i>Lepista nebularis</i>	x		x				x	x	
28	<i>Lepista nuda</i>	x							x	
29	<i>Marasmiellus ramealis</i>	x	x				x	x	x	
30	<i>Mycena rosella</i>	x								
31	<i>Mycena vitilis</i>	x	x							
32	<i>Ripartites helomorphus</i>	x								
33	<i>Russula aeruginea</i>	x						x		
34	<i>Russula atropurpurea</i>	x			x	x	x			x
35	<i>Russula cyanoxantha</i>	x	x	x	x	x		x	x	x
36	<i>Russula cyanoxantha</i> var. <i>peltereaui</i>	x			x					
37	<i>Russula densifolia</i>	x		x	x			x		
38	<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
39	<i>Russula fellea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	<i>Russula mairei</i>	x		x	x	x				x
41	<i>Russula ochroleuca</i>	x	x	x						
42	<i>Russula rosea</i>	x	x		x	x		x	x	
43	<i>Russula species A rot</i>	x								
44	<i>Tricholoma lascivum</i>	x								
45	<i>Tricholoma saponaceum</i>	x	x		x			x	x	
46	<i>Tricholoma scalpturatum</i>	x						x		
47	<i>Tricholoma sulphureum</i>	x								x
48	<i>Xerocomus badius</i>	x					x		x	
49	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	x		x	x	x			x	x
50	<i>Conocybe species A</i>		x							
51	<i>Cortinarius olivellus</i>		x							
52	<i>Cortinarius species C</i>		x							
53	<i>Cortinarius torvus</i> kl.		x		x			x	x	

Tabelle 10: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]								
		I [30]	II [30]	III [30]	IV [30]	V [30]	VI [30]	VII [30]	VIII [30]	IX [30]
54	Hygrophorus cossus		x	x			x	x		x
55	Hygrophorus leucophaeus		x					x	x	
56	Hypholoma sublateralium		x		x		x		x	
57	Inocybe asterospora		x						x	
58	Inocybe fastigiata		x							
59	Inocybe hirtella		x							
60	Inocybe petiginosa		x		x	x				x
61	Inocybe species B		x							
62	Lactarius aurantiacus		x							
63	Lactarius fuliginosus		x	x			x			x
64	Lactarius ichoratus		x	x					x	
65	Lactarius pallidus		x		x		x	x	x	
66	Lactarius pterosporus		x	x	x		x	x	x	x
67	Lactarius subdulcis		x		x		x			x
68	Lactarius tithymalinus		x	x	x	x				x
69	Lactarius vellereus		x	x	x	x	x	x	x	x
70	Lentinellus omphalodes		x							x
71	Lepiota cristata		x						x	
72	Mycena crocata		x						x	
73	Oudemansiella mucida		x							x
74	Oudemansiella radicata		x	x	x	x	x	x	x	x
75	Panellus stypticus		x		x					
76	Psathyrella hydrophila		x		x					
77	Rickenella fibula		x	x	x					
78	Russula nigricans		x	x		x	x	x	x	x
79	Russula olivacea		x		x			x		
80	Russula veterosa		x							
81	Russula vitellina		x							
82	Tephrocybe rancida		x				x	x		
83	Tricholoma ustale		x		x					x
84	Tubaria furfuracea		x							
85	Amanita muscaria			x			x	x	x	
86	Collybia maculata			x						
87	Cortinarius paleaceus			x	x					
88	Cortinarius rigidus			x		x	x			
89	Cortinarius species D			x						
90	Cortinarius species F			x						
91	Cortinarius subbalaustinus			x		x	x	x	x	
92	Cystoderma amianthinum			x						
93	Dermocybe anthracina			x	x	x				
94	Inocybe species A			x			x			
95	Inocybe calospora			x						
96	Lactarius necator			x			x		x	
97	Lactarius torminosus			x		x	x	x	x	
98	Leccinum scabrum			x			x			
99	Macrolepiota rhacodes			x						
100	Mycena galericulata			x	x	x	x	x	x	
101	Mycena inclinata			x						
102	Mycena rugosa			x						
103	Paxillus involutus			x			x		x	
104	Pluteus atricapillus			x						x
105	Rhodophyllum sericellus			x						
106	Russula betularum			x						
107	Russula chloroides			x				x	x	
108	Russula delicata			x		x				x

Tabelle 10: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]								
		I [30]	II [30]	III [30]	IV [30]	V [30]	VI [30]	VII [30]	VIII [30]	IX [30]
109	<i>Russula foetens</i>			x				x		
110	<i>Tricholoma flavobrunneum</i>			x			x		x	
111	<i>Amanita rubescens</i>				x			x		
112	<i>Boletus aestivalis</i>				x					
113	<i>Cortinarius anomalus</i>				x	x	x		x	x
114	<i>Cortinarius glaucopus</i>				x	x	x	x		
115	<i>Cortinarius species G</i>				x					
116	<i>Cortinarius species H</i>				x					
117	<i>Lactarius azonites</i>				x		x			
118	<i>Lactarius chrysorrheus</i>				x	x				
119	<i>Lactarius decipiens</i>				x					
120	<i>Lactarius fluens</i>				x					
121	<i>Oudemansiella platyphylla</i>				x		x		x	x
122	<i>Rhodophyllus rhodopoli</i>				x					
123	<i>Russula fragrans</i>				x					
124	<i>Tricholoma bresadolianum</i>				x	x			x	x
125	<i>Amanita citrina</i>					x				
126	<i>Clitocybe dicolor</i>					x	x		x	x
127	<i>Cortinarius bolaris</i>					x				
128	<i>Cortinarius delibutus</i> var. 1					x				
129	<i>Cortinarius species B</i>					x			x	
130	<i>Cortinarius venetus</i> cf.					x				
131	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>					x	x			
132	<i>Hebeloma radicosum</i>					x				
133	<i>Inocybe species D</i>					x				
134	<i>Laccaria proxima</i>					x			x	
135	<i>Lactarius glycosmus</i>					x				
136	<i>Lactarius pubescens</i>					x				
137	<i>Leccinum holopus</i>					x				
138	<i>Mycena vitrea</i>					x				
139	<i>Pholiota lenta</i>					x			x	x
140	<i>Russula fragilis</i>					x		x		
141	<i>Collybia peronata</i>						x			
142	<i>Cortinarius delibutus</i>						x	x		
143	<i>Cortinarius torvus</i>						x			
144	<i>Hebeloma mesophaeum</i>						x			
145	<i>Inocybe gausapata</i>						x			
146	<i>Inocybe umbrina</i>						x			
147	<i>Pholiota species A</i>						x			
148	<i>Pluteus phlebophorus</i>						x			
149	<i>Rhodophyllus lividus</i>						x			
150	<i>Russula puellaris</i>						x			
151	<i>Russula turci</i>						x			
152	<i>Tricholoma sejunctum</i>						x			
153	<i>Tricholoma terreum</i>						x			
154	<i>Xerocomus subtomentosus</i>						x			
155	<i>Boletus edulis</i>							x		
156	<i>Clitocybe gibba</i>							x		
157	<i>Cortinarius albviolaceus</i>							x		
158	<i>Hebeloma sacchariolens</i>							x		
159	<i>Inocybe bongardii</i>							x		
160	<i>Inocybe corydalina</i>							x	x	
161	<i>Inocybe pyriodora</i>							x		
162	<i>Lepista sordida</i>							x		
163	<i>Pholiota mülleri</i>							x		

Tabelle 10: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]								
		I [30]	II [30]	III [30]	IV [30]	V [30]	VI [30]	VII [30]	VIII [30]	IX [30]
164	<i>Russula carpini</i>							x		
165	<i>Russula melliolens</i>							x		
166	<i>Agaricus augustus</i>								x	
167	<i>Cortinarius infractus</i>								x	
168	<i>Cortinarius pholideus</i>								x	
169	<i>Hygrophorus nemoreus</i>								x	
170	<i>Hypholoma fasciculare</i> var. <i>densiphylla</i>								x	
171	<i>Macrolepiota procera</i>								x	
172	<i>Mycena pelianthina</i>								x	
173	<i>Mycena pura</i>								x	
174	<i>Stropharia cyanea</i>								x	
175	<i>Tricholoma album</i>								x	
176	<i>Clitocybe species A</i>									x
177	<i>Cortinarius delibutus</i> var. B									x
178	<i>Dermocybe sanguinea</i>									x
179	<i>Inocybe cookei</i>									x
180	<i>Lactarius deterrimus</i>									x
181	<i>Marasmius alliaceus</i>									x
182	<i>Russula farinipes</i>									x
183	<i>Russula raoultii</i>									x
Arten pro Zeitplot:		49	52	54	54	50	57	51	61	45

