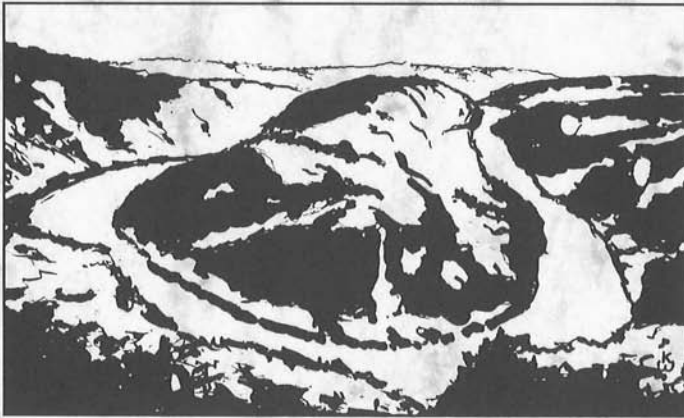


*Abhandlungen
der*
DELATTINIA

Aus Natur und Landschaft im Saarland

Band 27 (2001)



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

Autorenrichtlinien

Inhalt: Die DELATTINIA publiziert Originalmanuskripte aus den Bereichen Biogeographie, Botanik und Zoologie, chorologischer, ökologischer und systematischer Art, auch unter Berücksichtigung von Belangen des Naturschutzes, vorrangig über die Flora und Fauna des Saarlandes.

Die Arbeiten dürfen in gleicher oder ähnlicher Fassung nicht bereits an anderer Stelle zur Veröffentlichung eingereicht oder veröffentlicht sein. Verfasser längerer Arbeiten sollten angesichts gestiegener Druckkosten um eine gestraffte Textfassung und sparsame Illustration bemüht sein. Die Autoren sind inhaltlich für ihre Arbeiten verantwortlich.

Kosten: Der Druck ist für die Mitglieder der DELATTINIA kostenfrei. Von Nichtmitgliedern kann ein Druckkostenzuschuss erhoben werden. Bei Farbabbildungen ist ein Druckkostenzuschuss des Autors erforderlich.

Pro Artikel werden 30 Exemplare kostenlos als Sonderdrucke zur Verfügung gestellt. Weitere Exemplare können auf Wunsch zu Lasten des Autors bei der Auflagenhöhe berücksichtigt werden.

Form: Die Manuskripte sind als Probeausdruck in DIN-A 4-Format incl. Diskette, Datei in Winword als Ausgabeformat (Word 2000 oder Vorgängerversion), an die Schriftleitung der DELATTINIA einzureichen.

Deadline für die Einreichung von Manuskripten für den nächsten Jahresband ist jeweils der 30. Juni.

Formatierungen nach folgendem Beispiel:

Titel

Autor (ausgeschriebener Vor- und Familienname)

Kurzfassung: Den Arbeiten muß eine wenigzeilige Kurzfassung in deutsch, nachfolgend in englisch und/oder evtl. in französisch (résumé) mit „keywords“ in den entsprechenden Sprachen vorangestellt sein.

Abstract:

Keywords:

Titel (14 Punkt, zentriert) und Autor (12 Punkt, zentriert) ebenso wie die linksbündigen durchnummerierten Kapitelüberschriften (12 Punkt) fett und mit je zwei Zeilen Abstand. Die erste Zeile eines einzeilig in Blocksatz erstellten Textes wird um 0,5 cm eingerückt. Ränder oben, links und rechts 2,5 cm, unten 3 cm. Keine Paginierung und nicht automatische Silbentrennungen vornehmen.

Fortsetzung der Autorenrichtlinien auf der Innenseite des hinteren Einbanddeckels.

Abhandlungen der DELATTINIA

Aus Natur und Landschaft im Saarland

Band 27 (2001)

Herausgegeben von der DELATTINIA

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

SCHRIFTFÜHRUNG:
DR. HARALD SCHREIBER

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

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

ERSCHEINUNGSORT:
SAARBRÜCKEN

Das Titelbild und Vereinslogo wurde von Kurt Wild entworfen.
Es stellt die Saarschleife dar, die als das überregional bekannteste saarländische Landschaftsmotiv angesehen werden kann.

Inhalt:

Mues, R.:	Nachruf: Dr. h. c. Paul Haffner (17.6.1905 – 12.10.2001).....	5
Sauer, E.:	Wälder im südlichen Saarland.....	15
Schneider, T.:	Funde bemerkenswerter und gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen im Saarland und seinen Randgebieten, 2. Folge (1999 – 2001).....	29
Weicherding, F.-J.:	Zur Verbreitung und Soziologie des Schwarzen Streifenfarns, <i>Asplenium adiantum-nigrum</i> (Aspleniaceae) im saarländisch-pfälzisch-lothringischen Grenzraum.....	85
Lauer, H.:	Moosgesellschaften der Pfalz - Teil I: Die Moosgesellschaften der Ordnung <i>Hylocomietalia splendentis</i> GILLET.....	105
Schmitt, J. A.:	Zur Zuverlässigkeit der Werte von Arten-Diversität R und Minimum-Areal M aus hyperbolischen Arten/Areal-Kurven.....	153
Schmitt, T.:	Beobachtungen zum Eiablageverhalten und zu Raupenfutterpflanzen von Tagfaltern und Widderchen im südwestlichen Hunsrück im Jahr 2001.....	203
Werno, A.:	Neue Großschmetterlingsarten und bemerkenswerte weitere Funde von Lepidopteren im Saarland.....	213
Werno, A.:	Neue Arten von Kleinschmetterlingen für die saarländische Lepidopterenfauna mit 3 Erstnachweisen für die Bundesrepublik Deutschland.....	229
Ulrich, R.:	Fünf europaweit gefährdete Tagfalter des Saarlandes.....	245
Ulrich, R.:	Neue und bemerkenswerte Funde von Tagfaltern im Saarland.....	255
Schreiber, H.:	Buchbesprechung: NIEHUIS, M. (2001): Die Bockkäfer in Rheinland-Pfalz und im Saarland.....	267

Zur Zuverlässigkeit der Werte von Arten-Diversität R und Minimum-Areal M aus hyperbolischen Arten/Areal-Kurven

Johannes A. Schmitt

Title: The responsibility of values of the species diversity R and the minimum area M calculated from hyperbolic species/area-curves.

Titre: De la fiabilité des valeurs de la diversité d'espèces R et de l'aire minimum M déduites des courbes hyperboliques d'espèces/aire.

Zusammenfassung: Für die in SCHMITT (1999) dargestellten Arten/Areal-Kurven werden mittels SigmaPlot-Programm Korrelationskoeffizienten für die lineare Regression (HANES-Transformation) bzw. die direkte hyperbolische Regression errechnet, bei welcher sie im Mittel den sehr guten Wert von $r = 0,9842$ erreichen. Die aus den beiden Regressionsfunktionen errechneten Hyperbelkonstanten R (Arten-Diversität) und M der Arten/Areal-Kurven, ergänzt durch die Mittlere Arten-Densität $D = R/M$, werden mit ihren Standardabweichungen tabellarisch zusammengestellt. Diese Daten erlauben bessere Beurteilungen und Vergleiche von Ergebnissen verschiedener Arten/Areal-Kurven.

Schlüsselwörter: Statistische, hyperbolische Arten/Areal-Kurven, Artendiversität R, Minimum-Areal M, Standardabweichungen, Korrelationskoeffizienten, SigmaPlot, Höhere Pilze.

Abstract: For all species/area-curves, shown in SCHMITT (1999), the correlation coefficients in the linear regression (HANES-transformation) and in the direct hyperbolic regression are calculated with the program SigmaPlot. In the latter case, r shows the excellent mean value of 0,9842. The constants R (species diversity) and M of the hyperbolic species/area-curves are calculated together with their standard errors from the two regression functions and listed, together with the mean species density $D = M/R$. These data allow a better estimation and comparison of values in different species/area-curves.

Keywords: Statistical, hyperbolic species/area-curves, species diversity R, minimum area M, standard errors, correlation coefficients, SigmaPlot, Higher Fungi.

Résumé: Les courbes d'espèces/aire présentées par SCHMITT (1999) ont été exploitées de la façon suivante: Les coefficients de corrélation de la régression linéaire (transformation de HANES) et de la régression hyperbolique directe ont été calculés à l'aide du logiciel SigmaPlot. Le coefficient de corrélation moyen de la régression hyperbolique atteint l'excellente valeur de $r = 0,9842$. Les constantes hyperboliques R (diversité d'espèces) et M des courbes d'espèces/aire déduites des deux fonctions de régression, complétées par la densité moyenne d'espèces $D = R/M$, sont présentées avec leurs écarts-types. Ces données permettent une meilleure appréciation et une comparaison plus aisée des résultats de différentes courbes d'espèces/aire.

Mots clé: Courbes statistiques hyperboliques d'espèces/aire, diversité d'espèces R, aire minimum M, écarts-types, coefficients de corrélation, SigmaPlot, Champignons supérieurs

1. Einleitung

Bei der Vorstellung des neuen Verfahrens zur Erstellung statistischer Arten/Areal-Kurven und der Ermittlung der charakteristischen Konstanten der Hyperbelfunktionen aus der Bestgeradenfunktion (lineare Regression) der HANES-Transformation (SCHMITT 1999) war ein wichtiger Aspekt noch nicht ausführlich angesprochen worden: Die Zuverlässigkeit der errechneten Werte für die Arten-Diversität R und das Minimum-Areal M sowie der Mittleren Arten-Densität $D = R/M$. Aus der Lage der umgerechneten, experimentellen Daten um die Bestgerade der HANES-Transformation läßt sich deren Korrelationskoeffizient berechnen, welcher die Güte der linearen Näherung angibt: je näher dieser Wert dem Wert 1 kommt, umso besser folgt die Punkteschar einer Geradenfunktion. Der Korrelationskoeffizient r gibt aber noch keine Information zu den Standardabweichungen s der Werte von R und M, die als charakteristische Konstanten der zugrundeliegenden hyperbolischen Arten/Areal-Kurvenfunktion aus dieser Bestgeraden errechnet werden.

In SCHMITT (1999) wurden die Hyperbelkonstanten für Arten/Areal-Kurven aus der Bestgeraden (Lineare Regression) der HANES-transformierten Werte aufgearbeiteter experimenteller Daten ermittelt. Diese Geradenfunktion und deren Korrelationskoeffizient wurden von dem verwendeten Programm Harvard Graphics leider nicht ausgegeben. Die Funktion der Bestgeraden wurde „von Hand“ über die 2-Punkte-Form aus 2 Wertepaaren der Bestgeraden errechnet. Aus den erhaltenen Werten für deren Steigung m und deren Ordinatenabschnitt n konnten dann die Konstanten R und M errechnet werden. Diese Werte sind hier mit höherer Genauigkeit als die gerundeten Werte in SCHMITT (1999) in den tabellarischen Datenzusammenstellungen der hier betrachteten Fälle 2 bis 36 unter dem Stichwort „SCHMITT 1999“ zum Vergleich mit den neuerarbeiteten Ergebnissen aufgeführt.

Unter Zuhilfenahme des Programmes **SigmaPlot95** sollen nun alle in SCHMITT (1999) bearbeiteten und dargestellten, hyperbolischen Arten/Areal-Kurven auf die Zuverlässigkeit ihrer Konstanten R und M geprüft werden. Hierzu sollen einerseits die lineare Regression der HANES-Transformation, andererseits die direkte hyperbolische Regression (Fitting) vom Programm berechnet werden. Für beide Regressionen sollen die Korrelationskoeffizienten r und die charakteristischen Konstanten der Regressionsfunktionen mit den zugehörigen Standardabweichungen s angegeben werden. Aus den Konstanten der Regressionsfunktionen lassen sich die Werte von R und M sowie $D = R/M$ sowie deren Standardabweichungen ablesen bzw. berechnen. Auf der Basis dieser Zuverlässigkeitsparameter werden die in SCHMITT (1999) dargestellten Ergebnisse einer Nachbetrachtung unterzogen.

2. Methodik

Am Beispiel einer neu erarbeiteten, statistischen Arten/Areal-Kurve (**Fall 1**) für den **Rauschbeeren-Kiefernmoorwald** im Naturschutzgebiet „Naturwaldzelle Jägersburger Moor“ (siehe SCHMITT 2002) soll das Verfahren zur Zuverlässigkeitsprüfung der hyperbolischen Näherung und der beiden zugehörigen Hyperbelkonstanten R und M sowie deren Quotient D erläutert werden.

2.1 Berechnung von R, M und D aus der HANES-Regressionsgeraden

Die mittels Rot6-Statistik (vgl. SCHMITT 1999) aufgearbeiteten experimentellen Daten (im Gebiet erhobene Pilzartenlisten) aus 6 Probestellen des genannten Gebietes werden über die HANES-Transformation in a, a/s-Wertepaare (a = Fläche in m², s = zugehörige Pilzartenzahl) umgerechnet und diese Daten vom Programm SigmaPlot einer linearen Regression unterworfen. Das Programm gibt als Ergebnis der Bestgeraden für die HANES-transformierten Werte die Funktion der allgemeinen Form

$$(I) \quad y = m \cdot x + n$$

aus; für den **Fall 1** mit dem **Korrelationskoeffizienten von r = 0,8136** und den mit Standardabweichungen versehenen Werten für die Geradenkonstanten **m = 0,0107 ± 0,0013** bzw. **n = 7,5606 ± 1,2589**. Diese Werte sind hier noch nicht gerundet, um bei nachfolgenden Umrechnungen keine zusätzlichen Ungenauigkeiten zu erzeugen. Obiger Gleichung entspricht die HANES-transformierte Hyperbel in folgender Form:

$$(II) \quad a/s = a/R + M/R$$

d.h. a/s = y, 1/R = m, a = x, M/R = n, bezogen auf Funktion (I).

Berechnung von R:

Aus dem angegebenen Wert für m errechnet sich **R** folgendermaßen:

$$m = 1/R, \text{ d.h. } R = 1/m = 1/0,0107 = \mathbf{93,4579 \text{ Pilzarten.}}$$

Berücksichtigt man die Standardabweichung von m (= ± 0,0013), so ergibt sich für den

- **Oberen Grenzwert von R** = 1/(m – Standardabweichung) = 1/(0,0107 – 0,0013) =
106,3830 Pilzarten,

- **Unteren Grenzwert von R** = 1/(m + Standardabweichung) = 1/(0,0107 + 0,0013) =
83,3333 Pilzarten.

Errechnet man nun die Differenzen zwischen dem Wert R = 93,4579 Arten und seinem oberen bzw. unteren Grenzwert, so ergeben sich die **Standardabweichungen für die Arten-Diversität R im Fall 1** zu:

$$R = 93,4579 + 12,9251 \text{ Pilzarten} \\ - 10,1246$$

Die über die HANES-Regressionsgerade errechneten Standardabweichungen von R sind nicht symmetrisch

Berechnung von M:

Die Konstante **M** errechnet sich aus den bereits vorliegenden Werten von **n** und **R** wie folgt:

$$M/R = n, \text{ d.h. } M = n \cdot R = 7,5606 \cdot 93,4579 = \mathbf{706,5978 \text{ m}^2}.$$

Da nun sowohl R als auch n die voran dokumentierten Standardabweichungen aufweisen, werden daraus die Standardabweichungen für M wie folgt berechnet:

- **Oberer Grenzwert von M** = (n + Standardabweichung) · (R + Standardabweichung) =
(7,5606 + 1,2589) · (93,4579 + 12,9251) = **938,2449 m².**

- **Unterer Grenzwert von M** = (n – Standardabweichung) · (R – Standardabweichung) =
(7,5606 – 1,2589) · (93,4579 – 10,1246) = **525,1331 m².**

Errechnet man nun die Differenzen zwischen dem Wert $M = 706,5978$ und seinem oberen bzw. unteren Grenzwert, so ergeben sich die **Standardabweichungen für den Wert des Minimum-Areals M im Fall 1** zu:

$$M = 706,5978 + 231,6471 \text{ Pilzarten} \\ - 181,4647$$

Auch hier sind die Standardabweichungen nicht symmetrisch.

Berechnung von D:

Die Mittlere Arten-Densität **D** errechnet sich als Quotient aus R und M. Für den **Fall 1** ergibt sich:

$$D = R/M = 93,4579/706,5978 = \mathbf{0,1323 \text{ Arten/m}^2}.$$

Die Standardabweichungen für D errechnen sich aus R und M mit ihren jeweiligen Standardabweichungen wie folgt:

$$\text{- Oberer Grenzwert von D} = (R + \text{Standardabweichung}) / (M - \text{Standardabweichung}) = \\ (93,4579 + 12,9251) / (706,5978 - 181,4647) = \mathbf{0,2026 \text{ Arten/m}^2}$$

$$\text{- Unterer Grenzwert von D} = (R - \text{Standardabweichung}) / (M + \text{Standardabweichung}) = \\ (93,4579 - 10,1246) / (706,5978 + 231,6471) = \mathbf{0,0888 \text{ Arten/m}^2}.$$

Errechnet man die Differenzen zwischen dem Wert $D = 0,1323$ und seinem oberen bzw. unteren Grenzwert, so ergeben sich die **Standardabweichungen für den Wert der Arten-Densität D (= Anfangssteigung der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve) im Fall 1** zu:

$$D = 0,1323 + 0,0703 \text{ Arten/m}^2 \\ - 0,0435$$

2.2 Berechnung von R, M und D aus der hyperbolischen Regression

Gibt man die mittels Rot6-Statistik aufgearbeiteten, experimentellen Daten aus den Pilzartenlisten der 6 Probeflächen des Rauschbeeren-Kiefernmoorwaldes aus **Fall 1** direkt als a, s-Wertepaare in das Programm SigmaPlot ein und läßt dafür die hyperbolische Regression für eine rechtwinklige Hyperbel ausführen, so erhält man eine Besthyperbel der allgemeinen Funktion:

$$\text{(III)} \quad y = (R \cdot x) / (M + x)$$

mit ihrem Korrelationskoeffizienten $r = 0,9483$ und den Werten für die beiden Hyperbelkonstanten – mit zugehörigen Standardabweichungen – von:

$$R = 93,3873 \pm 9,9082 \text{ Arten} \text{ und } M = 668,5651 \pm 168,1034 \text{ m}^2$$

Aus diesen Werten von R und M errechnet sich die Arten-Diversität D zu:

$$D = R/M = 93,3873/668,5651 = \mathbf{0,1397 \text{ Arten/m}^2}$$

Unter Berücksichtigung der Standardabweichungen von R und M lassen sich die Standardabweichungen von D berechnen:

$$\text{- Oberer Grenzwert von D} = (R + \text{Standardabweichung}) / (M - \text{Standardabweichung}) = \\ (93,3873 + 9,9082) / (668,5651 - 168,1034) = \mathbf{0,2064 \text{ Arten/m}^2}$$

$$\text{- Unterer Grenzwert von D} = (R - \text{Standardabweichung}) / (M + \text{Standardabweichung}) = \\ (93,3873 - 9,9082) / (668,5651 + 168,1034) = \mathbf{0,0998 \text{ Arten/m}^2}.$$

Errechnet man die Differenzen zwischen dem Wert $D = 0,1397$ und seinem oberen bzw. unteren Grenzwert, so erhält man die Standardabweichungen für D zu:

$$D = 0,1397 + 0,0667 \text{ Arten/m}^2 \\ - 0,0399$$

Unsymmetrische Standardabweichungen erhält man immer dann, wenn z.B. aus vorgegebenen Werten A und B mit entsprechenden symmetrischen Standardabweichungen ein Wert C durch Multiplikation oder Division errechnet wird und seine Standardabweichungen nach dem Verfahren in Abschnitt 2.2 ermittelt werden. Gleichzeitig steigen die prozentualen Werte für die Standardabweichungen von C gegenüber den zugrundeliegenden Werten von A und B an.

Die Werte für das Minimum-Areal M liegen mit 706,6 bzw. 668,6 m² weiter auseinander, weisen aber mit Standardabweichungen von $\pm 168,1$ m² (Hyperbel) bzw. +231,6 und -181,5 m² (HANES-Gerade) recht hohe Werte in der Größenordnung 30 % auf. Da die beiden M-Werte gegenseitig innerhalb des Überschneidungsbereiches ihrer Standardabweichungen liegen, unterscheiden sie sich also nicht signifikant voneinander.

Die aus den R- und M-Werten errechneten Werte für die Mittlere Arten-Densität D sind bei beiden Regressionsverfahren mit 0,132 bzw. 0,140 Arten/m² sehr ähnlich und weisen mit rund ± 40 % vergleichbare Standardabweichungen auf, die größer sind als diejenigen der Ausgangsdaten von R und M (siehe oben).

Aus beiden Regressionsverfahren ergeben sich also keine signifikant unterschiedlichen Arten/Areal-Kurven. Da das hyperbolische Fitting erstens einen deutlich besseren Korrelationskoeffizienten aufweist und zweitens für die Konstanten R, M und D Werte mit geringeren Standardabweichungen ergibt, ist dieses Verfahren der Regression über die HANES-Gerade vorzuziehen.

Die im **Fall 1** recht hoch ausfallenden Standardabweichungen für die Werte R, M und D und die daraus resultierende Funktion der Arten/Areal-Kurve begründen sich vor allem mit den für Pilze viel zu kleinen Flächengrößen (70 bis 480 m²) der 6 Flächenplots bei der Aufnahme der Daten für die Erstellung der Arten/Areal-Kurve - diese Flächen waren jedoch schon lange vor den Pilzaufnahmen zur Aufnahme von Pflanzenarten im Gebiet festgelegt worden. Für Pilzaufnahmen in Wäldern sollte die Einzelplotfläche nach bisherigen Erfahrungen nicht unter 1000 m² liegen (vgl. SCHMITT 1999).

2.4 Zur Zuverlässigkeit von aus Arten/Areal-Kurven errechneten Artenzahlen für vorgegebene Flächengrößen eines Gebietstyps

Die Funktion der statistischen hyperbolischen Arten/Areal-Kurve für Pilze hat folgende allgemeine Form:

$$(IV): \quad s = R \cdot a / (M + a) \text{ [Arten]}$$

wobei s = Artenzahl und a = Fläche [m²] bedeutet. Für **Fall 1** und den bereits errechneten Werten für R und M aus der hyperbolischen Regression gilt die Arten/Areal-Kurven-Funktion:

$$(V): \quad s = 93,3873 \cdot a / (668,5651 + a) \text{ [Arten]}$$

Als Beispiel einer Artenzahlberechnung mit Angaben zur Standardabweichung sei die Flächengröße a = 2000 m² ausgewählt:

$$s_{2000} = 93,3873 \cdot 2000 / (668,5651 + 2000) = \mathbf{69,9906 \text{ Arten}}$$

Zur Berechnung der Standardabweichung von s₂₀₀₀ werden die Standardabweichungen von R und M wie folgt berücksichtigt:

- **Oberer Grenzwert von s₂₀₀₀** = (R + Standardabweichung) · 2000 / (M – Standardabweichung + 2000) = (93,3873 + 9,9082) · 2000 / (668,5651 – 168,1034 + 2000) = **82,6211 Arten**

Die errechneten Standardabweichungen für D sind auch hier unsymmetrisch.

Alle Ergebnisse der Berechnungen aus Abschnitt 2.1 und 2.2 sind in der folgenden Tabelle für **Fall 1** zusammengestellt.

2.3 Vergleich der Daten R, M und D aus linearer bzw. hyperbolischer Regression

Der Vergleich der Auswerteverfahren für Arten/Areal-Kurven aus **Fall 1** (vgl. Tabelle für **Fall 1**) zeigt, daß die hyperbolische Regression mit $r = 0,9483$ den deutlich besseren Korrelationskoeffizienten als die lineare Regression über die HANES-transformierten Werte mit $r = 0,8136$ aufweist. Für die Arten-Diversität R sind die errechneten Werte aus beiden Verfahren fast identisch (0,08 % Abweichung), wobei die Standardabweichungen ± 11 Arten = ± 12 % betragen und im Falle der linearen Regression etwas höher liegen und unsymmetrisch sind.

Fall 1. Statistische Arten/Areal-Kurven für Höhere Pilze im Rauschbeeren-Kiefernmoorwald des Naturschutzgebietes „Naturwaldzelle Jägersburger Moor“/Jägersburg am 27.10.2001, Aufnahme J. A. SCHMITT (Daten aus SCHMITT 2002); Typ 1

a) Rot6-Statistik aus 6 unterschiedlich großen Flächenplots

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,8136
Hyperbel	0,8777
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	-
HANES, linear, SigmaPlot	93,458
Standardabweichung s +	12,925
-	10,125
Hyperbel, SigmaPlot	93,387
Standardabweichung s \pm	9,908
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	-
HANES, linear, SigmaPlot	706,600
Standardabweichung s +	231,645
-	181,460
Hyperbel, SigmaPlot	668,565
Standardabweichung s \pm	168,103
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	-
HANES, linear, SigmaPlot	0,132
Standardabweichung s +	0,071
-	0,043
Hyperbel, SigmaPlot	0,140
Standardabweichung s +	0,067
-	0,040

- **Unterer Grenzwert von s_{2000}** = $(R - \text{Standardabweichung}) \cdot 2000 / (M + \text{Standardabweichung} + 2000) = (93,3873 - 9,9082) \cdot 2000 / (668,5651 + 168,1034 + 2000) = 58,8571$

Arten.

Errechnet man nun die Differenzen zwischen dem Wert $s_{2000} = 69,9906$ Arten und seinem oberen bzw. unteren Grenzwert, so erhält man die Standardabweichungen:

$$s_{2000} = 69,9906 + 12,6305 \text{ Arten} \\ - 11,1335$$

Prozentual betragen die Standardabweichungen also +18,0 %, bzw. -15,9 % für den – gerundeten – Wert von 70 Arten in 2000 m² Moorwaldfläche.

3. Ergebnisse

Für alle im folgenden behandelten **Fälle 2 bis 36** sind die mittels SigmaPlot erhaltenen Ergebnisse mit den daraus errechneten Werten für R, M und D einschließlich ihrer Standardabweichungen sowie die in SCHMITT (1999) schon mittels einfacherer Verfahren (vgl. Einleitung) errechneten Werte tabellarisch zusammengestellt, wie sie für den **Fall 1** in Abschnitt 2.1 schon beispielhaft angegeben sind. Die Standardabweichungen der Werte aus SCHMITT (1999) sind denjenigen der HANES-Daten aus SigmaPlot-Berechnungen vergleichbar.

In den **Legenden** zu den Fällen ist angegeben, ob es sich um einfache oder statistische Arten/Areal-Kurven handelt – bei einfachen Arten/Areal-Kurven war wegen der Datensituation keine statistische Bearbeitung möglich. Für die Erstellung statistischer Arten/Areal-Kurven wurde normalerweise das Rot-Verfahren angewendet, nur in einigen Beispielen, vor allem zum Ergebnisvergleich der statistischen Verfahren, das weitaus arbeitsintensivere Kombi-Verfahren (SCHMITT 1999), welches aber keine nennenswerten Ergebniskorrekturen im Vergleich zum Rot-Verfahren ergibt. Außerdem ist die Organismengruppe angeführt, für welche die Daten erhoben wurden, sowie das Aufnahmedatum und das Exkursionsgebiet. Im Falle von Literaturdaten-Bearbeitungen findet sich auch ein Hinweis auf die zugrundeliegende Publikation, deren komplette Zitation in SCHMITT (1999) nachzulesen ist und hier nicht mehr im Literaturverzeichnis erscheint. Zusätzlich sind die Abbildungen und Tabellen zitiert, die sich in SCHMITT (1999) auf den aktuellen Fall beziehen. In den Legenden zu den einzelnen Fällen ist auch der zugehörige Typ der Arten/Areal-Kurven genannt, wie er in Abschnitt 3.1 aufgeschlüsselt ist.

3.1 Typen von Arten/Areal-Kurven

3.1.1 Spezielle Aufnahmebedingungen für Pilze

Arten/Areal-Kurven können unter verschiedensten Voraussetzungen aufgenommen werden und verschiedene Zielsetzungen haben. Ihre Basis ist aber immer die Untersuchung eines Gebietes G vom Gebietstyp A (Biotoptyp, Pflanzengesellschaft, Pflanzengesellschafts-Mosaik) und der begrenzten Flächenausdehnung g. An diesem allgemeinen Beispiel sind ab Abschnitt 3.1.1 bis 3.1.8 die verschiedenen Typen von Arten/Areal-Kurven kurz erläutert. Hierbei ist ein für Pilze besonders wichtiger Umstand speziell berücksichtigt: deren ausgeprägte Phänologie, d.h. die oft nur wenige Tage oder Wochen dauernde Fruktifikationszeit innerhalb bestimmter Zeiten im Jahreslauf.