**Tabelle 11:** Agaricales-Arten im Rabenhorst/Homburg am 15.9.1995, 3 Zeitplots à 30 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 18c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	in Zeitplot-Nr.:		
		I	II	III
1	<i>Amanita citrina</i>	x	x	x
2	<i>Amanita citrina</i> var. <i>alba</i>	x	x	
3	<i>Amanita fulva</i>	x	x	x
4	<i>Amanita gemmata</i>	x		
5	<i>Amanita rubescens</i>	x	x	x
6	<i>Collybia cirrhata</i>	x		
7	<i>Gymnopilus penetrans</i>	x	x	x
8	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	x	x	x
9	<i>Lactarius rufus</i>	x	x	x
10	<i>Lactarius subdulcis</i>	x	x	x
11	<i>Lactarius thejogalus</i>	x	x	x
12	<i>Leccinum aurantiacum</i>	x		
13	<i>Mycena galopoda</i>	x	x	x
14	<i>Mycena haematopoda</i>	x		
15	<i>Mycena sanguinolenta</i>	x	x	
16	<i>Panellus mitis</i>	x		
17	<i>Paxillus panuoides</i>	x	x	
18	<i>Russula decolorans</i>	x	x	x
19	<i>Russula emetica</i> Typ	x	x	x
20	<i>Russula fellea</i>	x	x	
21	<i>Russula integra</i>	x		x
22	<i>Russula ochroleuca</i>	x	x	x
23	<i>Russula paludosa</i>	x	x	x
24	<i>Russula sardonia</i>	x	x	x
25	<i>Suillus variegatus</i>	x	x	
26	<i>Tricholomopsis rutilans</i>	x	x	
27	<i>Xerocomus badius</i>	x	x	x
28	<i>Boletus edulis</i>		x	x
29	<i>Galerina marginata</i>		x	
30	<i>Galerina species A</i>		x	
31	<i>Kühneromyces mutabilis</i>		x	
32	<i>Laccaria bicolor</i>		x	
33	<i>Lactarius camphoratus</i>		x	x
34	<i>Lactarius quietus</i>		x	x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	in Zeitplot-Nr.:		
		I	II	III
35	<i>Micromphale perforans</i>		x	x
36	<i>Mycena epipterygia</i>		x	
37	<i>Paxillus involutus</i>		x	
38	<i>Pholiota astragalina</i>		x	
39	<i>Russula badia</i>		x	
40	<i>Russula caerulea</i>		x	x
41	<i>Russula parazurea</i>		x	x
42	<i>Russula puellaris</i>		x	
43	<i>Russula turci</i>		x	
44	<i>Xerocomus pruinatus</i>		x	x
45	<i>Baeospora myosura</i>			x
46	<i>Collybia dryophila</i>			x
47	<i>Collybia maculata</i>			x
48	<i>Galerina pumila</i>			x
49	<i>Inocybe umbrina</i>			x
50	<i>Laccaria laccata</i>			x
51	<i>Lactarius necator</i>			x
52	<i>Lepiota cristata</i>			x
53	<i>Oudemansiella radicata</i>			x
54	<i>Russula amoenolens</i>			x
55	<i>Russula versicolor</i>			x
56	<i>Stropharia squamosa</i>			x
57	<i>Suillus bovinus</i>			x
58	<i>Suillus granulatus</i>			x
59	<i>Suillus grevillei</i>			x
Artenzahl pro Plot:		27	38	38



**Tabelle 12:** Agaricales-Arten im St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken am 17.+18.9.1998, 5 verschieden lange Zeitplots von 15 bis 40 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 19c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [40]	II [30]	III [31]	IV [15]	V [35]
1	<i>Boletus aestivalis</i>	x				x
2	<i>Clitocybe clavipes</i>	x				
3	<i>Clitocybe costata</i>	x		x		
4	<i>Clitocybe dealbata</i>	x	x			
5	<i>Clitocybe gibba</i>	x		x		
6	<i>Clitopilus prunulus</i>	x				
7	<i>Collybia asema</i>	x		x		
8	<i>Coprinus atramentarius</i>	x				
9	<i>Coprinus atramentarius</i> var. <i>alboglobosus</i>	x				
10	<i>Cortinarius decipiens</i>	x	x			x
11	<i>Crepidotus hypnophilus</i>	x				
12	<i>Crepidotus variabilis</i>	x	x			
13	<i>Cystolepiota sistrata</i>	x				x
14	<i>Gymnopilus penetrans</i>	x		x		
15	<i>Gymnopilus spectabilis</i>	x				
16	<i>Hebeloma crustuliniforme dunkel</i>	x				x
17	<i>Hebeloma crustuliniforme hell</i>	x			x	x
18	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x		x		
19	<i>Inocybe gausapata</i>	x	x			x
20	<i>Kühneromyces mutabilis</i>	x				
21	<i>Laccaria amethystina</i>	x				
22	<i>Lactarius blennius</i>	x				
23	<i>Lactarius torminosus</i>	x				
24	<i>Lactarius vellereus</i>	x				
25	<i>Lepiota cristata</i>	x				
26	<i>Lepista inversa</i>	x				
27	<i>Lepista sordida</i>	x				
28	<i>Macrolepiota procera</i>	x	x		x	
29	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	x				
30	<i>Mycena galericulata</i>	x				
31	<i>Mycena galopoda</i>	x	x			

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [40]	II [30]	III [31]	IV [15]	V [35]
32	<i>Mycena pura</i>	x				
33	<i>Mycena rosea</i>	x		x		x
34	<i>Mycena sanguinolenta</i>	x	x	x		
35	<i>Oudemansiella platyphylla</i>	x	x	x		
36	<i>Panellus stypticus</i>	x		x		
37	<i>Paxillus involutus</i>	x	x	x	x	x
38	<i>Pluteus atricapillus</i>	x	x	x		
39	<i>Ripartites helomorphus</i>	x	x			
40	<i>Tricholoma scalpturatum</i>	x				x
41	<i>Tubaria furfuracea</i>	x			x	x
42	<i>Xerocomus pruinatus</i>	x				
43	<i>Amanita muscaria</i>		x			
44	<i>Chalciporus piperatus</i>		x		x	
45	<i>Chroogomphus rutilus</i>		x			
46	<i>Clitocybe dicolor</i>		x	x		
47	<i>Clitocybe rivulosa</i>		x			
48	<i>Clitopilus prunulus</i>		x			
49	<i>Collybia dryophila</i>		x			
50	<i>Hebeloma mesophaeum</i>		x			
51	<i>Laccaria bicolor</i>		x			
52	<i>Laccaria laccata</i>		x	x		x
53	<i>Lactarius pubescens</i>		x			
54	<i>Lepiota cristata</i>		x		x	x
55	<i>Marasmiellus ramealis</i>		x			
56	<i>Marasmius oreades</i>		x			
57	<i>Mycena avenacea</i>		x			
58	<i>Mycena chlorinella</i>		x			
59	<i>Oudemansiella radicata</i>		x			
60	<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i>		x			
61	<i>Rickenella fibula</i>		x	x		x
62	<i>Stropharia coronilla</i>		x			
63	<i>Suillus granulatus</i>		x			

Tabelle 12: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [40]	II [30]	III [31]	IV [15]	V [35]
64	<i>Suillus grevillei</i>		x			
65	<i>Suillus luteus</i>		x			
66	<i>Tricholoma populinum</i>		x			
67	<i>Tubaria conspersa</i>		x			x
68	<i>Agaricus haemorrhoidarus</i>			x		
69	<i>Clitocybe cerussata</i>			x		x
70	<i>Collybia maculata</i>			x		
71	<i>Coprinus micaceus</i>			x		
72	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>			x		
73	<i>Hypholoma capnoides</i>			x		
74	<i>Lactarius thejogalus</i>			x		
75	<i>Lepiota ignicolor</i>			x		
76	<i>Lepista gilva</i>			x		
77	<i>Mycena rosea</i> var. <i>alba</i>			x		
78	<i>Mycena rugosa</i>			x		
79	<i>Tricholoma sulphureum</i>			x		x
80	<i>Tricholomopsis rutilans</i>			x		
81	<i>Xerocomus chrysenteron</i>			x		x
82	<i>Coprinus disseminatus</i>				x	
83	<i>Leccinum scabrum</i>				x	
84	<i>Leucoagaricus pudicus</i>				x	
85	<i>Psathyrella candolleana</i>				x	x
86	<i>Rhodocybe truncata</i>				x	
87	<i>Russula exalbicans</i>				x	
88	<i>Russula parazurea</i>				x	
89	<i>Stropharia aurantiaca</i>				x	
90	<i>Clitocybe gibba</i> f. <i>hirsuta</i>					x
91	<i>Coprinus comatus</i>					x
92	<i>Cortinarius hinnuleus</i>					x
93	<i>Hohenbuehelia geogenia</i>					x
94	<i>Inocybe maculata</i>					x
95	<i>Laccaria proxima</i>					x
96	<i>Lyophyllum connatum</i>					x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [40]	II [30]	III [31]	IV [15]	V [35]
97	<i>Mycena pura</i> var. <i>psittacina</i>					x
98	<i>Pholiotina intermedia</i>					x
99	<i>Psathyrella multipedata</i>					x
100	<i>Psathyrella velutina</i>					x
101	<i>Russula fragilis</i>					x
102	<i>Tricholoma ramentaceum</i>					x
103	<i>Volvariella hypopithys</i>					x
	Artenzahl pro Plot:	42	36	28	14	32