Die Fruchtkörper der weit überwiegenden Zahl aller Blätter- und Röhrenpilze wachsen bei einem Fruktifikationsschub während einer Zeitdauer von einigen Tagen heran, die ausgewachsenen Fruchtkörper weisen danach eine Standdauer von einigen Tagen bis Wochen auf,

bevor sie vergehen. Daraus ergibt sich ein über mehrere Tage fast konstantes Pilzarten-Spektrum in einem Gebiet G. Innerhalb eines solchen begrenzten Zeitraumes von wenigen Tagen ist die Zahl der im Gebiet G beobachteten Pilzarten praktisch nur abhängig von der Größe der bearbeiteten Gebietsfläche.

Darüberhinaus können verschiedene Pilzarten innerhalb eines Jahres mehrere zeitlich versetzte Fruktifikationsschübe erzeugen. Außerdem ist das Erscheinen vieler Pilzarten stark wetterabhängig, so daß z.B. bestimmte Sommerpilze nur dann in einem Jahr fruktifizieren, wenn zur Sommerwärme auch genügend Niederschlag für Bodenfeuchte sorgt. Wie die sigmoiden Artensummen-Kurven innerhalb eines Jahres zeigen (vgl. Abb. 15b,d in SCHMITT 1999), nimmt durch die versetzt beginnenden Fruktifikationen vieler Pilzarten in der Hauptfruktifikationszeit (August, September, Oktober, November) die Pilzartenzahl eines Jahres von Monat zu Monat deutlich zu. Eine Reihe von Pilzen, insbesondere bei uns seltenere Arten, fruktifizieren nicht in jedem Jahr, sondern in mehrjährigen Abständen. Berücksichtigt man all diese Effekte, so ist klar ersichtlich, daß ein Vergleich der Arten/Areal-Kurven von Pilzen verschiedener Gebiete nur dann sinnvoll ist, wenn die Kurven unter den gleichen Voraussetzungen, z.B. am gleichen Tag, aufgenommen wurden.

Für die Aufnahme einer Arten/Areal-Kurve eines Gebietes G (Gebietstyp A, Größe g) kann im Normalfall bei ausgedehnteren Flächengrößen nicht die ganze Fläche g bearbeitet werden. Stattdessen werden mehrere, im Gebiet G verstreut liegende, charakteristische Teilflächen (Flächenplots) bestimmter Größe bearbeitet, die jeweils nicht kleiner als $\frac{1}{4}$ des Wertes der Konstanten M (= Minimum-Areal) aus der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve sein sollen (vgl. SCHMITT 1999). Aus der Zusammenschau dieser Ergebnisse wird dann die distributive Arten/Areal-Kurve (**Typ 1 bis 4**) erstellt.

Die bearbeiteten Fälle betreffen überwiegend „normale“, **Flächengröße-abhängige Arten/Areal-Kurven**, die für einen Gebietstyp A durch Bearbeitung im Gebiet verstreut liegender, meist quadratischer Teilflächen bestimmter Größe erhalten werden (vgl. Abschnitt 3.3 in SCHMITT 1999). Ein vom Autor entwickeltes und erprobtes, **Modifiziertes Aufnahme-Verfahren** für Daten zu Flächen-abhängigen Arten/Areal-Kurven wird in SCHMITT (1999) vorgestellt. Anstatt Flächenplots in einem Gebiet G zu bearbeiten, wird ein **Transekte-Streifen** beliebiger Länge durch das Gebiet bearbeitet (vgl. Abb. 2c in SCHMITT 2001). Dieser wird zur Artenaufnahme nun nicht in exakt festgelegte Flächenplots unterteilt, sondern die gesamte Exkursionszeit zur Bearbeitung des Transektes wird in „**Zeit-Plots**“, z.B. von 30 Minuten, unterteilt. Aus der vorher ermittelten, mittleren Flächenbearbeitungsgeschwindigkeit des Bearbeiters können dann die einzelnen Zeitplots in Flächenplots umgerechnet werden und die Aufnahmeergebnisse - wie voran für Flächen-Plots beschrieben - zu einer statistischen Arten/Areal-Kurve aufgearbeitet werden. Bei Aufnahmen nach diesem Modus durch den Autor ergab sich folgende Umrechnung von Exkursions-Zeitdauerplots t (in Minuten) zu Flächenplots a (in m²):

$$(VI) \quad a = 55,7 \cdot t$$

Transekte haben darüberhinaus den Vorzug, daß normale Heterogenitäten im Untersuchungsgebiet eher miterfaßt werden als bei \pm quadratischen Flächenplots.

Die Größen R, M und D aus einer solchen Arten/Areal-Kurve beziehen sich also auf den Gebietstyp A des Untersuchungsgebietes G und geben die Grenzdaten für eine unendliche Ausdehnung des Gebietstyps A an: Die Arten-Diversität R ist dann der Grenzwert für die potentiell in diesem Gebietstyp zu erwartende Artenzahl zur Zeit der Aufnahme; M ist die Minimum-Fläche (in m²), in welcher die Artenzahl R/2 vorkommt; D als Quotient beider Größen hat die Dimension Arten/m² und entspricht der Anfangssteigung der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve.

3.1.2 Typ 1: Flächengröße-abhängige Tages-Aufnahmen

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_d in einem Gebietstyp A am Bearbeitungstag, Berechnung des Minimum-Areals M_d als Basis für Schutzgebiets-Flächengrößefestlegungen bzw. Flächenplot-Größefestlegung für vergleichbare Untersuchungen, Berechenbarkeit von Artenzahlen für jede Flächengröße des Gebietstyps A zum Vergleich mit anderen Gebieten über die Arten/Areal-Kurvenfunktion.

Im Gebiet G vom Gebietstyp A und der Größe g werden an einem oder wenigen, aufeinanderfolgenden Tagen verschiedene Flächenplots bearbeitet und zu einer Arten/Areal-Kurve, z.B. für Pilze, aufgearbeitet. Die Konstanten R (Arten-Diversität), M (Minimum-Areal mit der Artenzahl $R/2$) und D (Mittlere Arten-Densität = R/M) der aus solchen Aufnahmen erhaltenen Arten/Areal-Kurve tragen das Suffix _d („Tages“-Phänologie) und sind Grenzwerte für den Gebietstyp A in unendlicher Ausdehnung zum Zeitpunkt der Aufnahme. Arten/Areal-Kurven für Pilze, die an verschiedenen Tagen des gleichen Jahres im gleichen Gebiet G aufgenommen wurden, können sich gravierend voneinander unterscheiden. Deshalb sind Vergleiche verschiedener Gebiete über ihre Arten/Areal-Kurven nur sinnvoll, wenn deren Aufnahmen aus der gleichen Zeit stammen. Zu **Typ 1** gehören die **Fälle 1, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 35 und 36.**

3.1.3 Typ 2: Probenzahl-abhängige Tages-Aufnahmen

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_d in einem Gebietstyp A am Bearbeitungstag, Berechnung der Minimum-Probenzahl M_d als Basis für die Probenzahl-Festlegungen weiterer vergleichbarer Untersuchungen; Aufstellung der Arten/Areal-Kurvenfunktion.

In der Fläche g des Gebietes G vom Gebietstyp A werden an einem oder wenigen, aufeinanderfolgenden Tagen an verschiedenen, im Gebiet verstreut liegenden Stellen Proben gleichen Umfangs genommen und auf Organismen-Gehalte untersucht. Es resultiert eine Arten/Areal-Kurve, bei der die Artenzahl von der Anzahl der Proben abhängig ist. R_d ist die Arten-Diversität für den Gebietstyp A bei unendlich vielen Probenplots, M_d entspricht hier der Minimum-Probenzahl, in der die Artenzahl $R_d/2$ vorkommt, D_d ist die Mittlere Arten-Densität der Dimension Arten/Probe. Zu **Typ 2** gehört **Fall 5.**

3.1.4 Typ 3: Probenzahl-abhängige Jahres-Aufnahmen

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_j in bzw. an einem bestimmten Probenotyp (z.B. Baum-Stubben, weiter spezifizierbar: Baumart, Alter, usw.) in einem Gebietstyp A innerhalb eines bestimmten Jahres, Berechnung der Minimum-Probenzahl M_j als Basis der Probenzahl-Festlegung vergleichbarer Untersuchungen; Arten/Areal-Kurvenfunktion.

In der Fläche g des Gebietes G vom Gebietstyp A werden an verschiedenen Stellen feste Probenplots eines bestimmten Probenotyps, z.B. Baumstubben, während eines ganzen Jahreszeitraumes regelmäßig auf Pilzvorkommen untersucht und die Jahresergebnisse pro Probenplot über die Proben-Anzahl kumuliert; es resultiert also eine Arten/Areal-Kurve, bei der die Artenzahl von der Probenzahl abhängig ist. Da die Artenzahlen über den Verlauf eines ganzen Jahres aufgenommen werden, tragen die Konstanten dieser hyperbolischen Arten/Areal-Kurve das Suffix _j. R_j ist die Arten-Diversität an dem Probenotyp im Gebietstyp A im Untersuchungsjahr für unendlich hohe Probenzahl, M_j entspricht der Minimum-Probenzahl, an der die

Artenzahl $R_j/2$ vorkommt und D_j ist die Mittlere Arten-Densität der Dimension Arten/Probe. Zu **Typ 3** zählt **Fall 11**.

3.1.5 Typ 4: Flächengröße-abhängige Aufnahmen innerhalb einer Jahressaison

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_j in einem Gebietstyp A innerhalb eines bestimmten Jahres, Berechnung des Minimum-Areals M_j als Basis für Schutzgebiets-Flächengrößefestlegungen bzw. für Flächenplot-Größefestlegungen für vergleichbare, weitere Untersuchungen, Berechenbarkeit von Jahres-Artenzahlen für vorgegebene Flächengrößen des Gebietstyps A über die Arten/Areal-Kurvenfunktion zum Vergleich mit anderen Gebieten.

In der Fläche g des Gebietes G vom Gebietstyp A werden, über die Gebietsfläche verstreut, feste Beobachtungs-Flächenplots festgelegt und alle darin innerhalb einer Jahressaison erschienenen Arten erfaßt. Beispiele für diesen **Typ 4** sind die **Fälle 2, 3, 4 und 9**, wobei in den **Fällen 2 und 3** die Ergebnisse aus 3 Beobachtungsjahren kumuliert wurden. Im **Fall 9** liegt nur 1 Beobachtungsjahr zugrunde. Die resultierenden Arten/Areal-Kurven sind zwar wieder Flächengröße-abhängige Funktionen für das Gebiet G, jedoch sind die darin enthaltenen Konstanten nun Größen, die für den zugrundeliegenden Zeitraum eines Jahres oder mehrerer Jahre gelten: Arten-Diversität R_j , Minimum-Areal M_j und Mittlere Arten-Densität D_j für den Gebietstyp A bei dessen unendlicher Ausdehnung.

3.1.6 Typ 5: Beobachtungsdichte-abhängige Aufnahmen in einer Probefläche

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_j in einer Probefläche P des Gebietstyps A für 1 Jahr oder 1 Saison bei zeitlich lückenloser Beobachtung, Berechnung der Minimum-Beobachtungsdichte M_j (z.B. als Zahl der Tagesexkursionen) als Basis zur Exkursionszahl-Festlegung für ähnliche Untersuchungen; Arten/Areal-Kurvenfunktion.

In der Fläche g des Gebietes G vom Gebietstyp A wird eine Probefläche P festgelegt, in der innerhalb einer Jahressaison zu verschiedenen Zeitpunkten die darin fruktifizierenden Pilzarten aufgenommen werden. Die Aufarbeitung dieser Aufnahmen ergibt eine phänologische Arten/Areal-Kurve für die Probefläche P des Gebietes G, bei der die Zunahme der Artenzahl eine Funktion der Anzahl von Aufnahmetermen innerhalb der Jahressaison ist. Die hierin enthaltene Konstante R_j ist die Arten-Diversität in der Probefläche P bei unendlich vielen Beobachtungsterminen, M_j ist die Minimum-Beobachtungsdichte als Anzahl von Beobachtungsterminen, bei welcher die Artenzahl $R_j/2$ festgestellt werden kann. Die Mittlere Arten-Densität D_j hat die Dimension Arten pro Beobachtungstermin. Ein Beispiel dieses **Typs 5** ist **Fall 14**.

Ähnlich sind die **Fälle 15, 16 und 30**, wobei sich hier die Beobachtungsdichte nicht auf die Anzahl von Tages-Aufnahmen wie voranstehend bezieht, sondern auf die Zahl der Beobachtungsstunden (Personen-Stunden) bei Schmetterlings-Beobachtungen in einer Probefläche P. Dabei kann sich der Beobachtungszeitraum auf eine kürzere Jahressaison (**Fall 15**), ein ganzes Jahr (**Fall 16**) oder auf einen Mehrjahreszeitraum (**Fall 30**) erstrecken. Die Konstanten R , M und D der resultierenden Arten/Areal-Kurven gelten dann entsprechend für eine Saison, ein Jahr oder den Mehrjahreszeitraum. R ist hier die Arten-Diversität bei unendlich intensiver Beobachtung (unendlich vielen Personen-Stunden) im Beobachtungszeitraum, M entspricht der Minimum-Personen-Stundenzahl, in der die Artenzahl $R/2$ beobachtet werden kann, D ist die Mittlere Arten-Densität mit der Dimension Artenzahl/Personen-Stunde.

3.1.7 Typ 6: Jahresanzahl-abhängige Aufnahmen in einer Probefläche bei konstanter Beobachtungsdichte pro Jahr

Zielsetzung: Ermittlung der maximalen Artenzahl R_z einer Probefläche P in Gebietstyp A für einen langjährigen Zeitraum unter Beibehaltung einer konstanten Beobachtungsdichte pro Jahr (z.B. 2 Exkursionen pro Monat), Berechnung der Minimum-Beobachtungszeit M_z (in Jahren), in der die Artenzahl $R_z/2$ beobachtet werden kann – als Basis für die Zeitplanung von vergleichbaren Langzeitbeobachtungen; Aufstellung der Arten/Areal-Kurvenfunktion

In der Fläche g des Gebietes G vom Gebietstyp A wird eine Probefläche P festgelegt und darin über einen Mehrjahreszeitraum regelmäßig mit konstanter Beobachtungsdichte pro Jahr z.B. die Pilzflora aufgenommen. Es resultiert eine phänologische Arten/Areal-Kurve für die Probefläche P, bei der die Artenzahl eine Funktion der Anzahl der Beobachtungsjahre ist. Die darin enthaltenen Konstanten beziehen sich auf eine unendlich lange Beobachtungszeit in Jahren: R_z = Arten-Diversität, M_z = Minimum-Beobachtungszeit in Jahren, in der die Zahl von $R_z/2$ an Arten festgestellt werden kann, D_z = Mittlere Arten-Densität mit der Dimension Arten/Jahr. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, daß sich die voranstehenden Daten nur auf die Probefläche P bei vorgegebener, konstanter Beobachtungsdichte pro Jahr beziehen. Zu diesem Typ 6 gehören die Fälle 31, 32 und 34.

3.1.8 Typ 7: Absolute Arten-Diversität RR_z und Minimum-Beobachtungszeit MM_z

Zielsetzung: Ermittlung der Absoluten Arten-Diversität RR_z einer Probefläche P in Gebietstyp A als Grenzwert bei zeitlich lückenloser Beobachtung innerhalb der einzelnen Jahre über viele Jahre hinweg. Ermittlung der Absoluten Minimum-Beobachtungszeit MM_z (in Jahren) für die Probefläche P als statistischer Grenzwert für die Anzahl von Jahren, in der die Artenzahl $RR_z/2$ bei lückenloser Beobachtung innerhalb der einzelnen Jahre zu finden ist; Aufstellung der Arten/Areal-Kurvenfunktion.

In Fall 32 hat man die Möglichkeit, Arten/Areal-Kurven von Typ 5 und 6 für eine Probefläche P in Gebiet G miteinander zu kombinieren: Aus der Hyperbelkurve der R_z -Werte für verschiedene Beobachtungsdichten pro Jahr gegen die Beobachtungsdichten pro Jahr (vgl. Fall 33a) ergibt sich dabei ein Grenzwert für R_z bei unendlich hoher Beobachtungsdichte pro Jahr als Absolute Arten-Diversität RR_z der Probefläche P in unendlich langer Beobachtungsdauer (in Jahren).

Aus der Hyperbelkurve der M_z -Werte für verschiedene Beobachtungsdichten pro Jahr gegen die Beobachtungsdichte pro Jahr (vgl. Fall 33b) ergibt sich ein Grenzwert für M_z bei unendlich hoher Beobachtungsdichte pro Jahr als Absolute Minimum-Beobachtungszeit MM_z (in Jahren), in welcher die Artenzahl $RR_z/2$ festgestellt werden kann.

3.2 Praktische Beispiele von Arten/Areal-Kurven mit Zuverlässigkeits-Berechnungen

Fall 2. Einfache Arten/Areal-Kurven für Pflanzen in verschiedenen Waldtypen Süd-Finnlands in der Sommersaison eines Zeitraumes von 3 Jahren, in Abhängigkeit von der Flächengröße, Einzelplotgröße überwiegend 2500 m² (Daten entnommen aus der Abb. in ILVESSALO 1922), vgl. Abb. 2b,c und Tab. 1 in SCHMITT (1999); **Typ 4**

- a) *Oxalis*-Typ, kumulierte Kurve aus 20 Flächenplots
- b) *Oxalis/Myrtillus*-Typ, kumulierte Kurve aus 40 Flächenplots
- c) *Myrtillus*-Typ, kumulierte Kurve aus 40 Flächenplots
- d) *Vaccinium*-Typ, kumulierte Kurve aus 40 Flächenplots
- e) *Calluna*-Typ, kumulierte Kurve aus 36 Flächenplots

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c	d	e
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für					
HANES, linear	0,9979	0,9986	0,9992	0,9995	0,9985
Hyperbel	0,9938	0,9893	0,9911	0,9954	0,9964
Arten-Diversität R_j (Artenzahl)					
HANES, linear, SCHMITT 1999	157,304	149,399	120,777	64,110	33,637
HANES, linear, SigmaPlot	117,647	112,360	90,909	64,103	33,670
Standardabweichung s +	2,835	1,277	0,834	0,414	0,460
-	2,704	1,249	0,919	0,408	0,447
Hyperbel, SigmaPlot	112,814	107,734	87,363	64,349	34,242
Standardabweichung s ±	2,602	2,280	1,529	0,896	0,612
Minimum-Areal M_j (m ²)					
HANES, linear, SCHMITT 1999	14733,76	18735,19	16375,71	7438,55	12456,62
HANES, linear, SigmaPlot	6033,22	9076,52	7307,97	7437,69	12468,82
Standardabweichung s +	618,66	743,57	544,01	406,42	771,02
-	590,19	727,06	534,21	401,25	750,50
Hyperbel, SigmaPlot	5070,28	7721,81	6101,27	7691,61	13200,34
Standardabweichung s ±	478,01	684,81	498,43	449,64	750,07
Mittlere Arten-Densität $D_j = R/M$ (Arten/m ²)					
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0107	0,0080	0,0074	0,0086	0,0027
HANES, linear, SigmaPlot	0,0195	0,0124	0,0124	0,0086	0,0027
Standardabweichung s +	0,0026	0,0012	0,0011	0,0006	0,0002
-	0,0022	0,0011	0,0009	0,0005	0,0002
Hyperbel, SigmaPlot	0,0223	0,0140	0,0143	0,0084	0,0026
Standardabweichung s +	0,0028	0,0016	0,0014	0,0006	0,0002
-	0,0024	0,0015	0,0013	0,0006	0,0002

Da sich das Pflanzenarten-Spektrum innerhalb eines 3Jahres-Zeitraumes bei stabilen Pflanzengesellschaften nur unwesentlich verändert, können die Ergebnisse dieser Untersuchung wie eine 1Jahres-Aufnahme angesehen werden, deshalb in der Tabelle das Suffix _j bei den Konstanten R, M und D. Alle 5 Arten/Areal-Kurven zeigen mit Korrelationskoeffizienten von 0,99 sehr guten hyperbolischen Verlauf. Warum die Werte für R_j , M_j und D_j aus SCHMITT (1999) für die Kurven a), b) und c) so deutlich von denjenigen über SigmaPlot auf gleicher Datengrundlage errechneten abweichen, ist unklar. Die einerseits über Hyperbel-, andererseits über HANES-Geraden-Fitting mit SigmaPlot berechneten Werte stimmen jeweils innerhalb ihrer Standardabweichungen für d) und e) gut überein, für die Beispiele a), b) und c) liegen sie wenig auseinander.

Fall 3. Einfache Arten/Areal-Kurven für Mykorrhizapilze in 2 Waldgebieten Norwegens und einem Waldgebiet des Schwarzwalds innerhalb eines 3jährigen Zeitraumes in Abhängigkeit von der Flächengröße, je 10 Flächenplots à 225 m² (Daten aus GULDEN ET AL. 1992), vgl. Abb. 4a,b und S. 94 in SCHMITT (1999); Typ 4

a) Schwarzwald

b) Gjerstad

c) Hoylandet

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für			
HANES, linear	0,9991	0,9991	0,9987
Hyperbel	0,9986	0,9979	0,9979
Arten-Diversität R_j (Artenzahl)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	79,605	100,323	152,648
HANES, linear, SigmaPlot	79,365	100,000	151,515
Standardabweichung s +	1,280	2,041	2,331
-	1,240	1,961	2,262
Hyperbel, SigmaPlot	78,459	98,105	149,684
Standardabweichung s ±	1,236	1,629	2,788
Minimum-Areal M_j (m ²)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	407,578	322,338	394,291
HANES, linear, SigmaPlot	406,310	321,270	391,485
Standardabweichung s +	27,795	28,240	31,207
-	26,927	27,133	30,276
Hyperbel, SigmaPlot	387,135	291,445	366,432
Standardabweichung s ±	23,227	21,567	26,789
Mittlere Arten-Densität $D_j = R/M$ (Arten/m ²)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,1953	0,3112	0,3883
HANES, linear, SigmaPlot	0,1953	0,3113	0,3870
Standardabweichung s +	0,0173	0,0256	0,0389
-	0,0153	0,0308	0,0339
Hyperbel, SigmaPlot	0,2027	0,3366	0,4085
Standardabweichung s +	0,0163	0,0330	0,0404
-	0,0145	0,0284	0,0349

Die Korrelation mit hyperbolischem Verlauf ist für alle 3 Arten/Areal-Kurven hervorragend, wie die Koeffizientenwerte von 0,999 zeigen. Alle Werte für die Konstanten R_j , M_j und D_j aus den unterschiedlichen Berechnungen stimmen innerhalb jedes der 3 Beispiele im Rahmen ihrer jeweiligen Standardabweichungen überein, die insgesamt besonders niedrig liegen. Die 3 Gebiete unterscheiden sich jeweils hochsignifikant in den Werten der einzelnen Konstanten.

Fall 4. Einfache Arten/Areal-Kurven für Mykorrhizapilze in 2 *Picea*-Forsttypen der Ardennen in Abhängigkeit von der Flächengröße (Daten aus THOEN 1977), vgl. Abb. 4c,d und S. 96 in SCHMITT (1999); **Typ 4**

a) *Leucobryum*-Typ, 16 Flächenplots à 450 m² b) *Sphagnum*-Typ, 15 Flächenplots à 450 m²

Aus der Literatur geht nicht hervor, in welchem Zeitraum die Flächenplots bearbeitet wurden; die Größen R, M und D tragen deshalb hier kein Suffix. Man kann jedoch davon ausgehen, daß alle im vergleichbaren Zeitraum bearbeitet wurden.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9963	0,9935
Hyperbel	0,9957	0,9920
Arten-Diversität R (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	71,174	52,604
HANES, linear, SigmaPlot	71,429	52,632
Standardabweichung s +	3,759	3,866
-	3,401	3,371
Hyperbel, SigmaPlot	69,899	50,980
Standardabweichung s ±	3,662	3,500
Minimum-Areal M (m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	1510,676	1367,912
HANES, linear, SigmaPlot	1516,101	1368,595
Standardabweichung s +	276,096	352,569
-	249,802	307,413
Hyperbel, SigmaPlot	1477,683	1284,897
Standardabweichung s ±	218,852	259,785
Mittlere Arten-Densität D = R/M (Arten/m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0471	0,0385
HANES, linear, SigmaPlot	0,0471	0,0385
Standardabweichung s +	0,0123	0,0147
-	0,0091	0,0099
Hyperbel, SigmaPlot	0,0473	0,0397
Standardabweichung s +	0,0111	0,0134
-	0,0083	0,0090

Auch in diesen beiden Beispielen zeigen die Arten/Areal-Kurven überdurchschnittlich gute Korrelationen zu hyperbolischem Verlauf, da die Koeffizienten-Werte über 0,99 liegen. Die über die verschiedenen Berechnungsgrundlagen erhaltenen Werte für R, M und D stimmen innerhalb ihrer Standardabweichungen gut überein. Die prozentualen Standardabweichungen der Konstanten-Werte liegen in Beispiel a) im Durchschnitt, in Beispiel b) etwas darüber. Beide Gebietstypen unterscheiden sich signifikant in ihrem Wert der Arten-Diversität R, nicht jedoch in demjenigen für Minimum-Areal M und Mittlere Arten-Densität D, da hier die Werte innerhalb ihrer Standardabweichungsbereiche liegen.

Fall 5. Einfache Arten/Areal-Kurven für Bodenpilze im Bodenhorizont A02 in Abhängigkeit von der Bodenproben-Zahl (Daten aus BAATH 1981), vgl. Abb. 5a,b und S. 96 in SCHMITT (1999); **Typ 2**

a) Horizont A02

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9948
Hyperbel	0,9954
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	78,210
HANES, linear, SigmaPlot	78,125
Standardabweichung s +	3,176
-	2,937
Hyperbel, SigmaPlot	76,789
Standardabweichung s ±	3,228
Minimum-Probenzahl M_d (Anzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	307,985
HANES, linear, SigmaPlot	307,641
Standardabweichung s +	43,368
-	40,107
Hyperbel, SigmaPlot	294,067
Standardabweichung s ±	37,608
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/Probe)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,2539
HANES, linear, SigmaPlot	0,2539
Standardabweichung s +	0,0500
-	0,0397
Hyperbel, SigmaPlot	0,2611
Standardabweichung s +	0,0509
-	0,0393

Die Arten/Areal-Kurve zeigt mit dem sehr guten Korrelationskoeffizienten von 0,9954 hyperbolischen Verlauf. Die Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d aus den verschiedenen Berechnungen liegen jeweils deutlich innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungen, sind also jeweils nicht signifikant unterschiedlich. Ihre relativ geringen prozentualen Standardabweichungen dokumentieren die besondere Zuverlässigkeit der Konstanten-Werte.

Fall 6. Einfache Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Fechinger Wald/-Fechingen am 17.10.1986 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer (Daten aus SCHMITT 1992), vgl. Abb. 5c,d und S. 98 in SCHMITT (1999); **Typ 1**

a) Kumulierte Kurve aus 5 verschieden langen Zeitplots, Zeiten in m² umgerechnet nach Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9145
Hyperbel	0,9947
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	125,628
HANES, linear, SigmaPlot	126,582
Standardabweichung s +	42,840
-	25,572
Hyperbel, SigmaPlot	139,862
Standardabweichung s ±	31,108
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	5303,531
HANES, linear, SigmaPlot	5349,315
Standardabweichung s +	2685,669
-	1600,540
Hyperbel, SigmaPlot	6216,554
Standardabweichung s ±	2025,308
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0237
HANES, linear, SigmaPlot	0,0237
Standardabweichung s +	0,0215
-	0,0111
Hyperbel, SigmaPlot	0,0225
Standardabweichung s +	0,0183
-	0,0093

Diese Arten/Areal-Kurve zeigt mit dem Korrelationskoeffizienten von 0,995 wiederum sehr gut hyperbolischen Verlauf. Die Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d aus den verschiedenen Berechnungen liegen jeweils deutlich innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungen, sind also nicht signifikant verschieden. Die hohen prozentualen Standardabweichungen resultieren einerseits aus der stärkeren Streuung der experimentell erhaltenen Daten um die hyperbolische Arten/Areal-Kurve, andererseits aus der geringen Zahl von 6 Wertepaaren zu ihrer Erstellung.