**Tabelle 13:** Agaricales-Arten im Fechinger Wald/Fechingen am 4.11.1992, 5 verschieden lange Zeitplots von 10 bis 29 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 120a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [24]	II [25]	III [29]	IV [23]	V [10]
1	Armillariella mellea	x		x		
2	Clitocybe gibba	x		x		
3	Clitocybe umbilicata	x				
4	Clitopilus prunulus	x				
5	Collybia alkalivirens	x	x			
6	Collybia asema	x	x		x	
7	Collybia peronata	x	x			
8	Coprinus picaceus	x	x			
9	Coprinus species B	x				
10	Cortinarius croceo-coeruleus	x				
11	Hebeloma crustuliniforme	x		x		
12	Hygrophorus cossus	x	x			x
13	Hygrophorus leucophaeus	x	x	x		
14	Hypholoma sublateritium	x			x	
15	Inocybe eutheles	x				
16	Inocybe geophylla	x	x			
17	Lactarius blennius	x	x		x	
18	Lepista nebularis	x	x			
19	Lepista nuda	x	x			
20	Leucocortinarius bulbiger	x				
21	Marasmius bulliardii	x		x	x	
22	Marasmius lupuletorum	x	x	x	x	
23	Marasmius rotula	x		x		
24	Marasmius wynnei	x		x		
25	Mycena galopoda	x		x		
26	Mycena pura	x	x	x		x
27	Mycena rosea	x				
28	Mycena vitilis	x	x	x	x	
29	Pholiota gummosa	x				
30	Psathyrella species A	x				
31	Psathyrella species C	x	x	x		
32	Psathyrella velutina	x				
33	Ripartites helomorphus	x			x	x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [24]	II [25]	III [29]	IV [23]	V [10]
34	Russula mairei	x	x		x	
35	Russula ochroleuca	x				
36	Schizophyllum commune	x	x	x		
37	Tricholoma bresadolianum	x				
38	Clitocybe hydrogramma		x			
39	Clitocybe rivulosa		x	x	x	
40	Coprinus species D		x			
41	Cortinarius species 5		x			
42	Cortinarius species A		x			
43	Cortinarius species B		x			
44	Inocybe cincinnata		x			
45	Inocybe geophylla var. violacea		x			
46	Lyophyllum decastes		x	x		
47	Mycena galericulata		x		x	
48	Mycena pura f. psittacina		x			
49	Mycena pura var. alba		x			
50	Panellus mitis		x			
51	Panellus stypticus		x	x		
52	Polyporus varius		x	x	x	
53	Psathyrella species 4		x			
54	Russula fellea		x			
55	Stropharia aeruginosa		x		x	
56	Stropharia cyanea		x		x	
57	Tricholoma atosquamosum		x			
58	Tricholoma saponaceum		x			
59	Coprinus micaceus			x		
60	Inocybe corydalina			x		
61	Inocybe pyriodora			x		
62	Inocybe species D			x		
63	Lactarius vellereus			x		
64	Lentinellus cochleatus			x		
65	Lepiota ignicolor			x		
66	Lepista inversa			x		

Tabelle 13: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]				
		I [24]	II [25]	III [29]	IV [23]	V [10]
67	<i>Mycena flavo-alba</i>			x		
68	<i>Pholiota lenta</i>			x	x	
69	<i>Pholiota squarrosa</i>			x		
70	<i>Pholiotina intermedia</i>			x		
71	<i>Psathyrella species 6</i>			x		
72	<i>Tephrocybe rancida</i>			x		
73	<i>Tricholoma ustale</i>			x		
74	<i>Clitocybe fuligineipes</i> cf.				x	
75	<i>Cortinarius species 7</i>				x	
76	<i>Hemimycena species A</i>				x	
77	<i>Inocybe maculata</i>				x	
78	<i>Marasmius species B</i>				x	
79	<i>Mycena epipterygia</i>				x	
80	<i>Mycena filopes</i>				x	
81	<i>Psathyrella hydrophila</i>				x	
82	<i>Psathyrella species 8</i>				x	
83	<i>Tephrocybe species A</i>				x	
84	<i>Tricholoma sulphureum</i>				x	
85	<i>Tubaria furfuracea</i>				x	
86	<i>Marasmius epiphyllus</i>					x
87	<i>Oudemansiella platyphylla</i>					x
88	<i>Tricholoma scalpturatum</i>					x
	Arten pro Zeitplot:	37	37	32	26	6

**Tabelle 14:** Agaricales-Arten im Bettelwald/Ormesheim am 16.9.1992, 3 verschieden lange Zeitplots von 37 bis 45 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 20c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]			Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]		
		I [45]	II [37]	III [38]			I [45]	II [37]	III [38]
1	<i>Amanita muscaria</i>	x			52	<i>Laccaria laccata</i>		x	
2	<i>Amanita rubescens</i>	x	x	x	53	<i>Lactarius deterrimus</i>		x	
3	<i>Amanita spissa</i>	x	x		54	<i>Lactarius pterosporus</i>		x	x
4	<i>Boletus aestivalis</i>	x	x	x	55	<i>Leccinum quercinum</i>		x	x
5	<i>Clitopilus prunulus</i>	x		x	56	<i>Pluteus atricapillus</i>		x	
6	<i>Collybia asema</i>	x			57	<i>Rhodophyllus rhodopolius</i>		x	
7	<i>Collybia dryophila</i>	x	x	x	58	<i>Rhodophyllus sinuatus</i>		x	
8	<i>Collybia peronata</i>	x			59	<i>Russula atropurpurea</i>		x	
9	<i>Cortinarius delibutus</i>	x			60	<i>Russula cuprea</i>		x	
10	<i>Cortinarius hinnuleus</i>	x	x		61	<i>Russula cyanoxantha</i>		x	
11	<i>Cortinarius species C</i>	x			62	<i>Russula fragilis</i>		x	
12	<i>Cortinarius species D</i>	x			63	<i>Russula fusca</i>		x	
13	<i>Crepidotus variabilis</i>	x			64	<i>Russula minutula</i>		x	
14	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x			65	<i>Russula olivacea</i>		x	x
15	<i>Inocybe fastigiata</i>	x	x		66	<i>Russula persicina</i>		x	
16	<i>Inocybe gausapata</i>	x			67	<i>Russula rosea</i>		x	
17	<i>Inocybe maculata</i>	x			68	<i>Russula sericatula</i>		x	
18	<i>Kühneromyces mutabilis</i>	x			69	<i>Russula vetermosa</i>		x	
19	<i>Laccaria amethystina</i>	x		x	70	<i>Simocybe centunculus</i>		x	
20	<i>Lactarius circellatus</i>	x			71	<i>Tricholoma sejunctum</i>		x	x
21	<i>Lactarius quietus</i>	x	x	x	72	<i>Tricholoma ustale</i>		x	
22	<i>Lactarius subdulcis</i>	x			73	<i>Agaricus semotus</i>			x
23	<i>Lactarius thejogalus</i>	x			74	<i>Amanita lividopallescens</i>			x
24	<i>Leccinum aurantiacum</i>	x			75	<i>Amanita umbrinolutea</i>			x
25	<i>Leccinum scabrum</i>	x			76	<i>Coprinus comatus</i>			x
26	<i>Marasmiellus ramealis</i>	x			77	<i>Inocybe species B</i>			x
27	<i>Mycena aurantiomarginata</i>	x			78	<i>Lactarius serifluus</i>			x
28	<i>Mycena chlorinella</i>	x			79	<i>Leccinum crocipodium</i>			x
29	<i>Mycena galericulata</i>	x			80	<i>Lentinellus cochleatus</i>			x
30	<i>Mycena galopoda</i>	x			81	<i>Melanoleuca species B</i>			x
31	<i>Mycena pura</i>	x			82	<i>Mycena galericulata</i>			x
32	<i>Mycena pura</i> var. <i>alba</i>	x			83	<i>Mycena haematopoda</i>			x
33	<i>Oudemansiella platyphylla</i>	x	x	x	84	<i>Mycena species A</i>			x
34	<i>Oudemansiella radicata</i>	x			85	<i>Panellus stypticus</i>			x
35	<i>Psathyrella hydrophila</i>	x			86	<i>Pluteus salicinus</i>			x
36	<i>Psathyrella velutina</i>	x			87	<i>Psathyrella species X</i>			x
37	<i>Rickenella fibula</i>	x			88	<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>			x
38	<i>Russula chloroides</i>	x	x		89	<i>Russula graveolens</i>			x
39	<i>Russula nauseosa</i>	x			90	<i>Russula luteotacta</i>			x
40	<i>Russula queletii</i>	x			91	<i>Russula pseudointegra</i>			x
41	<i>Russula vitellina</i>	x							
42	<i>Suillus grevillei</i>	x	x						
43	<i>Tricholoma sulphureum</i>	x							
44	<i>Xerocomus subtomentosus</i> var. <i>rufum</i>	x	x						
45	<i>Amanita pantherina</i>		x						
46	<i>Amanita phalloides</i>		x						
47	<i>Boletus aereus</i>		x	x					
48	<i>Coprinus atramentarius</i>		x	x					
49	<i>Coprinus micaceus</i>		x						
50	<i>Cortinarius torvus</i>		x						
51	<i>Inocybe pyriodora</i>		x						
Arten pro Zeitplot:							44	39	33