Fall 7. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze im Gebiet der Pferdstriebsdüne/Sandhausen am 12.12.1973 (Daten aus WINTERHOFF 1975, 1977, 1978), vgl. Abb. 6 und 7, Tab. 2a,b, 3a,b, 4, 5 in SCHMITT (1999); **Typ 1**

- a) Flächenplotgröße 125 m², 17 Plots, Rot17-Statistik
 b) Flächenplotgröße 500 m², 5 Plots, Rot5-Statistik
 c) Flächenplotgröße 1000 m², 4 Plots, Rot4-Statistik
 d) Flächenplotgröße 1000 m², 4 Plots, Komb4-Statistik

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c	d
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für				
HANES, linear	0,8802	0,9728	0,9833	0,9831
Hyperbel	0,9067	0,9845	0,9922	0,9920
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	37,382	25,764	29,749	29,710
HANES, linear, SigmaPlot	33,670	25,773	29,762	29,674
Standardabweichung s +	3,504	1,327	1,586	0,537
-	2,901	1,203	1,433	0,519
Hyperbel, SigmaPlot	31,211	25,287	29,343	29,324
Standardabweichung s ±	2,842	1,160	1,331	0,522
Minimum-Areal M_d (m ²)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	1046,877	708,183	1170,787	1162,720
HANES, linear, SigmaPlot	838,152	708,441	1171,292	1161,309
Standardabweichung s +	222,129	123,068	205,048	74,544
-	183,877	111,587	185,284	71,938
Hyperbel, SigmaPlot	639,605	653,617	1106,504	1100,434
Standardabweichung s ±	163,573	94,784	157,101	61,565
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0357	0,0364	0,0254	0,0256
HANES, linear, SigmaPlot	0,0402	0,0364	0,0254	0,0256
Standardabweichung s +	0,0166	0,0090	0,0064	0,0021
-	0,0112	0,0069	0,0048	0,0020
Hyperbel, SigmaPlot	0,0488	0,0387	0,0265	0,0266
Standardabweichung s +	0,0227	0,0086	0,0058	0,0021
-	0,0136	0,0065	0,0043	0,0018

Die Korrelationskoeffizienten zu hyperbolischem Verlauf der Arten/Areal-Kurven steigen mit zunehmender Größe der Probenplots in den Beispielen a) bis c) deutlich an. Bis auf Beispiel a) mit der kleinsten Flächenplotgröße liegen alle Konstanten R_d , M_d und D_d eines Beispiels innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungen, unterschieden sich also nicht signifikant. Aus den Daten für hyperbolische Regression läßt sich folgendes sagen: Die sichersten Konstanten-Werte liefert Beispiel d) aus der Komb4-Statistik der größten Flächenplots, für deren Arten-Diversität R_d ergibt sich ein Wert von $29,324 \pm 0,522$ Arten, übereinstimmend mit Beispiel a) und c); der Wert in Beispiel b) liegt signifikant darunter. Für das Minimum-Areal M_d in Beispiel c) und d) ergibt sich ein Wert von rund 1100 m², der signifikant über den Werten für die Beispiele a) und c) liegt. Ähnlich verhalten sich die Mittleren Arten-Densitäten D_d . Die erwartete Übereinstimmung der Werte für die jeweiligen Konstanten R_d , M_d und D_d wird nicht ganz erreicht. Ein dezidierter Vergleich der Ergebnisse aus den beiden verschiedenen

statistischen Verfahren Rot4 bzw. Komb4 im Falle der 4 Flächenplots à 1000 m² in den Beispielen c) und d) wird im Diskussionsabschnitt 4.3 vorgenommen.

Fall 8. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Waldgebiet „Mathe-Wiese“ des St. Johanner Stadtwaldes/Saarbrücken am 8.10.1992 in Abhängigkeit von der Fläche bzw. von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 8a-d, Tab. 6a,b in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot10-Statistik aus 10 Flächenplots à 245 m²

b) Rot10-Statistik aus 10 Exkursionsdauer-Plots à 3,5 bis 6 min; Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,3243	0,3366
Hyperbel	0,9551	0,9707
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	94,152	102,326
HANES, linear, SigmaPlot	94,340	102,041
Standardabweichung s +	50,588	59,249
-	24,410	27,414
Hyperbel, SigmaPlot	68,540	74,783
Standardabweichung s ±	13,169	15,644
Minimum-Areal M_d (m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	7060,520	7791,260
HANES, linear, SigmaPlot	7070,057	7766,171
Standardabweichung s +	4760,198	5604,497
-	2296,866	2593,128
Hyperbel, SigmaPlot	4510,316	5094,378
Standardabweichung s ±	1224,364	1472,123
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0133	0,0131
HANES, linear, SigmaPlot	0,0133	0,0131
Standardabweichung s +	0,0171	0,0181
-	0,0074	0,0075
Hyperbel, SigmaPlot	0,0152	0,0147
Standardabweichung s +	0,0097	0,0103
-	0,0055	0,0057

Die in beiden Beispielen a) und b) niedrigen Korrelationskoeffizienten der HANES-Geraden-Regression sind mit hohen Standardabweichungen der Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d verknüpft. Trotzdem sind die entsprechenden Werte im Vergleich zu denjenigen aus hyperbolischer Regression in beiden Beispielen a) und b) nicht signifikant verschieden, da sie jeweils im Überschneidungsbereich ihrer Standardabweichungen liegen. Für hyperbolische Regression resultieren für a) und b) gleichermaßen gute Korrelationskoeffizienten. Die hieraus errechneten Werte für R_d , M_d und D_d weisen um 50 % geringere Standardabweichungen auf als im Falle der HANES-Geraden-Regression und sind jeweils innerhalb ihrer Standardabweichungen nicht signifikant verschieden. Die relativ hohen prozentualen Standardabweichungen resultieren aus den stärker um die Besthyperbeln streuenden experimentellen Daten, die auf die zu geringe Einzelplot-Flächengröße zurückzuführen sind. Letztere müßte nach bisherigen Erfahrungen 5 bis 10mal größer gewählt werden.

Die wichtigste Aussage im Vergleich von a) und b) besteht aber darin, daß die arbeitsaufwendigere Aufnahme in exakt abgemessenen Flächenplots kein anderes oder besseres Ergebnis liefert als die bequemere Aufnahme in Zeitdauer-Plots, was die Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit dieser in SCHMITT (1999) erstmals vorgestellten und erprobten Methode eindrucksvoll demonstriert.

Fall 9. Statistische Arten/Areal-Kurven für Mykorrhizapilze in kanadischen Mischwäldern, Waldtyp 3, im Laufe eines Jahres in Abhängigkeit von der Flächengröße (NANTEL & NEUMANN 1992), vgl. Abb. 9a,b in SCHMITT (1999); Typ 4

a) Rot5-Statistik aus 5 gleichgroßen Flächenplots à 400 m²

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für	
HANES, linear	0,9529
Hyperbel	0,9842
Arten-Diversität R_j (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	68,405
HANES, linear, SigmaPlot	68,413
Standardabweichung s +	5,036
-	4,390
Hyperbel, SigmaPlot	66,708
Standardabweichung s ±	3,712
Minimum-Areal M_j (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	800,650
HANES, linear, SigmaPlot	802,527
Standardabweichung s +	153,431
-	133,760
Hyperbel, SigmaPlot	726,792
Standardabweichung s ±	107,626
Mittlere Arten-Densität $D_j = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0854
HANES, linear, SigmaPlot	0,0853
Standardabweichung s +	0,0246
-	0,0182
Hyperbel, SigmaPlot	0,0918
Standardabweichung s +	0,0219
-	0,0163

Mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,9842 zeigt diese Arten/Areal-Kurve eine durchschnittlich gute Übereinstimmung zu hyperbolischem Verlauf. Die über verschiedene Verfahren erhaltenen jeweiligen Werte für die Konstanten R_j , M_j und D_j sind nicht signifikant verschieden, da sie jeweils im zugehörigen Überschneidungsbereich ihrer Standardabweichungen liegen. Die prozentualen Standardabweichungen der Konstanten-Werte liegen im Durchschnitt aller in vorliegender Arbeit betrachteten Beispiele.

Fall 10. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in Tannen-Mischwäldern des Welzheimer Waldes in Abhängigkeit von der Flächengröße (Daten aus KRIEGLSTEINER 1977), vgl. Abb. 9c,d, 10a-d, Tab. 7 in SCHMITT (1999); **Typ 1**

- a) Rot6-Statistik der Aufnahme vom 22.-24.9.1968 aus 6 Flächenplots à 1000 m²
 b) Rot6-Statistik der Aufnahme vom 16.9.1975 aus 6 Flächenplots à 1000 m²
 c) Rot6-Statistik der Aufnahme vom 15.10.1975 aus 6 Flächenplots à 1000 m²

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für			
HANES, linear	0,3813	0,7178	0,3428
Hyperbel	0,9208	0,9702	0,9049
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	119,783	201,711	164,652
HANES, linear, SigmaPlot	120,482	200,000	163,934
Standardabweichung s +	87,851	38,095	148,566
-	35,736	27,586	52,823
Hyperbel, SigmaPlot	71,352	179,583	98,044
Standardabweichung s ±	10,112	25,317	21,485
Minimum-Areal M_d (m ²)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	9246,395	8347,063	12782,560
HANES, linear, SigmaPlot	9300,337	8276,200	12726,902
Standardabweichung s +	9597,445	2341,075	15007,942
-	3914,042	1695,261	5336,165
Hyperbel, SigmaPlot	3438,483	6810,788	5345,860
Standardabweichung s ±	1036,084	1558,733	2077,901
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0130	0,0242	0,0129
HANES, linear, SigmaPlot	0,0130	0,0242	0,0129
Standardabweichung s +	0,0256	0,0120	0,0294
-	0,0085	0,0080	0,0089
Hyperbel, SigmaPlot	0,0208	0,0264	0,0183
Standardabweichung s +	0,0131	0,0126	0,0183
-	0,0071	0,0080	0,0080

Wegen der zugrundeliegenden, stark streuenden experimentellen Daten ist die Korrelation zu hyperbolischem Verlauf nicht mehr so gut wie in den bisherigen Beispielen. Die berechneten Konstanten R_d , M_d und D_d weisen hohe prozentuale Standardabweichungen auf, liegen aber bei jedem der 3 Beispiele jeweils deutlich innerhalb der zugehörigen Standardabweichungsbereiche, so daß die jeweiligen Werte einer Konstanten sich nicht signifikant unterscheiden. Während bei allen 3 Beispielen aus der gleichen 4 Wochen-Saison im Jahr vergleichbare Minimum-Areale M_d gefunden werden, sind die Arten-Diversitäten R_d nur für die Aufnahmen a) (Ende Sept. 1968) und c) (Mitte Okt. 1975) nicht signifikant unterschiedlich, da die Werte im Überschneidungsbereich ihrer Standardabweichungen liegen. Die Arten-Diversität R_d für Mitte September des Jahres 1975 beläuft sich auf 180 Arten während sie für Mitte Oktober des gleichen Jahres in einem anderen Gebiet des Tannen-Mischwaldes nur 98 Arten erreicht – ein Beispiel für die jahreszeitlich oft sehr unterschiedliche Phänologie der Pilze innerhalb eines Jahres.

Fall 11. Statistische Arten/Areal-Kurven für Pilze an Laubholzstubben innerhalb eines Jahres in Abhängigkeit von der Stubbenzahl (Daten aus BRAUN 1973), vgl. Abb. 12, 13 und Tab. 8 in SCHMITT (1999); **Typ 3**

- a) Komb4-Statistik für Pilze an 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben sonniger Standorte aus vier 5-Stubben-Plots
- b) Rot7-Statistik für Pilze an 3 Jahre toten *Fagus*-Stubben schattiger Standorte aus sieben 5-Stubben-Plots
- c) Rot9-Statistik für Pilze an 5 Jahre toten *Fagus*-Stubben aus neun 5-Stubben-Plots
- d) Rot10-Statistik für Pilze an 3 bis 5 Jahre toten *Quercus*-Stubben aus zehn 5-Stubben-Plots

Wegen der großen Zahl untersuchter Stubben wurden für die statistische Bearbeitung jeweils 5 Stubben mit ihren Pilzarten zu einem 5-Stubbenplot zusammengefaßt und diese 5-Stubbenplots zur Arten/Areal-Kurve bearbeitet.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c	d
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für				
HANES, linear	0,9322	0,9636	0,9407	0,9911
Hyperbel	0,9838	0,9789	0,9613	0,9863
Arten-Diversität R_j (Artenzahl)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	28,329	39,604	43,103	24,722
HANES, linear, SigmaPlot	28,329	39,526	43,103	24,691
Standardabweichung s +	1,170	1,626	1,740	0,309
-	1,081	1,503	1,609	0,301
Hyperbel, SigmaPlot	27,266	39,162	42,094	24,217
Standardabweichung s ±	1,008	1,344	1,650	0,347
Minimum-Stubbenzahl M_j (Anzahl)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	11,813	9,287	15,431	9,556
HANES, linear, SigmaPlot	11,824	9,265	15,453	9,533
Standardabweichung s +	1,061	1,323	1,812	0,547
-	0,979	1,223	1,677	0,533
Hyperbel, SigmaPlot	10,703	8,920	14,069	8,776
Standardabweichung s ±	0,884	0,960	1,541	0,475
Mittlere Arten-Densität $D_j = R/M$ (Arten/Stubbenzahl)				
HANES, linear, SCHMITT 1999	2,3981	4,2645	2,7933	2,5872
HANES, linear, SigmaPlot	2,3960	4,2662	2,7894	2,5900
Standardabweichung s +	0,3241	0,8509	0,4658	0,1878
-	0,2813	0,6751	0,3860	0,1704
Hyperbel, SigmaPlot	2,5475	4,3904	2,9920	2,7595
Standardabweichung s +	0,3320	0,6983	0,4997	0,1997
-	0,2813	0,5627	0,4011	0,1792

Bemerkenswert in allen 4 Beispielen ist die gute Korrelation der Arten/Areal-Kurven zu hyperbolischem Verlauf, die sich in überdurchschnittlich niedrigen prozentualen Standardabweichungen der Werte für die Konstanten R_j , M_j und D_j dokumentiert. Die über verschiedene Verfahren errechneten Arten-Diversitäten R_j unterscheiden sich trotz der niedrigen Artenzahlen bei allen 4 Beispielen signifikant voneinander. Die Minimum-Stubbenzahlen M_j sind

nicht immer signifikant verschieden, ebenso die Mittleren Arten-Densitäten D_d ; sie liegen jedoch jeweils nicht weit auseinander.

Fall 12. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in Kastanienwäldern der Pfalz im Zeitraum 19.-24.10.1942 in Abhängigkeit von der Flächengröße (Daten aus BÄBLER 1944), vgl. Abb. 14a,b und S. 121 in SCHMITT (1999); **Typ 1**

a) Komb4-Statistik aus 4 Flächenplots verschiedener Größe

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für	
HANES, linear	0,6830
Hyperbel	0,9679
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	136,314
HANES, linear, SigmaPlot	140,845
Standardabweichung s +	17,885
-	14,263
Hyperbel, SigmaPlot	128,269
Standardabweichung s ±	9,283
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	4859,869
HANES, linear, SigmaPlot	5198,310
Standardabweichung s +	1094,271
-	872,661
Hyperbel, SigmaPlot	4243,663
Standardabweichung s ±	568,885
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0280
HANES, linear, SigmaPlot	0,0271
Standardabweichung s +	0,0096
-	0,0070
Hyperbel, SigmaPlot	0,0302
Standardabweichung s +	0,0072
-	0,0055

Trotz sehr unterschiedlicher Korrelationskoeffizienten für die HANES-Geraden-Regression bzw. die hyperbolische Regression sind die errechneten Werte für R_d , M_d und D_d jeweils nicht signifikant verschieden, da sie im Überschneidungsbereich ihrer zugehörigen Standardabweichungen liegen. Die Werte für die prozentualen Standardabweichungen sind etwas höher als im Durchschnitt aller in vorliegender Arbeit behandelten Beispiele.