**Tabelle 15:** Agaricales-Arten im NSG Oberthaler Bruch/Oberthal am 24.9.1992, 3 verschieden lange Zeitplots von 40 bis 59 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 21a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]			Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]		
		I [51]	II [40]	III [59]			I [51]	II [40]	III [59]
1	<i>Amanita citrina</i>	x		x	55	<i>Russula betularum</i>	x	x	
2	<i>Amanita citrina</i> var. <i>alba</i>	x		x	56	<i>Russula cyanoxantha</i>	x		x
3	<i>Amanita muscaria</i>	x	x		57	<i>Russula emetica</i>	x		
4	<i>Amanita porphyria</i>	x		x		var. <i>silvestris</i>			
5	<i>Amanita rubescens</i>	x	x	x	58	<i>Russula erythropoda</i>	x	x	
6	<i>Amanita spissa</i>	x	x	x	59	<i>Russula fellea</i>	x		x
7	<i>Armillariella mellea</i>	x			60	<i>Russula fragrans</i>	x		
8	<i>Boletus aestivalis</i>	x	x	x	61	<i>Russula integra</i>	x	x	
9	<i>Boletus calopus</i>	x			62	<i>Russula lepida</i>	x		
10	<i>Clitocybe dicolor</i>	x	x		63	<i>Russula mairei</i>	x		
11	<i>Clitocybe gibba</i>	x			64	<i>Russula nigricans</i>	x		x
12	<i>Collybia asema</i>	x	x	x	65	<i>Russula ochroleuca</i>	x	x	x
13	<i>Collybia maculata</i>	x		x	66	<i>Russula puellaris</i>	x	x	
14	<i>Collybia marasmioides</i>	x			67	<i>Russula queletii</i>	x	x	
15	<i>Collybia peronata</i>	x		x	68	<i>Russula turci</i>	x		
16	<i>Conocybe cryptocystis</i>	x			69	<i>Russula velonovskyi</i>	x	x	
17	<i>Coprinus comatus</i>	x			70	<i>Russula vesca</i>	x		
18	<i>Coprinus micaceus</i>	x			71	<i>Russula violeipes</i>	x		
19	<i>Cortinarius elatior</i>	x		x	72	<i>Suillus grevillei</i>	x		
20	<i>Cortinarius mucifluus</i>	x			73	<i>Tricholoma saponaceum</i>	x		
21	<i>Cortinarius species A</i>	x			74	<i>Xerocomus badius</i>	x	x	x
22	<i>Cortinarius species C</i>	x			75	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	x		x
23	<i>Gymnopilus penetrans</i>	x	x	x	76	<i>Xerocomus subtomentosus</i>	x	x	x
24	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>	x			77	<i>Amanita crocea</i>		x	
25	<i>Hypholoma sublateritium</i>	x			78	<i>Amanita fulva</i>		x	
26	<i>Inocybe cookei</i>	x			79	<i>Amanita vaginata</i>		x	
27	<i>Inocybe umbrina</i>	x	x		80	<i>Clitocybe ditopa</i>		x	
28	<i>Kühneromyces mutabilis</i>	x	x	x	81	<i>Clitocybe species A</i>		x	
29	<i>Laccaria amethystina</i>	x		x	82	<i>Collybia butyracea</i> Typ		x	x
30	<i>Laccaria bicolor</i>	x			83	<i>Cortinarius delibutus</i>		x	x
31	<i>Laccaria laccata</i>	x	x	x	84	<i>Cortinarius paleaceus</i>		x	
32	<i>Laccaria proxima</i>	x	x	x	85	<i>Cortinarius species 4</i>		x	
33	<i>Lactarius blennius</i>	x			86	<i>Cortinarius species 5</i>		x	
34	<i>Lactarius decipiens</i>	x			87	<i>Cortinarius specis B</i>		x	
35	<i>Lactarius deterrimus</i>	x			88	<i>Cortinarius violaceus</i>		x	x
36	<i>Lactarius mitissimus</i>	x		x	89	<i>Hypholoma capnoides</i>		x	
37	<i>Lactarius necator</i>	x	x		90	<i>Lactarius helvus</i>		x	x
38	<i>Lactarius obscuratus</i>	x			91	<i>Lactarius quieticolor</i>		x	
39	<i>Lactarius pyrogalus</i>	x			92	<i>Leccinum aurantiacum</i>		x	
40	<i>Lactarius quietus</i>	x		x	93	<i>Leccinum scabrum</i>		x	
41	<i>Lactarius thejogalus</i>	x	x		94	<i>Micromphale perforans</i>		x	
42	<i>Leccinum quercinum</i>	x			95	<i>Mycena galericulata</i>		x	
43	<i>Macrolepiota rhacodes</i>	x			96	<i>Pholiota alnicola</i>		x	
44	<i>Micromphale perforans</i>	x			97	<i>Pholiota gummosa</i>		x	
45	<i>Mycena galopoda</i>	x	x		98	<i>Pluteus atricapillus</i>		x	
46	<i>Mycena pelianthina</i>	x			99	<i>Rhodophyllus nidorosus</i>		x	
47	<i>Mycena pura</i>	x		x	100	<i>Rhodophyllus stauosporus</i>		x	
48	<i>Mycena rugosa</i>	x			101	<i>Rickenella fibula</i>		x	
49	<i>Naucoria escharoides</i>	x			102	<i>Russula aquosa</i>		x	x
50	<i>Oudemansiella platyphylla</i>	x			103	<i>Russula caerulea</i>		x	
51	<i>Oudemansiella radicata</i>	x			104	<i>Russula clavoflava</i>		x	
52	<i>Paxillus involutus</i>	x	x	x	105	<i>Strobilurus esculentus</i>		x	
53	<i>Russula aeruginosa</i>	x			106	<i>Suillus bovinus</i>		x	
54	<i>Russula amoenolens</i>	x			107	<i>Suillus luteus</i>		x	x

Tabelle 15: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]		
		I [51]	II [40]	III [59]
108	Tricholoma flavobrunneum		x	
109	Tricholomopsis rutilans		x	
110	Amanita gemmata			x
111	Boletus erythropus			x
112	Clitopilus prunulus			x
113	Collybia dryophila			x
114	Cortinarius species 5			x
115	Cortinarius species F			x
116	Cortinarius species S			x
117	Cystoderma amianthinum			x
118	Dermocybe uliginosa			x
119	Hygrophoropsis aurantiaca			x
120	Hypholoma polytrichi			x
121	Inocybe pudica			x
122	Lactarius camphoratus			x
123	Lactarius fuliginosus			x
124	Lactarius vietus			x
125	Lyophyllum connatum			x
126	Mycena inclinata			x
127	Paxillus panuoides			x
128	Psathyrella hydrophila			x
129	Rhodophyllus species Salix			x
130	Russula amoena			x
131	Russula atropurpurea			x
132	Russula curtipes			x
133	Russula emetica Typ			x
134	Russula lundellii			x
135	Russula romellii			x
136	Russula rosea			x
137	Stropharia squamosa			x
138	Tephrocybe palustris			x
139	Tylopilus felleus			x
	Arten pro Plot:	76	57	62





Tabelle 16: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]													
		I [17]	II [34]	III [9]	IV [17]	V [10]	VI [4]	VII [9]	VIII [12]	IX [3]	X [14]	XI [11]	XII [13]	XIII [6]	XIV [33]
34	<i>Tricholoma flavobrunneum</i>	x									x				
35	<i>Xerocomus chrysesteron</i>	x													
36	<i>Amanita gemmata</i>		x												
37	<i>Amanita muscaria</i>		x	x		x			x						
38	<i>Amanita porphyria</i>		x						x	x					
39	<i>Baeospora myosura</i>		x												
40	<i>Boletus aestivalis</i>		x						x	x		x	x		x
41	<i>Boletus calopus</i>		x												
42	<i>Chalciporus piperatus</i>		x			x									
43	<i>Clitocybe ditopa</i>		x					x							
44	<i>Collybia asema</i>		x	x				x	x			x			x
45	<i>Cortinarius species A</i>		x												
46	<i>Cortinarius species B</i>		x									x			
47	<i>Cortinarius species C</i>		x												
48	<i>Cortinarius species D</i>		x												
49	<i>Cystoderma amianthinum</i>		x					x							
50	<i>Galerina mniophila</i>		x					x							
51	<i>Gomphidius glutinosus</i>		x			x						x			x
52	<i>Gymnopilus penetrans</i>		x					x				x			
53	<i>Hygrophorus pustulatus</i>		x		x	x									
54	<i>Inocybe petiginosa</i>		x												
55	<i>Inocybe species A</i>		x												
56	<i>Inocybe umbrina</i>		x		x							x			
57	<i>Laccaria amethystina</i>		x	x	x			x				x			x
58	<i>Laccaria proxima</i>		x									x	x		
59	<i>Lactarius camphoratus</i>		x									x			x
60	<i>Lactarius rufus</i>		x											x	
61	<i>Lactarius thejogalus</i>		x	x				x			x	x	x	x	x
62	<i>Micromphale perforans</i>		x			x									
63	<i>Mycena galopoda</i>		x		x			x							x
64	<i>Pluteus atricapillus</i>		x		x							x			x
65	<i>Porphyrellus pseudoscaber</i>		x												x
66	<i>Psathyrella gossypina</i>		x												
67	<i>Psathyrella species A</i>		x												