Fall 13. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätterpilze in belgischen Graslandgesellschaften, Beispiel *Festuco-Thymetum*, im Zeitraum vom 18.-22.10.1976 in Abhängigkeit von der Flächengröße (Daten aus ARNOLDS 1981), vgl. Abb. 14c,d und S. 121 in SCHMITT (1999); **Typ 1**

a) Komb4-Statistik aus 4 Flächenplots verschiedener Größe

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,6659
Hyperbel	0,9737
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	91,946
HANES, linear, SigmaPlot	91,743
Standardabweichung s +	18,147
-	13,003
Hyperbel, SigmaPlot	79,281
Standardabweichung s ±	8,757
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	701,764
HANES, linear, SigmaPlot	700,248
Standardabweichung s +	209,004
-	149,761
Hyperbel, SigmaPlot	536,631
Standardabweichung s ±	101,116
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,1310
HANES, linear, SigmaPlot	0,1310
Standardabweichung s +	0,0686
-	0,0444
Hyperbel, SigmaPlot	0,1477
Standardabweichung s +	0,0544
-	0,0371

Bei diesem Beispiel sind die Korrelationen der beiden Regressionen denen im vorhergehenden **Fall 12** sehr ähnlich. Die über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d sind jeweils nicht signifikant verschieden, da sie im Überschneidungsbereich der zugehörigen Standardabweichungen liegen. Die Werte der prozentualen Standardabweichungen sind noch höher als in **Fall 12**.

Fall 14. Einfache Arten/Areal-Kurven für Großpilze im Herbstaspekt eines Jahres in Graslandschaften in Abhängigkeit von der Exkursionsdichte (Daten aus ARNOLDS 1992), vgl. Abb. 16a,b und S. 122 in SCHMITT (1999); **Typ 5**
a) Exkursionsdichte 1, 2 und 4 Exkursionen/Jahr

Die Konstanten R , M und D gelten für den Herbstaspekt, deshalb das Suffix $_h$.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9999
Hyperbel	0,9999
Arten-Diversität R_h (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	67,583
HANES, linear, SigmaPlot	67,568
Standardabweichung s +	0,925
-	0,901
Hyperbel, SigmaPlot	67,680
Standardabweichung s ±	0,649
Minimum-Exkursionenzahl M_h (Anzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	1,400
HANES, linear, SigmaPlot	1,399
Standardabweichung s +	0,053
-	0,052
Hyperbel, SigmaPlot	1,404
Standardabweichung s ±	0,035
Mittlere Arten-Densität $D_h = R/M$ (Arten/Exkursion)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	48,274
HANES, linear, SigmaPlot	48,310
Standardabweichung s +	2,539
-	2,396
Hyperbel, SigmaPlot	48,205
Standardabweichung s +	1,707
-	1,623

Mit dem Wert 0,9999 kommen die Korrelationskoeffizienten zu linearer bzw. hyperbolischer Regression bis auf 0,1 Promille an den Idealwert von 1,0000 heran, d.h. die Übereinstimmung der Punktelage zur entsprechenden Regressionskurve ist praktisch ideal. Hieraus resultieren jeweils fast exakt miteinander übereinstimmende Werte für die einzelnen Konstanten R_h , M_h und D_h . Deren prozentuale Standardabweichungen sind extrem niedrig (nur 20 % des Mittelwertes aller Beispiele in vorliegender Arbeit). Der Wert für die Arten-Diversität R_h mit rund 68 Arten weist nur eine Standardabweichung von weniger als einer Art auf.

Fall 15. Einfache Arten/Areal-Kurven für Schmetterlinge im peruanischen Nationalpark Pakitza in der Haupt-Flugsaison vom 8.-25.9.1989 in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer in Personen-Stunden (Daten aus LAMAS ET AL. 1991), vgl. Abb. 16c,d und S. 122 in SCHMITT (1999); **Typ 5**

a) Kumulierte Arten/Areal-Kurve

Das Suffix _s bedeutet hier: Hauptflugsaison im Jahr.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9975
Hyperbel	0,9994
Arten-Diversität R_s (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	900,000
HANES, linear, SigmaPlot	909,091
Standardabweichung s +	34,305
-	31,898
Hyperbel, SigmaPlot	892,615
Standardabweichung s ±	17,190
Minimum-Beobachtungsdauer M_s (Personen-Stunden)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	124,000
HANES, linear, SigmaPlot	125,091
Standardabweichung s +	7,456
-	6,933
Hyperbel, SigmaPlot	122,202
Standardabweichung s ±	4,817
Mittlere Arten-Densität $D_s = R/M$ (Arten/Personen-Stunde)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	7,258
HANES, linear, SigmaPlot	7,267
Standardabweichung s +	0,717
-	0,649
Hyperbel, SigmaPlot	7,304
Standardabweichung s +	0,446
-	0,412

Hier werden wieder sehr gute Korrelationen zu beiden Regressionen erreicht. Die aus den verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_s , M_s und D_s liegen jeweils deutlich innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungsbereiche, sind also jeweils nicht signifikant verschieden. Die relativen Standardabweichungen liegen auch hier weit unter dem Durchschnitt, die Konstanten-Werte sind also besonders zuverlässig. Der Wert für die Arten-Diversität R_s von 893 Arten weist nur eine Standardabweichung von ± 17 Arten auf.

Fall 16. Einfache Arten/Areal-Kurven für Schmetterlinge in einem Regenwaldgebiet der Tuxtla Mts./Veracruz, Mexico im Jahr 1985 in Abhängigkeit von der Beobachtungsdauer in Personen-Stunden (Daten aus RAGUSO & LLORENTE-BOUSQUETS 1991), vgl. Abb. 17a,b und S. 124 in SCHMITT (1999); **Typ 5.** Die Arten/Areal-Kurve zeigt einen zweiphasigen Verlauf (zwei sich überlagernde hyperbolische Kurven), der sich in der HANES-Transformation als zwei sich schneidende Geraden dokumentiert

- a) Kumulierte Kurve aus unterschiedlich großen Personen-Stunden-Plots, 1. Kurventeil = 1. Flugphase im Jahr
b) Kumulierte Kurve aus unterschiedlich großen Personen-Stunden-Plots, 2. Kurventeil = 2. Flugphase im Jahr

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9936	0,9974
Hyperbel	0,9913	0,9944
Arten-Diversität R_j (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	135,373	261,434
HANES, linear, SigmaPlot	133,333	263,158
Standardabweichung s +	5,556	7,112
-	5,128	6,748
Hyperbel, SigmaPlot	133,601	262,313
Standardabweichung s ±	5,159	5,758
Minimum-Beobachtungsdauer M_j (Personen-Stunden)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	3,630	25,060
HANES, linear, SigmaPlot	3,533	25,237
Standardabweichung s +	0,564	1,736
-	0,520	1,647
Hyperbel, SigmaPlot	3,530	25,271
Standardabweichung s ±	0,468	1,503
Mittlere Arten-Densität $D_j = R/M$ (Arten/Personen-Stunde)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	37,293	10,429
HANES, linear, SigmaPlot	37,736	10,428
Standardabweichung s +	8,361	1,030
-	6,443	0,921
Hyperbel, SigmaPlot	37,847	10,380
Standardabweichung s +	7,470	0,899
-	5,721	0,798

Für beide Kurven-Teilbereiche a) und b) innerhalb der Arten/Areal-Kurve ergeben sich sehr gute Korrelationen sowohl zu linearer als auch zu hyperbolischer Regression. Die aus beiden Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_j , M_j und D_j stimmen innerhalb jeden Beispiels sehr gut überein und sind sehr zuverlässig. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen in beiden Beispielen 50 % unter dem Durchschnitt. Beide Teilkurven unterscheiden sich hochsignifikant in den Werten aller drei Konstanten R_j , M_j und D_j .

Fall 17. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Fechinger Wald/Fechingen am 5.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 17c,d und S. 128 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot7-Statistik aus 7 gleichgroßen Zeitplots à 30 min, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,7702
Hyperbel	0,9832
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	201,342
HANES, linear, SigmaPlot	200,000
Standardabweichung s +	27,273
-	21,429
Hyperbel, SigmaPlot	185,174
Standardabweichung s ±	16,215
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	14837,143
HANES, linear, SigmaPlot	14734,878
Standardabweichung s +	3028,353
-	2379,454
Hyperbel, SigmaPlot	12795,627
Standardabweichung s ±	1836,279
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0136
HANES, linear, SigmaPlot	0,0136
Standardabweichung s +	0,0048
-	0,0035
Hyperbel, SigmaPlot	0,0145
Standardabweichung s +	0,0039
-	0,0030

Der Korrelationskoeffizient für hyperbolische Regression erreicht hier den Mittelwert aller Beispiele in vorliegender Arbeit. Die aus verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d liegen jeweils deutlich innerhalb der Überschneidungsbereiche ihrer zugehörigen Standardabweichungen, sind also jeweils nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen indes etwas über dem Durchschnitt.

Fall 18. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Nassen Wald/-Brenschelbach am 9.10.1994 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 18a,b und S. 128 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot9-Statistik aus 9 gleichgroßen Zeitplots à 30 min, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9930
Hyperbel	0,9979
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	269,663
HANES, linear, SigmaPlot	270,270
Standardabweichung s +	2,954
-	2,890
Hyperbel, SigmaPlot	273,946
Standardabweichung s ±	3,572
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	7581,438
HANES, linear, SigmaPlot	7590,254
Standardabweichung s +	210,788
-	206,272
Hyperbel, SigmaPlot	7895,291
Standardabweichung s ±	224,911
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0356
HANES, linear, SigmaPlot	0,0356
Standardabweichung s +	0,0014
-	0,0013
Hyperbel, SigmaPlot	0,0347
Standardabweichung s +	0,0015
-	0,0014

Diese Arten/Areal-Kurve folgt wiederum in sehr guter Korrelation hyperbolischem Verlauf. Die Werte für R_d , M_d und D_d , aus verschiedenen Verfahren errechnet, stimmen jeweils gut innerhalb ihrer Standardabweichungsbereiche überein, sind also jeweils nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen weit unter dem Durchschnitt, d.h. die Konstanten-Werte sind sehr zuverlässig.

Fall 19. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Waldgebiet Rabenhorst/Homburg am 15.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 18c,d und S. 128 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Komb3-Statistik aus 3 Zeitplots à 30 min, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9235
Hyperbel	0,9891
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	95,541
HANES, linear, SigmaPlot	95,238
Standardabweichung s +	17,122
-	12,593
Hyperbel, SigmaPlot	92,051
Standardabweichung s ±	10,942
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	3139,753
HANES, linear, SigmaPlot	3126,627
Standardabweichung s +	1229,256
-	904,141
Hyperbel, SigmaPlot	2854,553
Standardabweichung s ±	752,513
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0304
HANES, linear, SigmaPlot	0,0346
Standardabweichung s +	0,0160
-	0,0156
Hyperbel, SigmaPlot	0,0322
Standardabweichung s +	0,0168
-	0,0097

Die Werte der Korrelationskoeffizienten für beide Regressionen liegen jeweils im Durchschnitt aller in vorliegender Arbeit behandelten Beispiele. Die über verschiedene Verfahren errechneten Werte für R_d , M_d und D_d liegen alle jeweils im Überschneidungsbereich der zugehörigen Standardabweichungen, sind also jeweils nicht signifikant verschieden. Auffallend sind in diesem Beispiel die im Verhältnis zum Durchschnitt doppelt so hohen prozentualen Standardabweichungen für alle 3 Konstanten.

Fall 20. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze in einem Mischwald bei Falkau/Schwarzwald am 31.8.1991 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer bei Beteiligung von 4 verschiedenen Beobachtern, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 19a,b und S. 130 in SCHMITT (1999); Typ 1 -

a) Komb3-Statistik aus verschiedenen langen Zeitplots;

4 Beobachter bearbeiten bei gleicher Flächenbearbeitungs-Geschwindigkeit in der gleichen Zeit wie 1 Beobachter theoretisch die 4fache Gebietsfläche, deshalb muß die Umrechnung von Zeitplots in m² nach der Beziehung: $1 \text{ min} = 4 \cdot 55,7 \text{ m}^2 = 222,8 \text{ m}^2$ erfolgen, die auf Gl. (VI) basiert. Da die 3 zusätzlichen Beobachter praktisch jedoch mit geringerer Geschwindigkeit als der Autor arbeiteten, ist die insgesamt in der Zeiteinheit besuchte Fläche geringer als mit obiger Gleichung berechnet. Der wirkliche Wert für das Minimum-Areal M_d liegt deshalb deutlich unter dem errechneten Tabellenwert von rund 25000 m². Damit vergrößert sich automatisch der Wert für D_d . Der Arten-Diversitätswert R_d wird davon nicht berührt.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,7789
Hyperbel	0,9348
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	96,618
HANES, linear, SigmaPlot	97,087
Standardabweichung s +	10,440
-	8,591
Hyperbel, SigmaPlot	101,274
Standardabweichung s ±	8,795
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	23603,878
HANES, linear, SigmaPlot	23820,132
Standardabweichung s +	5426,539
-	4466,014
Hyperbel, SigmaPlot	25039,779
Standardabweichung s ±	4465,558
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0041
HANES, linear, SigmaPlot	0,0041
Standardabweichung s +	0,0015
-	0,0011
Hyperbel, SigmaPlot	0,0040
Standardabweichung s +	0,0013
-	0,0009

Diesem Fall liegt ein sehr heterogen zusammengesetztes Gebiet zugrunde, worin auch pilzarme Kahlschläge eingestreut waren. Dies mag einer der Gründe für die unterdurchschnittliche Korrelation der Arten/Areal-Kurve zu hyperbolischem Verlauf sein. Die errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d sind jeweils innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungsbereiche nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen jedoch deutlich über dem Durchschnitt.