Tabelle 16: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]													
		I [17]	II [34]	III [9]	IV [17]	V [10]	VI [4]	VII [9]	VIII [12]	IX [3]	X [14]	XI [11]	XII [13]	XIII [6]	XIV [33]
68	Rhodophyllus staurosporus		x												
69	Russula cyanoxantha		x									x			x
70	Russula nigricans		x	x				x	x				x		x
71	Russula ochroleuca		x	x				x	x	x		x	x	x	x
72	Russula puellaris		x		x			x			x	x			
73	Russula turci		x									x			
74	Strobilurus esculentus		x		x										
75	Tricholoma saponaceum		x				x								
76	Tricholoma ustale		x												
77	Tricholomopsis rutilans		x												x
78	Xerocomus badius		x	x	x			x	x			x	x	x	x
79	Xerocomus chrysenteron		x	x	x			x				x			x
80	Xerocomus subtomentosus		x												x
81	Amanita crocea			x											x
82	Clitocybe gibba			x											x
83	Lactarius pyrogalus			x							x				x
84	Macrolepiota procera			x											
85	Marasmiellus ramealis			x											
86	Mycena galericulata			x	x		x	x	x			x			x
87	Russula aeruginea			x			x								x
88	Russula betularum			x								x	x		x
89	Coprinus silvaticus				x										
90	Hebeloma populinum				x										
91	Hygrophoropsis aurantiaca				x										
92	Inocybe cookei				x						x				
93	Inocybe species B				x										
94	Lactarius glyciosmus				x										
95	Lactarius vietus				x						x				
96	Macrolepiota rhacodes				x										
97	Mycena species B grün				x										
98	Pholiota squarrosa				x										
99	Rhodophyllus rhodopoliis				x				x						
100	Russula foetens				x						x				
101	Russula integra				x								x	x	

Tabelle 16: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]													
		I [17]	II [34]	III [9]	IV [17]	V [10]	VI [4]	VII [9]	VIII [12]	IX [3]	X [14]	XI [11]	XII [13]	XIII [6]	XIV [33]
102	<i>Amanita vaginata</i>					x									x
103	<i>Cortinarius purpurascens</i>					x									
104	<i>Cortinarius species 6</i>					x									
105	<i>Hebeloma sinapizans</i>					x									
106	<i>Hygrophorus agathosmus</i>					x									
107	<i>Lactarius deterrimus</i>					x									
108	<i>Lactarius fuliginosus</i>					x									
109	<i>Lactarius helvus</i>					x									
110	<i>Lactarius hysginus</i>					x									
111	<i>Russula nauseosa</i>					x									
112	<i>Russula queletii</i>					x									
113	<i>Tricholoma vaccinum</i>					x									
114	<i>Agaricus macrosporus</i>						x								
115	<i>Amanita spissa</i>							x	x						
116	<i>Coprinus species B</i>							x					x		
117	<i>Russula delica</i>							x							
118	<i>Russula peltereaui</i>							x							
119	<i>Cortinarius mucifluus</i>								x						
120	<i>Cortinarius species G</i>								x						
121	<i>Cortinarius violaceus</i>								x						
122	<i>Cystolepiota sistrata</i>								x						
123	<i>Lactarius quieticolor</i>								x						
124	<i>Paxillus filamentosus</i>								x						
125	<i>Russula caerulea</i>								x						
126	<i>Russula densifolia</i>								x				x		
127	<i>Russula sardonia</i>								x						
128	<i>Suillus bovinus</i>								x						x
129	<i>Russula fragilis</i>									x					x
130	<i>Amanita badia</i>										x				x
131	<i>Amanita fulva</i>										x				
132	<i>Cortinarius species T6</i>										x				
133	<i>Leccinum quercinum</i>										x				
134	<i>Lepiota clypeolaria</i>										x				x
135	<i>Oudemansiella platyphylla</i>										x				

Tabelle 16: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]													
		I [17]	II [34]	III [9]	IV [17]	V [10]	VI [4]	VII [9]	VIII [12]	IX [3]	X [14]	XI [11]	XII [13]	XIII [6]	XIV [33]
136	<i>Rhodophyllus species A</i>										x				
137	<i>Ripartites helomorphus</i>										x				
138	<i>Russula fusca</i>										x				
139	<i>Russula nitida</i>										x				
140	<i>Tricholoma populinum</i>										x				x
141	<i>Amanita citrina</i> var. <i>alba</i>											x			x
142	<i>Cortinarius species 7</i>											x			
143	<i>Mycena sanguinolenta</i>											x			
144	<i>Cortinarius brunneus</i>												x		
145	<i>Cortinarius crystallinus</i>												x		
146	<i>Cortinarius obtusus</i>												x		
147	<i>Cortinarius paleiferus</i>												x		
148	<i>Cortinarius species 8</i>												x		
149	<i>Inocybe species C</i>												x		
150	<i>Lactarius trivialis</i>												x		
151	<i>Naucoria echaroides</i>												x		
152	<i>Naucoria scolecina</i>												x		
153	<i>Rickenella fibula</i>												x		
154	<i>Russula aquosa</i>												x		
155	<i>Russula emetica</i> Typ												x		x
156	<i>Russula pumila</i>												x		
157	<i>Amanita phalloides</i>														x
158	<i>Hypholoma fasciculare</i>														x
159	<i>Inocybe maculata</i>														x
160	<i>Lactarius serifluus</i>														x
161	<i>Lactarius vellereus</i>														x
162	<i>Leccinum griseum</i>														x
163	<i>Lepista nebularis</i>														x
164	<i>Mycena epipterygia</i>														x
165	<i>Russula claroflava</i>														x
166	<i>Russula fellea</i>														x
167	<i>Russula lepida</i>														x
168	<i>Schizophyllum commune</i>														x
Arten pro Zeitplot:		35	54	24	28	21	1	25	24	5	23	31	28	8	56

Tabelle 17: Agaricales-Arten in Wäldern des Gackelsbergs/Limbach am 30.10.1999, 7 verschieden lange Zeitplots von 11 bis 35 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 22

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]						
		I [35]	II [25]	III [22]	IV [34]	V [35]	VI [39]	VII [11]
1	<i>Amanita muscaria</i>	x		x		x	x	x
2	<i>Amanita vaginata</i>	x						
3	<i>Baeospora myosura</i>	x	x					
4	<i>Chalciporus piperatus</i>	x						
5	<i>Chroogomphus rutilus</i>	x						
6	<i>Clitocybe clavipes</i>	x	x			x		
7	<i>Clitocybe costata</i>	x						
8	<i>Clitocybe dicolor</i>	x		x	x		x	
9	<i>Clitocybe nebularis</i>	x	x		x		x	
10	<i>Clitocybe rivulosa</i>	x						
11	<i>Collybia asema</i>	x	x	x	x	x	x	x
12	<i>Collybia confluens</i>	x						
13	<i>Collybia dryophila</i>	x	x	x				
14	<i>Collybia peronata</i>	x						
15	<i>Coprinus auricomus</i>	x						
16	<i>Coprinus lagopus</i>	x						
17	<i>Coprinus spec. A</i>	x						
18	<i>Cortinarius hemitrichus</i>	x			x	x	x	
19	<i>Crepidotus variabilis</i>	x	x		x	x		
20	<i>Galerina mniophila</i>	x	x					
21	<i>Galerina pumila</i>	x	x		x		x	
22	<i>Gymnopilus penetrans</i>	x	x	x	x	x	x	x
23	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> hell	x			x	x	x	
24	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>	x	x	x	x	x	x	
25	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x	x			x	x	
26	<i>Inocybe gausapata</i>	x						
27	<i>Inocybe hirtella</i>	x						
28	<i>Inocybe xanthodisca</i>	x						
29	<i>Laccaria proxima</i>	x	x					
30	<i>Leccinum scabrum</i>	x						x
31	<i>Macrolepiota procera</i>	x		x			x	
32	<i>Mycena chlorinella</i>	x	x		x	x		

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]						
		I [35]	II [25]	III [22]	IV [34]	V [35]	VI [39]	VII [11]
33	<i>Mycena epipterygia</i>	x		x	x			x
34	<i>Mycena galericulata</i>	x			x			x
35	<i>Mycena galopoda</i>	x	x	x	x	x		x
36	<i>Mycena pura</i>	x			x	x		x
37	<i>Mycena vitilis</i>	x				x		
38	<i>Paxillus involutus</i>	x	x	x	x	x	x	x
39	<i>Pluteus atricapillus</i>	x						
40	<i>Psathyrella prona</i>	x						
41	<i>Rhodophyllus sericeus</i>	x						
42	<i>Russula aeruginea</i>	x						
43	<i>Russula integra</i>	x						
44	<i>Russula laricina</i>	x					x	
45	<i>Russula pectinatoides</i>	x						
46	<i>Russula puellaris</i>	x						
47	<i>Russula velenovskyi</i>	x						
48	<i>Suillus granulatus</i>	x					x	
49	<i>Tricholoma terreum</i>	x						x
50	<i>Tubaria conspersa</i>	x		x			x	
51	<i>Tubaria furfuracea</i>	x					x	
52	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	x	x	x	x	x		
53	<i>Xerocomus subtomentosum</i>	x	x				x	
54	<i>Clitocybe ditopa</i>		x		x			x
55	<i>Clitopilus prunulus</i>		x					x
56	<i>Cystoderma amianthinum</i>		x		x			
57	<i>Hygrophorus hypothecus</i>		x					
58	<i>Hypholoma capnoides</i>		x				x	
59	<i>Lactarius quietus</i>		x	x				
60	<i>Mycena oortiana</i>		x					
61	<i>Pholiota lenta</i>		x					
62	<i>Russula caerulea</i>		x	x			x	x
63	<i>Xerocomus badius</i>		x	x	x		x	x
64	<i>Agaricus sylvaticus</i>			x				

Tabelle 17: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]						
		I [35]	II [25]	III [22]	IV [34]	V [35]	VI [39]	VII [11]
65	<i>Amanita citrina</i>			x				
66	<i>Clitocybe suaveolens</i>			x			x	
67	<i>Collybia cirrhata</i>			x				
68	<i>Cortinarius decipiens</i>			x				
69	<i>Cortinarius obtusus</i>			x		x		
70	<i>Inocybe cookei</i>			x				
71	<i>Inocybe geophylla</i>			x	x			
72	<i>Lactarius blennius</i>			x	x			
73	<i>Lactarius glycosmus</i>			x				
74	<i>Oudemansiella platyphylla</i>			x				
75	<i>Rhodophyllus rhodopolius</i>			x	x	x		
76	<i>Russula fragilis</i>			x				
77	<i>Russula raoultii</i>			x				
78	<i>Russula turci</i>			x	x	x	x	
79	<i>Stropharia aeruginosa</i>			x			x	
80	<i>Tricholoma saponaceum</i>			x				
81	<i>Xerocomus pruinatus</i>			x	x			
82	<i>Amanita rubescens</i>				x			
83	<i>Boletus edulis</i>				x	x	x	x
84	<i>Clitocybe species A</i>				x			
85	<i>Coprinus comatus</i>				x			
86	<i>Coprinus subdisseminatus</i>				x			
87	<i>Crepidotus cesatii</i>				x	x		
88	<i>Galerina nana</i>				x			
89	<i>Hebeloma mesophaeum</i>				x		x	x
90	<i>Hebeloma radicosum</i>				x			
91	<i>Hygrophorus pustulatus</i>				x		x	
92	<i>Laccaria amethystina</i>				x		x	
93	<i>Laccaria laccata</i>				x			
94	<i>Laccaria tortilis</i>				x			
95	<i>Lepiota castanea</i>				x		x	
96	<i>Melanoleuca melaleuca</i>				x			x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]						
		I [35]	II [25]	III [22]	IV [34]	V [35]	VI [39]	VII [11]
97	<i>Mycena zephrus</i>				x			x
98	<i>Panellus stypticus</i>				x			
99	<i>Psathyrella pseudogracilis</i>				x			
100	<i>Rickenella fibula</i>				x			
101	<i>Russula atropurpurea</i>				x			
102	<i>Russula badia</i>				x			
103	<i>Russula sardonica</i>				x			x
104	<i>Clitocybe alba</i>							x
105	<i>Clitocybe alexandri</i>							x
106	<i>Collybia butyracea</i>							x
107	<i>Dermocybe cinnamomeobadia</i>							x
108	<i>Galerina laevis</i>						x	
109	<i>Lepista inversa</i>						x	x
110	<i>Mycena alcalina</i>						x	
111	<i>Suillus luteus</i>						x	
112	<i>Tricholoma imbricatum</i>						x	
113	<i>Tricholomopsis rutilans</i>						x	
114	<i>Clitocybe odora</i>							x
115	<i>Clitocybe tuba</i>							x
116	<i>Cortinarius species A</i>							x
117	<i>Cystolepiota sistrata</i>							x
118	<i>Gomphidius glutinosus</i>							x
119	<i>Inocybe cervicolor</i>							x
120	<i>Macrolepiota rhacodes</i>							x
121	<i>Russula erythropoda</i>							x
122	<i>Russula nauseosa</i>							x
123	<i>Tricholoma sulphureum</i>							x
124	<i>Coprinus micaceus</i>							x
125	<i>Mycena rosea</i>							x
	Artenzahl pro Plot:	53	27	33	46	38	41	10

**Tabelle 18:** Agaricales-Arten im Mühlenwald/Sitterswald am 27.9.1992, 4 verschieden lange Zeitplots von 12 bis 50 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 23

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [12]	II [21]	III [50]	IV [19]
1	<i>Amanita phalloides</i>	x		x	
2	<i>Armillariella mellea</i>	x	x	x	x
3	<i>Clitocybe dicolor</i>	x			
4	<i>Collybia asema</i>	x	x	x	x
5	<i>Cortinarius species A</i>	x			
6	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x	x	x	x
7	<i>Hypholoma fasciculare</i> var. <i>densiphylla</i>	x			
8	<i>Lactarius deterrimus</i>	x			
9	<i>Lactarius quietus</i>	x		x	x
10	<i>Macrolepiota rhacodes</i>	x			
11	<i>Mycena pelianthina</i>	x	x		x
12	<i>Mycena pura</i>	x			
13	<i>Mycena rosea</i>	x	x	x	x
14	<i>Russula chloroides</i>	x		x	x
15	<i>Russula cyanoxantha</i>	x	x		x
16	<i>Suillus grevillei</i>	x	x		
17	<i>Tricholoma scalpturatum</i>	x		x	
18	<i>Amanita citrina</i>		x	x	x
19	<i>Amanita citrina</i> var. <i>alba</i>		x	x	x
20	<i>Clitocybe cerussata</i>		x		
21	<i>Coprinus comatus</i>		x		
22	<i>Coprinus lagopus</i>		x		
23	<i>Cortinarius glaucopus</i>		x		
24	<i>Cortinarius hinnuleus</i>		x	x	
25	<i>Cortinarius species 2</i>		x		
26	<i>Cortinarius species C</i>		x		
27	<i>Cortinarius torvus</i>		x		x
28	<i>Cortinarius trivialis</i>		x		
29	<i>Cortinarius vitellinopes</i>		x		
30	<i>Gymnopilus spectabilis</i>		x		
31	<i>Hebeloma crustuliniforme</i>		x		x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [12]	II [21]	III [50]	IV [19]
32	<i>Hebeloma sinapizans</i>		x	x	
33	<i>Hygrophorus cossus</i>		x	x	
34	<i>Hypholoma sublateritium</i>		x		
35	<i>Inocybe corydalina</i>		x	x	
36	<i>Inocybe fastigiata</i>		x		
37	<i>Inocybe geophylla</i>		x		
38	<i>Inocybe maculata</i>		x	x	
39	<i>Laccaria amethystina</i>		x	x	
40	<i>Laccaria laccata</i>		x		x
41	<i>Lactarius blennius</i>		x	x	x
42	<i>Lactarius fulvissimus</i>		x		
43	<i>Lactarius subdulcis</i>		x		x
44	<i>Lactarius tithymalinus</i>		x		
45	<i>Lepiota clypeolaria</i>		x		x
46	<i>Mycena galopoda</i>		x		
47	<i>Oudemansiella radicata</i>		x	x	x
48	<i>Paxillus involutus</i>		x	x	
49	<i>Pluteus phlebophorus</i>		x	x	
50	<i>Psathyrella species A</i>		x		
51	<i>Psathyrella velutina</i>		x		
52	<i>Rhodophyllus rhodopolius</i>		x		
53	<i>Russula foetens</i>		x		
54	<i>Russula fragilis</i>		x		x
55	<i>Russula nigricans</i>		x		x
56	<i>Russula persicina</i>		x		
57	<i>Russula species A</i>		x		
58	<i>Agaricus abruptibulbus</i>			x	
59	<i>Agaricus silvicola</i>			x	x
60	<i>Amanita spissa</i>			x	x
61	<i>Clitocybe species A</i>			x	
62	<i>Clitocybe umbilicata</i>			x	
63	<i>Cortinarius infractus</i>			x	

Tabelle 18: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [12]	II [21]	III [50]	IV [19]
64	Hygrophorus leucophaeus			x	
65	Inocybe geophylla var. violacea			x	
66	Inocybe pyriodora			x	
67	Kühneromyces mutabilis			x	
68	Lepista irina			x	
69	Lepista nebularis			x	
70	Marasmiellus ramealis			x	
71	Marasmius lupuletorum			x	
72	Marasmius wynnei			x	
73	Mycena galericulata			x	
74	Mycena haematopoda			x	
75	Mycena maculata			x	
76	Mycena polygramma			x	
77	Mycena species A			x	
78	Oudemansiella platyphylla			x	x
79	Pluteus atricapillus			x	x
80	Psathyrella hydrophila			x	x
81	Psathyrella tephrophylla			x	
82	Russula atropurpurea			x	x
83	Russula densifolia			x	
84	Russula emetica var. sylvestris			x	x
85	Russula fellea			x	x
86	Russula ochroleuca			x	
87	Russula olivacea			x	
88	Russula parazurea			x	
89	Russula rosea			x	
90	Stropharia cyanea			x	
91	Tricholoma saponaceum var alba			x	
92	Volvariella media var.			x	
93	Cortinarius alboviolaceus				x
94	Cortinarius species 6				x
95	Cortinarius species 20				x
96	Lentinellus cochleatus				x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [12]	II [21]	III [50]	IV [19]
97	Russula lepida				x
98	Russula mairei				x
99	Russula vesca				x
100	Tricholoma lascivum				x
Artenzahl pro Plot:		17	47	55	36



**Tabelle 19:** Agaricales-Arten im Kappwald/Türkismühle am 17.9.1995, 4 z.T. gleichlange Zeitplots von 25 bis 60 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 24a,b