Fall 21. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im St. Johanner Stadtwald/Saarbrücken am 17.-18.9.1998 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahmen J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 19c,d und S. 130 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot5-Statistik aus 5 verschieden langen Zeitplots, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9077
Hyperbel	0,9971
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	285,714
HANES, linear, SigmaPlot	285,714
Standardabweichung s +	26,786
-	22,556
Hyperbel, SigmaPlot	259,014
Standardabweichung s ±	18,139
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	14633,170
HANES, linear, SigmaPlot	14620,454
Standardabweichung s +	1962,480
-	1652,609
Hyperbel, SigmaPlot	12720,760
Standardabweichung s ±	1329,041
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0195
HANES, linear, SigmaPlot	0,0195
Standardabweichung s +	0,0046
-	0,0036
Hyperbel, SigmaPlot	0,0204
Standardabweichung s +	0,0039
-	0,0033

Die Arten/Areal-Kurve weist gute bis sehr gute Korrelationen für beide Regressionen auf. Die über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d unterscheiden sich jeweils nicht signifikant voneinander. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen im Durchschnittsbereich aller Beispiele in vorliegender Arbeit.

Fall 22. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Fechinger Wald/Fechingen am 4.11.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 20a,b und S. 130, 131 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot5-Statistik aus 5 verschieden langen Zeitplots, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9104
Hyperbel	0,9951
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	191,304
HANES, linear, SigmaPlot	192,308
Standardabweichung s +	20,458
-	16,869
Hyperbel, SigmaPlot	187,738
Standardabweichung s ±	13,467
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	7212,704
HANES, linear, SigmaPlot	7311,696
Standardabweichung s +	1230,553
-	1014,650
Hyperbel, SigmaPlot	7028,777
Standardabweichung s ±	826,404
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0265
HANES, linear, SigmaPlot	0,0263
Standardabweichung s +	0,0075
-	0,0058
Hyperbel, SigmaPlot	0,0267
Standardabweichung s +	0,0057
-	0,0045

Die Korrelation der statistisch aufgearbeiteten experimentellen Daten mit einer hyperbolischen Arten/Areal-Kurve ist überdurchschnittlich gut. Die Werte für R_d , M_d und D_d aus den verschiedenen Verfahren sind jeweils nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen im Durchschnitt aller hier behandelten Fälle.

Fall 23. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Bettelwald/-Ormesheim am 16.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 20c,d und S. 132 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Komb3-Statistik aus 3 verschiedenen langen Zeitplots, Zeit umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,8829
Hyperbel	0,9980
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	294,326
HANES, linear, SigmaPlot	294,118
Standardabweichung s +	50,710
-	37,708
Hyperbel, SigmaPlot	291,605
Standardabweichung s ±	27,773
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	14956,063
HANES, linear, SigmaPlot	14943,982
Standardabweichung s +	3325,640
-	2472,907
Hyperbel, SigmaPlot	14735,535
Standardabweichung s ±	1911,953
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0197
HANES, linear, SigmaPlot	0,0197
Standardabweichung s +	0,0080
-	0,0057
Hyperbel, SigmaPlot	0,0198
Standardabweichung s +	0,0051
-	0,0040

Auch hier wieder ein Beispiel mit sehr guter Korrelation der statistischen Arten/Areal-Kurve zu hyperbolischem Verlauf. Die aus den verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d liegen jeweils sehr nahe beieinander und sind nicht signifikant verschieden, weisen aber etwas überdurchschnittliche prozentuale Standardabweichungen auf.

Fall 24. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im NSG Oberthaler Bruch/Oberthal am 24.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 21a,b und S. 132 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Komb3-Statistik aus 3 verschiedenen langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9100
Hyperbel	0,9954
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	305,556
HANES, linear, SigmaPlot	303,030
Standardabweichung s +	41,798
-	32,760
Hyperbel, SigmaPlot	306,669
Standardabweichung s ±	27,320
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	10145,142
HANES, linear, SigmaPlot	10073,261
Standardabweichung s +	2163,467
-	1695,688
Hyperbel, SigmaPlot	10168,681
Standardabweichung s ±	1474,045
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0302
HANES, linear, SigmaPlot	0,0301
Standardabweichung s +	0,0111
-	0,0080
Hyperbel, SigmaPlot	0,0302
Standardabweichung s +	0,0082
-	0,0062

Diese Arten/Areal-Kurve zeigt wiederum überdurchschnittlich gute Korrelation zu hyperbolischem Verlauf. Die aus verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d liegen jeweils deutlich im Überschneidungsbereich ihrer zugehörigen Standardabweichungen, sind also jeweils nicht signifikant unterschiedlich. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen etwas über dem Durchschnitt. Ein Vergleich dieses Falles mit **Fall 25**, dessen Arten/Areal-Kurve am gleichen Tag aufgenommen wurde, ergibt folgendes: Nicht signifikant unterschiedlich sind Arten-Diversität R_d und Mittlere Arten-Densität D_d in beiden unterschiedlichen Gebieten, während die Werte für das Minimum-Areal M_d signifikant verschieden sind.

Fall 25. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Kappwald/-Türkismühle am 24.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 21c,d und S. 132 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot14-Statistik aus 14 verschieden langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9791
Hyperbel	0,9977
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	314,286
HANES, linear, SigmaPlot	285,714
Standardabweichung s +	8,404
-	7,936
Hyperbel, SigmaPlot	293,417
Standardabweichung s ±	3,470
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	9314,655
HANES, linear, SigmaPlot	7834,603
Standardabweichung s +	332,010
-	313,550
Hyperbel, SigmaPlot	8253,782
Standardabweichung s ±	182,289
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0337
HANES, linear, SigmaPlot	0,0365
Standardabweichung s +	0,0026
-	0,0025
Hyperbel, SigmaPlot	0,0355
Standardabweichung s +	0,0013
-	0,0011

Diese Arten/Areal-Kurve zeigt noch bessere Korrelation zu hyperbolischem Verlauf wie diejenige im vorhergehenden **Fall 24**. Die aus verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d liegen im Falle der HANES-Geraden-Regression aus SCHMITT (1999) jeweils signifikant über denjenigen im Falle der über SigmaPlot-Regressionen ermittelten, wobei sich letztere untereinander jeweils nicht signifikant unterscheiden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen weit unter dem Durchschnitt, die Werte der Konstanten sind deshalb sehr zuverlässig. Zum Vergleich dieses Falles mit dem vorhergehenden **Fall 24** siehe dort.

Fall 26. Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Gebiet Gackelsberg/Limbach am 30.10.1999 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer bei 2 Beobachtern, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 22a-d und S. 132, 134 in SCHMITT (1999); Typ 1

- a) Einfache Arten/Areal-Kurve, Folge R1 der 7 verschiedenen langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² über Gl. (VI)
- b) Statistische Arten/Areal-Kurve als Rot7-Statistik aus 7 verschiedenen langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9875	0,9157
Hyperbel	0,9959	0,9881
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	190,058	220,588
HANES, linear, SigmaPlot	188,679	222,222
Standardabweichung s +	15,403	15,873
-	13,240	13,889
Hyperbel, SigmaPlot	192,098	216,312
Standardabweichung s ±	12,878	12,048
Minimum-Areal M_d (m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	11545,496	18069,860
HANES, linear, SigmaPlot	11472,098	18185,431
Standardabweichung s +	2070,984	2293,582
-	1780,276	2006,928
Hyperbel, SigmaPlot	11824,564	17334,564
Standardabweichung s ±	1752,054	1803,488
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0165	0,0122
HANES, linear, SigmaPlot	0,0165	0,0122
Standardabweichung s +	0,0046	0,0025
-	0,0035	0,0020
Hyperbel, SigmaPlot	0,0162	0,0125
Standardabweichung s +	0,0042	0,0022
-	0,0030	0,0018

In diesem **Fall 26** sind zwei Arten/Areal-Kurven einander gegenübergestellt, die auf den gleichen experimentellen Ausgangsdaten basieren. In Beispiel a) ist die Einfache Arten/Areal-Kurve behandelt, wie sie aus der Kumulation der Reihenfolge der praktischen Aufnahme von Pilzarten in den 7 verschiedenen langen Zeitplots im Gelände resultiert. In Beispiel b) sind die Daten der Statistischen Arten/Areal-Kurve dokumentiert, die über die Rot7-Statistik erstellt wurde. Der bisher übliche Vergleich der Korrelation beider Kurven zu hyperbolischem Verlauf zeigt hier, daß die Einfache Arten/Areal-Kurve den etwas günstigeren, sehr guten Korrelationskoeffizienten aufweist. In beiden Beispielen sind die aus verschiedenen Verfahren errechneten Werte der Konstanten R_d , M_d und D_d innerhalb eines Beispiels jeweils nicht signifikant unterschiedlich. Die prozentualen Standardabweichungen der Konstanten liegen in Beispiel a) etwas höher als in Beispiel b), was mit den hier deutlich geringeren Zahl von verarbeiteten Daten zusammenhängt (in Beispiel b) der Statistischen Arten/Areal-Kurve wurden 7mal mehr Daten verrechnet), bewegen sich aber im Durchschnitt aller in vorliegender Arbeit betrachteten Beispiele. Vergleicht man die Werte einzelner Konstanten für beide Beispiele

jeweils miteinander, so liegen R_d und D_d im jeweiligen Überschneidungsbereich ihrer Standardabweichungen, d.h. sie sind für beide Beispiele nicht signifikant verschieden, während M_d im Beispiel b) der Statistischen Arten/Areal-Kurve signifikant größer ausfällt.

Fall 27. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Mühlenwald/-Sitterswald am 27.9.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 23a-d und S. 134 in SCHMITT (1999); Typ 1

- a) Rot4-Statistik aus 4 verschieden langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m^2 über Gl. (VI)
b) Komb4-Statistik aus 4 verschieden langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m^2 über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,8992	0,8890
Hyperbel	0,9894	0,9877
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	185,950	184,805
HANES, linear, SigmaPlot	185,185	185,185
Standardabweichung s +	27,581	14,815
-	21,251	12,771
Hyperbel, SigmaPlot	177,321	176,231
Standardabweichung s ±	18,746	11,128
Minimum-Areal M_d (m^2)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	5069,647	5044,582
HANES, linear, SigmaPlot	5052,196	5051,165
Standardabweichung s +	1342,639	729,381
-	1034,502	628,772
Hyperbel, SigmaPlot	4590,231	4560,738
Standardabweichung s ±	927,433	550,539
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/ m^2)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0367	0,0366
HANES, linear, SigmaPlot	0,0367	0,0367
Standardabweichung s +	0,0163	0,0085
-	0,0111	0,0069
Hyperbel, SigmaPlot	0,0386	0,0386
Standardabweichung s +	0,0149	0,0081
-	0,0099	0,0063

Beide aus den gleichen experimentellen Ausgangsdaten über zwei verschiedene statistische Verfahren erarbeitete Arten/Areal-Kurven zeigen überdurchschnittlich gute Korrelation zu hyperbolischem Verlauf. Die aus verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d sind sowohl innerhalb eines Beispiels (a bzw. b) als auch jeweils innerhalb beider Beispiele nicht signifikant unterschiedlich. Die prozentualen Standardabweichungen der Konstanten-Werte sind im Beispiel b) deutlich geringer, liegen jedoch etwas über dem Durchschnitt. Zum Vergleich der Ergebnisse und der Bewertung beider statistischer Verfahren siehe Diskussionsabschnitt 4.3.

Fall 28. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Kappwald/-Türkismühle am 17.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 24a,b und S. 136 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Komb4-Statistik aus 4 verschieden langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9855
Hyperbel	0,9988
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	271,084
HANES, linear, SigmaPlot	270,270
Standardabweichung s +	7,508
-	7,112
Hyperbel, SigmaPlot	270,663
Standardabweichung s ±	6,373
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	12091,245
HANES, linear, SigmaPlot	12059,803
Standardabweichung s +	539,238
-	510,843
Hyperbel, SigmaPlot	12060,331
Standardabweichung s ±	481,070
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0224
HANES, linear, SigmaPlot	0,0224
Standardabweichung s +	0,0017
-	0,0015
Hyperbel, SigmaPlot	0,0224
Standardabweichung s +	0,0015
-	0,0013

Dieses Beispiel zeigt wieder eine sehr gute Korrelation der statistisch aufgearbeiteten experimentellen Daten zu hyperbolischem Verlauf der daraus resultierenden Arten/Areal-Kurve. Alle über verschiedene Verfahren errechneten Werte der Konstanten R_d , M_d und D_d stimmen jeweils innerhalb ihrer Standardabweichungsbereiche sehr gut überein, sind also nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen weit unter dem Durchschnitt, die Konstanten-Werte sind also besonders zuverlässig.

Fall 29. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Gebiet Halberg/Saarbrücken vom 21.-22.9.1995 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 24c,d und S. 136, 138 in SCHMITT (1999); Typ 1

a) Rot6-Statistik aus 6 verschiedenen langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m² nach Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für HANES, linear	0,9808
Hyperbel	0,9916
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	146,232
HANES, linear, SigmaPlot	147,059
Standardabweichung s +	4,456
-	4,202
Hyperbel, SigmaPlot	144,953
Standardabweichung s ±	4,986
Minimum-Areal M_d (m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	4386,375
HANES, linear, SigmaPlot	4408,491
Standardabweichung s +	374,953
-	353,535
Hyperbel, SigmaPlot	4270,146
Standardabweichung s ±	366,762
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0333
HANES, linear, SigmaPlot	0,0334
Standardabweichung s +	0,0040
-	0,0035
Hyperbel, SigmaPlot	0,0339
Standardabweichung s +	0,0045
-	0,0037

Auch diese Arten/Areal-Kurve folgt mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,9916 in sehr guter Näherung hyperbolischem Verlauf. Die Werte für die drei Konstanten R_d , M_d und D_d aus den verschiedenen Berechnungen sind jeweils nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen deutlich unter dem Durchschnitt, die Konstanten-Werte sind deshalb besonders zuverlässig.

Fall 31. Einfache Arten/Areal-Kurven für Großpilze des Herbstaspektes in 2 Pflanzengesellschaften in Holland im Zeitraum 1974 bis 1980 bei vergleichbarer Beobachtungsdichte pro Jahr in Abhängigkeit von der Anzahl der Beobachtungsjahre, (Daten aus ARNOLDS 1992), vgl. Abb. 25c,d und S. 140, 142 in SCHMITT (1999); Typ 6

a) *Erica tetralix*-Gesellschaft

b) *Molinia coerulea*-Gesellschaft

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9983	0,9965
Hyperbel	0,9990	0,9973
Arten-Diversität R_z (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	32,608	32,608
HANES, linear, SigmaPlot	32,468	32,468
Standardabweichung s +	0,865	1,316
-	0,822	1,218
Hyperbel, SigmaPlot	31,954	32,259
Standardabweichung s ±	0,615	1,177
Minimum-Beobachtungszeit M_z (Jahre)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	1,380	1,870
HANES, linear, SigmaPlot	1,364	1,847
Standardabweichung s +	0,156	0,251
-	0,149	0,231
Hyperbel, SigmaPlot	1,308	1,809
Standardabweichung s ±	0,093	0,206
Mittlere Arten-Densität $D_z = R/M$ (Arten/Jahr)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	23,629	17,437
HANES, linear, SigmaPlot	23,810	17,575
Standardabweichung s +	3,625	3,331
-	2,990	2,680
Hyperbel, SigmaPlot	24,430	17,833
Standardabweichung s +	2,376	3,025
-	2,061	2,408

Beide Arten/Areal-Kurven zeigen sehr gute Korrelationen zu hyperbolischem Verlauf. In beiden Beispielen liegen die jeweils über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_z , M_z und D_z jeweils deutlich innerhalb der zugehörigen Standardabweichungsbereiche und sind deshalb nicht signifikant unterschiedlich. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen weit unter dem Durchschnitt, die Konstanten-Werte sind also besonders zuverlässig. Hier liegt ein praktisches Beispiel dafür vor, daß zwei verschiedene Pflanzengesellschaften die gleiche Arten-Diversität R_z (die beiden einzelnen Werte liegen deutlich innerhalb der Überschneidungsbereiche ihrer Standardabweichungen, sind also nicht signifikant verschieden) bei signifikant unterschiedlicher Minimum-Beobachtungszeit M_z aufweisen.