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [60]	II [60]	III [60]	IV [25]
1	Agaricales species A	x			
2	Agaricus campester	x			
3	Agaricus macrosporus	x			
4	Amanita citrina	x		x	
5	Amanita muscaria	x	x	x	
6	Amanita porphyria	x		x	
7	Amanita rubescens	x	x	x	x
8	Amanita vaginata	x			
9	Boletus edulis	x	x	x	
10	Chalciporus piperatus	x	x	x	
11	Clitocybe dicolor	x			
12	Clitocybe gibba	x			
13	Clitocybe suaveolens	x			
14	Clitopilus prunulus	x	x		
15	Collybia cirrhata	x	x	x	
16	Collybia dryophila	x	x		
17	Collybia maculata	x		x	
18	Collybia peronata	x	x	x	x
19	Coprinus species A	x			
20	Crepidotus variabilis	x	x	x	
21	Cystoderma amianthinum	x			
22	Gomphidius glutinosus	x	x	x	
23	Hebeloma crustuliniforme f. dunkel	x			
24	Hygrophoropsis aurantiaca	x	x	x	
25	Inocybe gausapata	x			x
26	Inocybe pudica	x			
27	Lactarius camphoratus	x	x	x	
28	Lactarius deterrimus	x		x	
29	Lactarius picinus	x			
30	Lactarius quietus	x	x	x	
31	Lactarius thejogalus	x	x	x	
32	Leccinum scabrum	x	x	x	x

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [60]	II [60]	III [60]	IV [25]
33	Micromphale perforans	x		x	
34	Mycena avenacea	x			
35	Mycena chlorinella	x			
36	Mycena galopoda	x	x	x	
37	Mycena oortiana	x			
38	Mycena pura	x			
39	Mycena pura f. psittacina	x			
40	Mycena rugosa	x	x		
41	Mycena sanguinolenta	x	x	x	x
42	Oudemansiella radicata	x		x	
43	Panellus mitis	x			
44	Paxillus involutus	x	x		x
45	Psathyrella species A	x			
46	Rickenella fibula	x	x	x	
47	Russula aeruginea	x			
48	Russula grisea	x	x		
49	Russula integra	x	x	x	
50	Russula lundellii	x	x	x	
51	Russula nitida	x			
52	Russula ochroleuca	x	x	x	
53	Russula parazurea	x	x	x	x
54	Russula puellaris	x		x	
55	Russula queletii	x			
56	Russula vitellina	x			
57	Schizophyllum commune	x			
58	Tricholomopsis rutilans	x			
59	Tubaria furfuracea	x	x	x	
60	Xerocomus badius	x	x	x	
61	Xerocomus pruinatus	x			x
62	Xerocomus spadiceus	x			
63	Amanita citrina var. alba		x		
64	Amanita fulva		x		

Tabelle 19: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [60]	II [60]	III [60]	IV [25]
65	<i>Amanita spissa</i>		x		
66	<i>Calocybe species A braun</i>		x		
67	<i>Clitocybe clavipes</i>		x		
68	<i>Collybia distorta</i>		x		
69	<i>Gymnopilus penetrans</i>		x	x	
70	<i>Laccaria proxima</i>		x	x	
71	<i>Lactarius necator</i>		x		
72	<i>Lactarius pyrogalus</i>		x		
73	<i>Lactarius quieticolor</i>		x		
74	<i>Lactarius subdulcis</i>		x		
75	<i>Lactarius tithymalinus</i>		x		
76	<i>Lactarius trivialis</i>		x		
77	<i>Leccinum aurantiacum</i>		x		
78	<i>Leccinum griseum</i>		x		
79	<i>Marasmiellus languidus</i>		x		
80	<i>Mycena galericulata</i>		x		
81	<i>Mycena vitilis</i>		x		
82	<i>Oudemansiella platyphylla</i>		x		
83	<i>Pluteus atricapillus</i>		x	x	
84	<i>Pluteus nanus</i>		x		
85	<i>Rhodophyllus rhodopolius</i>		x		
86	<i>Rhodophyllus staurosporus</i>		x		
87	<i>Russula brunneoviolacea</i>		x		
88	<i>Russula cyanoxantha</i>		x	x	
89	<i>Russula emeticicolor</i>		x		
90	<i>Suillus bovinus</i>		x		
91	<i>Tubaria conspersa</i>		x		
92	<i>Amanita crocea</i>			x	
93	<i>Amanita phalloides</i>			x	
94	<i>Coprinus micaceus</i>			x	
95	<i>Cortinarius decipiens</i>			x	x
96	<i>Cortinarius hemitrichus</i>			x	x
97	<i>Cortinarius limoneus</i>			x	
98	<i>Cortinarius obtusus</i>			x	
99	<i>Cortinarius species B</i>			x	

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot -Nr. [min]			
		I [60]	II [60]	III [60]	IV [25]
100	<i>Cortinarius species C</i>			x	
101	<i>Cortinarius traganus</i>			x	
102	<i>Hebeloma crustuliniforme hell</i>			x	x
103	<i>Hebeloma mesophaeum</i>			x	
104	<i>Hypholoma fasciculare</i>			x	
105	<i>Inocybe umbrina</i>			x	
106	<i>Laccaria amethystina</i>			x	x
107	<i>Laccaria laccata</i>			x	x
108	<i>Leccinum quercinum</i>			x	
109	<i>Marasmiellus ramealis</i>			x	
110	<i>Marasmius alliaceus</i>			x	
111	<i>Mycena species A</i>			x	
112	<i>Mycena species B</i>			x	
113	<i>Pluteus species A</i>			x	
114	<i>Russula amoena</i>			x	x
115	<i>Russula betulorum</i>			x	
116	<i>Russula claroflava</i>			x	
117	<i>Russula fellea</i>			x	
118	<i>Russula nigricans</i>			x	
119	<i>Russula turci</i>			x	
120	<i>Russula velenovskyi</i>			x	
121	<i>Clitocybe costata</i>				x
122	<i>Collybia confluens</i>				x
123	<i>Inocybe cookei</i>				x
124	<i>Inocybe dulcamara</i>				x
125	<i>Lactarius pubescens</i>				x
126	<i>Macrolepiota procera</i>				x
127	<i>Mycena galopoda var. nigra</i>				x
128	<i>Porphyrellus pseudoscaber</i>				x
129	<i>Rhodophyllus byssisedus</i>				x
130	<i>Russula fusca</i>				x
131	<i>Russula purpurata</i>				x
132	<i>Russula versicolor</i>				x
133	<i>Xerocomus subtomentosus</i>				x
Artenzahl pro Plot:		62	56	62	27

**Tabelle 20:** Agaricales-Arten im Halberg/Saarbrücken am 21.+22.9.1995, 6 verschieden lange Zeitplots von 27 bis 35 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 21c,d

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot-Nr. [min]					
		I [35]	II [34]	III [32]	IV [29]	V [32]	VI [27]
1	<i>Agaricus abruptibulbus</i>	x	x	x			x
2	<i>Agaricus semotus</i>	x	x	x	x		x
3	<i>Calocybe ionides</i>	x				x	
4	<i>Clitocybe costata</i>	x		x			
5	<i>Clitocybe dicolor</i>	x	x	x			
6	<i>Clitocybe gibba</i>	x	x	x	x	x	x
7	<i>Clitocybe hydrogramma</i>	x	x		x	x	x
8	<i>Clitocybe sinopica</i>	x					
9	<i>Collybia ingrata</i>	x	x	x			x
10	<i>Collybia marasmioides</i>	x	x		x		
11	<i>Collybia peronata</i>	x	x	x			
12	<i>Coprinus impatiens</i>	x		x			
13	<i>Cystolepiota sistrata</i>	x	x	x	x	x	x
14	<i>Hebelom crustuliniforme</i> var. <i>dunkel</i>	x					
15	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x	x	x		x	
16	<i>Hypholoma fasciculare</i> var. <i>densiphylla</i>	x			x		
17	<i>Inocybe cookei</i>	x	x			x	
18	<i>Lactarius subdulcis</i>	x					
19	<i>Lepiota aspera</i>	x	x	x			x
20	<i>Lepiota clypeolaria</i>	x		x	x	x	
21	<i>Lepiota cristata</i>	x					
22	<i>Lepiota ignicolor</i>	x	x	x			
23	<i>Lepiota ignivolvata</i>	x	x	x	x	x	x
24	<i>Lepiota kühneri</i>	x			x		
25	<i>Lepista gilva</i>	x	x	x	x	x	x
26	<i>Lepista nebularis</i>	x	x	x		x	x
27	<i>Lepista nuda</i>	x		x		x	x
28	<i>Lepista nuda</i> var. <i>lilacea</i>	x	x		x	x	x
29	<i>Macrolepiota rhacodes</i>	x	x	x		x	x
30	<i>Marasmius bulliardi</i>	x	x	x	x	x	x
31	<i>Marasmius lupuletorum</i>	x	x	x	x	x	x
32	<i>Marasmius wynnei</i>	x	x	x	x	x	x
33	<i>Mycena crocata</i>	x	x				
34	<i>Mycena galopoda</i>	x	x	x	x	x	x
35	<i>Mycena inclinata</i>	x	x				
36	<i>Mycena pelianthina</i>	x					x
37	<i>Mycena pura</i>	x	x	x	x	x	x
38	<i>Mycena rosea</i>	x	x	x	x	x	x
39	<i>Mycena rugosa</i>	x		x	x		x
40	<i>Mycena vitilis</i>	x	x	x		x	x
41	<i>Oudemansiella platyphylla</i>	x	x	x	x	x	
42	<i>Oudemansiella radicata</i>	x		x		x	
43	<i>Panellus stypticus</i>	x					
44	<i>Paxillus involutus</i>	x		x			
45	<i>Psathyrella species A</i>	x			x		
46	<i>Psathyrella species D</i>	x					
47	<i>Rhodophyllus species C</i>	x					
48	<i>Rhodophyllus staurosporus</i>	x					
49	<i>Russula parazurea</i> f. <i>hellgrau</i>	x	x				
50	<i>Tricholoma sulphureum</i>	x					
51	<i>Xerocomus chrysenteron</i>	x		x			
52	<i>Xerocomus pruinatus</i>	x					x
53	<i>Xerocomus rubellus</i>	x					

Tabelle 20: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot-Nr. [min]					
		I [35]	II [34]	III [32]	IV [29]	V [32]	VI [27]
54	<i>Collybia asema</i>		x	x		x	x
55	<i>Hydropus subalpinus</i>		x				x
56	<i>Inocybe geophylla</i>		x	x			
57	<i>Kühneromyces mutabilis</i>		x	x			
58	<i>Lepiota albolongipes</i>		x				
59	<i>Lepiota felina</i>		x				
60	<i>Marasmius rotula</i>		x		x		x
61	<i>Mycena oortiana</i>		x	x	x	x	x
62	<i>Mycena sanguinolenta</i>		x	x	x	x	x
63	<i>Oudemansiella radicata</i> var. minor		x				
64	<i>Pluteus cinereofuscus</i>		x			x	
65	<i>Rhodophyllus rhodopolius</i>		x		x		
66	<i>Rhodophyllus staurosporus</i> var. A		x				
67	<i>Clitocybe odora</i>			x			
68	<i>Clitocybe phyllophila</i>			x			x
69	<i>Coprinus micaceus</i>			x		x	
70	<i>Cystolepiota bucknallii</i>			x		x	
71	<i>Gymnopilus penetrans</i>			x	x		
72	<i>Laccaria laccata</i>			x	x		
73	<i>Lepiota mariagei</i>			x			x
74	<i>Mycena species E</i>			x			
75	<i>Pholiotina intermedia</i>			x			
76	<i>Rhodophyllus sordidulus</i>			x		x	
77	<i>Russula chloroides</i>			x			
78	<i>Stropharia cyanea</i>			x		x	x
79	<i>Crepidotus luteolus</i>				x		x
80	<i>Hemimycena cucullata</i>				x		
81	<i>Lepista inversa</i>				x	x	x
82	<i>Macrocystidia cucumis</i>				x		
83	<i>Macrolepiota procera</i>				x		
84	<i>Melanoleuca grammopodia</i>				x		x
85	<i>Pluteus atricapillus</i>				x		x
86	<i>Psathyrella velutina</i>				x		
87	<i>Rhodophyllus species A</i>				x	x	
88	<i>Agaricus silvicola</i>					x	
89	<i>Crepidotus variabilis</i>					x	x
90	<i>Cystolepiota sororia</i>					x	x
91	<i>Inocybe maculata</i>					x	
92	<i>Mycena haematopoda</i>					x	
93	<i>Pholiota lenta</i>					x	
94	<i>Tubaria furfuracea</i>					x	
95	Agaricales species A						x
96	<i>Clitocybe suaveolens</i>						x
97	<i>Coprinus comatus</i>						x
98	<i>Lepiota castanea</i>						x
99	<i>Mycena chlorinella</i>						x
100	<i>Mycena rorida</i>						x
101	<i>Psathyrella multipedata</i>						x
102	<i>Psathyrella species B</i>						x
103	<i>Rhodophyllus species A2</i>						x
104	<i>Rhodophyllus species B</i>						x
Artenzahl pro Plot:		53	42	47	35	39	47

**Tabelle 22:** Agaricales-Arten im Mühlenwald/Sitterswald am 1.11.1992, 10 z.T. verschiedenen lange Zeitplots von 4 bis 32 min; Aufnahme: J.A. SCHMITT; zu Abb. 27

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]									
		I [28]	II [29]	III [30]	IV [29]	V [28]	VI [30]	VII [32]	VIII [12]	IX [6]	X [4]
1	<i>Amanita citrina</i>	x			x	x	x		x		
2	<i>Armillariella mellea</i> s.l.	x	x	x	x	x	x	x	x		
3	<i>Clitocybe dicolor</i>	x	x	x	x	x	x	x			
4	<i>Clitocybe phyllophila</i>	x				x		x	x		
5	<i>Collybia asema</i>	x	x	x	x	x	x	x		x	
6	<i>Coprinus comatus</i>	x									
7	<i>Cortinarius</i> cf. <i>alboviolaceus</i>	x									
8	<i>Hygrophorus lucorum</i>	x		x							
9	<i>Hypholoma fasciculare</i>	x	x		x	x	x		x	x	
10	<i>Hypholoma sublateritium</i>	x									
11	<i>Laccaria amethystina</i>	x	x		x	x	x	x	x		
12	<i>Lepista inversa</i>	x				x		x			
13	<i>Lepista nebularis</i>	x	x			x					
14	<i>Lepista nuda</i>	x		x	x		x		x	x	
15	<i>Mycena aetites</i>	x									x
16	<i>Mycena polygramma</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		
17	<i>Mycena rosea</i>	x	x	x		x				x	
18	<i>Panellus stypticus</i>	x			x	x	x	x	x	x	
19	<i>Pholiota gummosa</i>	x									
20	<i>Pholiota muelleri</i>	x									
21	<i>Ripartites helomorphus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
22	<i>Russula fragilis</i>	x	x								
23	<i>Tricholoma sculpturatum</i>	x		x							
24	<i>Xerocomus pruinatus</i>	x							x		
25	<i>Clitocybe odora</i>		x					x			
26	<i>Collybia cirrhata</i>		x								
27	<i>Cortinarius</i> species 2		x								
28	<i>Crepidotus cesatii</i>		x	x							
29	<i>Crepidotus variabilis</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	
30	<i>Inocybe geophylla</i> var. <i>violacea</i>		x	x	x						
31	<i>Laccaria bicolor</i> f. <i>laccata</i>		x								
32	<i>Micromphale foetidum</i>		x								
33	<i>Mycena pura</i>		x	x	x	x					
34	<i>Mycena vitilis</i> cf.		x	x			x	x			
35	<i>Pluteus atricapillus</i>		x								
36	<i>Pluteus phlebophorus</i>		x								
37	<i>Russula nigricans</i>		x	x	x	x	x	x	x		
38	<i>Russula ochroleuca</i>		x								
39	<i>Tephroclype rancida</i>		x	x				x			
40	<i>Tricholoma lascivum</i>		x					x			
41	<i>Tricholoma sulphureum</i>		x		x	x	x				
42	<i>Tubaria furfuracea</i>		x								
43	<i>Galerina marginata</i>			x							
44	<i>Hebeloma radicosum</i>			x							
45	<i>Inocybe geophylla</i>			x						x	
46	<i>Marasmiellus ramealis</i>			x	x	x		x			
47	<i>Mycena galericulata</i>			x	x	x	x	x			
48	<i>Mycena inclinata</i>			x		x	x	x			
49	<i>Mycena maculata</i>			x		x	x				
50	<i>Oudemansiella radicata</i>			x							
51	<i>Psathyrella hydrophila</i>			x				x		x	
52	<i>Psathyrella pseudograticis</i> cf.			x							

Tabelle 22: Fortsetzung

Lfd. Nr.	Agaricales-Arten s.l. wissenschaftlicher Name	Zeitplot [min]									
		I [28]	II [29]	III [30]	IV [29]	V [28]	VI [30]	VII [32]	VIII [12]	IX [6]	X [4]
53	<i>Clitocybe umbilicata</i>				x	x			x		
54	<i>Coprinus micaceus</i>				x					x	
55	<i>Gymnopilus penetrans</i>				x						
56	<i>Hygrohorus cossus</i>				x		x				
57	<i>Inocybe species A</i>				x						
58	<i>Laccaria laccata</i>				x						
59	<i>Lactarius subdulcis</i>				x	x					
60	<i>Lepiota clypeolaria</i>				x						
61	<i>Mycena galopoda</i>				x		x	x			
62	<i>Psathyrella species A</i>				x						
63	<i>Russula emetica</i> var. <i>silvestris</i>				x	x	x	x		x	
64	<i>Russula fellea</i>				x			x			
65	<i>Schizophyllum commune</i>				x		x	x	x		
66	<i>Stropharia aeruginosa</i>				x						
67	<i>Xerocomus subtomentosus</i> var. <i>rufum</i>				x						
68	<i>Clitocybe dealbata</i>					x	x	x			
69	<i>Clitocybe rivulosa</i>					x					
70	<i>Cortinarius species C</i>					x					
71	<i>Cystoderma amianthinum</i>					x	x				
72	<i>Hygrophorus leucophaeus</i>					x					
73	<i>Agaricales species A</i>						x				
74	<i>Cortinarius hinnuleus</i>						x				
75	<i>Cortinarius species 6</i>						x				
76	<i>Crepidotus amygdalosporus</i>						x				
77	<i>Inocybe species 3</i>						x				
78	<i>Lactarius blennius</i>						x	x			
79	<i>Lactarius necator</i>						x				
80	<i>Lactarius vellereus</i>						x	x			
81	<i>Oudemansiella platyphylla</i>						x		x		
82	<i>Russula lepida</i>						x				
83	<i>Russula mairei</i>						x				
84	<i>Tubaria conspersa</i>						x				
85	<i>Collybia peronata</i>							x			
86	<i>Mycena sanguinolenta</i>							x			
87	<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>								x		
88	<i>Paxillus involutus</i>								x		
89	<i>Pholiota lenta</i>									x	
90	<i>Galerina pumila</i>										x
	Arten pro Zeitplot:	24	28	26	32	29	36	27	18	11	2