Fall 32. Einfache Arten/Areal-Kurven für Großpilze des Herbstaspektes in Graslandgesellschaften Hollands innerhalb eines 6jährigen Zeitraumes bei unterschiedlichen Beobachtungsdichten in Abhängigkeit von der Anzahl der Beobachtungsjahre (Daten aus ARNOLDS 1992), vgl. Abb. 26a,b und S. 142, 144 in SCHMITT (1999); **Typ 6**

- a) Beobachtungsdichte: 1 Exkursion pro Jahr
b) Beobachtungsdichte: 2 Exkursionen pro Jahr
c) Beobachtungsdichte: 4 Exkursionen pro Jahr

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b	c
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für			
HANES, linear	0,9979	0,9956	0,9996
Hyperbel	0,9998	0,9984	0,9997
Arten-Diversität R_z (Artenzahl)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	154,847	132,275	126,295
HANES, linear, SigmaPlot	154,847	132,258	126,295
Standardabweichung s +	5,153	6,535	1,910
-	4,832	5,948	1,855
Hyperbel, SigmaPlot	157,259	133,213	126,893
Standardabweichung s ±	4,280	5,922	1,871
Minimum-Beobachtungszeit M_z (Jahre)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	4,686	2,574	1,528
HANES, linear, SigmaPlot	4,686	2,573	1,528
Standardabweichung s +	0,285	0,320	0,083
-	0,268	0,290	0,079
Hyperbel, SigmaPlot	4,827	2,635	1,551
Standardabweichung s ±	0,242	0,281	0,072
Mittlere Arten-Densität $D_z = R/M$ (Arten/Jahr)			
HANES, linear, SCHMITT 1999	33,045	51,389	82,654
HANES, linear, SigmaPlot	33,048	51,393	82,631
Standardabweichung s +	3,168	9,401	5,847
-	2,870	7,732	5,387
Hyperbel, SigmaPlot	32,579	50,555	81,814
Standardabweichung s +	2,653	8,551	5,248
-	2,400	6,902	4,783

In allen 3 Beispielen folgen die Arten/Areal-Kurven mit hervorragender Korrelation hyperbolischem Verlauf. Bei jedem einzelnen Beispiel liegen die über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_z , M_z und D_z jeweils innerhalb ihrer zugehörigen Standardabweichungsbereiche, sind also nicht signifikant unterschiedlich. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen weit unter dem Durchschnitt, die Konstanten-Werte sind also besonders zuverlässig. Die mit zunehmender Beobachtungsdichte pro Jahr nichtlinear fallenden Werte von Artendiversität R_z und Minimum-Beobachtungszeit M_z führen bei unendlicher Beobachtungsdichte pro Jahr zu den Grenzwerten RR_z bzw. MM_z , wie im folgenden **Fall 33** gezeigt wird (siehe auch Abschnitt 3.1.8 mit Erläuterungen zum Arten/Areal-Kurventyp 7).

Fall 33. Einfache Arten/Areal-Kurven aus den Ergebnissen von Fall 32 zur Ermittlung der Grenzwerte der Arten-Diversität RR_z und der Minimum-Beobachtungszeit MM_z bei unendlich dichter Beobachtung pro Jahr (d.h. Erfassung aller in einem Jahr fruktifizierenden Pilzarten) in unendlich vielen Jahren; vgl. Abb. 27a-d, Tab. 21b und S. 144, 146 in SCHMITT (1999), Daten aus Fall 32 in vorliegender Arbeit; Typ 7

- a) Errechnete Jahres-Artendiversitäten R_z (aus Arten/Areal-Kurven in **Fall 32**) gegen die Exkursionen-Anzahl pro Jahr (Beobachtungsdichte/Jahr). Die resultierende Best-Hyperbel weist den Grenzwert RR_z an Arten auf
- b) Errechnete Minimum-Exkursionenzahlen pro Jahr M_z (aus Arten-Areal-Kurven in **Fall 32**) gegen die Exkursionen-Anzahl pro Jahr (Beobachtungsdichte/Jahr). Die resultierende Best-Hyperbel weist den Grenzwert MM_z an Exkursionen/Jahr auf.

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9999	0,9942
Hyperbel	0,9965	0,9837
Arten-Diversität RR_z (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	119,256	
HANES, linear, SigmaPlot	119,256	
Standardabweichung s +	1,378	
-	1,347	
Hyperbel, SigmaPlot	117,796	
Standardabweichung s ±	1,782	
Minimum-Exkursionenzahl/Jahr MM_z (Anzahl/Jahr)		
HANES, linear, SCHMITT 1999		1,222
HANES, linear, SigmaPlot		1,222
Standardabweichung s +		0,147
-		0,119
Hyperbel, SigmaPlot		1,515
Standardabweichung s ±		0,261
Mittlere Arten-Densität $DD_z = RR/MM$ (Artenzahl/Exkursion)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	97,5908	97,5908
HANES, linear, SigmaPlot	97,5908	97,5908
Standardabweichung s +	11,7782	11,7782
-	11,4630	11,4630
Hyperbel, SigmaPlot	77,7531	77,7531
Standardabweichung s +	17,6042	17,6042
-	12,4299	12,4299

In diesen beiden Beispielen geht es darum, die Grenzwerte der mit überdurchschnittlich guter Korrelation hyperbolischem Verlauf folgenden Arten/Areal-Kurven zu ermitteln. In Beispiel a) ist dies die Absolute Arten-Diversität RR_z , für welche die über verschiedene Verfahren errechneten Werte deutlich innerhalb ihrer jeweiligen Standardabweichungsbereiche liegen, deshalb also nicht signifikant unterschiedlich sind. Ihre prozentualen Standardabweichungen sind sehr niedrig, d.h. der Wert für RR_z ist sehr zuverlässig. In Beispiel b) betrifft es die Absolute Minimum-Beobachtungszeit MM_z (in Jahren), für welche die über verschiedene Verfahren errechneten Werte ebenfalls deutlich im Überschneidungsbereich ihrer zugehörigen

Standardabweichungen liegen und somit ebenfalls nicht signifikant verschieden sind. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen im Mittel etwas über dem Durchschnitt. Zur Überprüfung des Wertes für MM_z mittels zusätzlicher Berechnungen sei auf SCHMITT (1999, S. 144, 146) verwiesen. Die verschiedenen Werte für die Absolute Mittlere Arten-Densität DD_z mit den zugehörigen Standardabweichungen wurden als Quotient aus den verschiedenen Werten für RR_z und MM_z errechnet. Die verschiedenen Werte für DD_z liegen deutlich innerhalb der Überschneidungsbereiche ihrer zugehörigen Standardabweichungen, sind also nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Standardabweichungen liegen im Durchschnittsbereich.

Fall 34. Einfache Arten/Areal-Kurven für Großpilze in einem holländischen Eichenwaldgebiet vom Typ *Dicrano-Quercetum* in einem 4jährigen Beobachtungszeitraum bei vergleichbarer Beobachtungsdichte pro Jahr in Abhängigkeit von der Anzahl der Beobachtungsjahre (Daten aus JANSEN 1984), vgl. Abb. 26c,d und S. 146 in SCHMITT (1999);

Typ 6

a) Kumulierte Arten/Areal-Kurve

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für	
HANES, linear	0,9999
Hyperbel	1,0000
Arten-Diversität R_z (Artenzahl)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	232,829
HANES, linear, SigmaPlot	232,829
Standardabweichung s +	2,687
-	2,626
Hyperbel, SigmaPlot	232,505
Standardabweichung s ±	1,875
Minimum-Beobachtungszeit M_z (Jahre)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	1,211
HANES, linear, SigmaPlot	1,210
Standardabweichung s +	0,050
-	0,049
Hyperbel, SigmaPlot	1,204
Standardabweichung s ±	0,033
Mittlere Arten-Densität $D_z = R/M$ (Arten/Jahr)	
HANES, linear, SCHMITT 1999	192,262
HANES, linear, SigmaPlot	192,382
Standardabweichung s +	10,474
-	9,681
Hyperbel, SigmaPlot	193,110
Standardabweichung s +	7,044
-	6,667

Diese Arten/Areal-Kurve folgt mit einem Korrelationskoeffizienten von 1,0000 ideal hyperbolischem Verlauf. Die über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_z , M_z und D_z sind jeweils untereinander fast identisch und innerhalb der Signifikanzgrenzen

gleich. Ihre weit unterhalb des Durchschnitts liegenden prozentualen Standardabweichungen sind sehr niedrig, die Konstanten-Werte also besonders zuverlässig.

Fall 35. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze in einem Teilgebiet und im Gesamtgebiet des Mühlenwaldes/Sitterswald am 1.11.1992 in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 28a-d und S. 147 in SCHMITT (1999); Typ 1

- a) Gesamtgebiet, Rot10-Statistik aus 10 verschieden langen Zeitplots, Zeit umgerechnet in m^2 nach Gl. (VI)
b) Teilgebiet (jüngerer Laubwald mit Lärchen-Beimischung), Rot5-Statistik aus 5 verschiedenen langen Zeitplots, Zeiten umgerechnet in m^2 über Gl. (VI)

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9574	0,9773
Hyperbel	0,9948	0,9942
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	136,799	103,952
HANES, linear, SigmaPlot	136,986	104,167
Standardabweichung s +	3,859	4,529
-	3,653	4,167
Hyperbel, SigmaPlot	139,470	103,660
Standardabweichung s ±	2,810	4,346
Minimum-Areal M_d (m^2)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	6989,682	4369,498
HANES, linear, SigmaPlot	7000,651	4381,153
Standardabweichung s +	446,671	450,837
-	422,869	414,756
Hyperbel, SigmaPlot	7313,794	4358,458
Standardabweichung s ±	311,318	406,983
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/ m^2)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0196	0,0238
HANES, linear, SigmaPlot	0,0196	0,0238
Standardabweichung s +	0,0018	0,0036
-	0,0017	0,0031
Hyperbel, SigmaPlot	0,0191	0,0238
Standardabweichung s +	0,0012	0,0035
-	0,0012	0,0030

Beide Arten/Areal-Kurven zeigen überdurchschnittlich gute Korrelation zu hyperbolischem Verlauf. Für beide Beispiele a) und b) gilt, daß die innerhalb eines Beispiels jeweils über verschiedene Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d sich innerhalb der Bereiche ihrer zugehörigen Standardabweichungen befinden und damit nicht signifikant unterschiedlich sind. In Beispiel b) liegen die prozentualen Standardabweichungen für die Konstanten-Werte doppelt so hoch wie in Beispiel a), was auf die geringere Anzahl statistisch verrechneter Experimentaldaten zurückzuführen ist. Das Gesamtgebiet des Mühlenwaldes zeigt gegenüber dem Teilgebiet erwartungsgemäß signifikant höhere Arten-Diversität R_d und größeres Minimum-Areal M_d , während die Mittlere Arten-Densität D_d auch für das Teilgebiet nicht signifikant verschieden ist.

Fall 36. Statistische Arten/Areal-Kurven für Blätter- und Röhrenpilze im Nassen Wald/Brenschelbach am 9.10.1994 mit 1 bzw. 3 Beobachtern in Abhängigkeit von der Exkursionsdauer, vgl. Fall 19, Aufnahme J.A. SCHMITT, vgl. Abb. 29a,b, 30a in SCHMITT (1999); Typ 1

- a) Kurve für 1 Beobachter, Rot9-Statistik aus 9 Zeitplots à 30 min, Zeiten umgerechnet in m² nach Gl. (VI), Beginn der Kurve bei 90 min für den Vergleich mit b)
b) Kurve für 3 gleiche Beobachter, Komb3-Statistik aus 3 Zeitplots à 30 min, Zeiten t (in Minuten) umgerechnet in Flächen a (in m²) nach: $a = \text{Beobachterzahl} \cdot 55,7 \cdot t$, vgl. Gl. (VI)

Aus der Aufnahme von 9 gleichgroßen Zeitplots durch **eine** Person (den Autor) in Beispiel a) wurde als Modell eine Aufnahme für **3 gleiche Beobachter** folgendermaßen konstruiert: Beobachter 1 begeht die Plots 1, 2 und 3, Beobachter 2 entsprechend die Plots 4, 5 und 6, Beobachter 3 schließlich die Plots 7, 8 und 9. Für die Arten/Areal-Kurve bei 3 Beobachtern wurden also für die ersten 30 min die Ergebnisse von Plot 1, 4 und 7 kumuliert, für den zweiten Zeitplot von 30 min die Ergebnisse von Plot 2, 5 und 8 und für den dritten Zeitplot von 30 min die Ergebnisse von Plot 3, 6 und 9. Die resultierenden 3 kumulierten Zeitplots wurden nun über das Komb3-Verfahren statistisch zur Arten/Areal-Kurve verrechnet (Beispiel b).

Aus Arten/Areal-Kurve zu berechnende Größe	a	b
Korr.-Koeff. r aus SigmaPlot für		
HANES, linear	0,9947	0,9890
Hyperbel	0,9990	0,9983
Arten-Diversität R_d (Artenzahl)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	290,323	292,683
HANES, linear, SigmaPlot	294,118	294,118
Standardabweichung s +	3,498	18,382
-	3,420	16,340
Hyperbel, SigmaPlot	290,458	292,770
Standardabweichung s ±	3,637	14,389
Minimum-Areal M_d (m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	9039,553	9219,074
HANES, linear, SigmaPlot	9165,926	9310,091
Standardabweichung s +	251,683	1232,875
-	245,820	1095,882
Hyperbel, SigmaPlot	9052,654	9220,606
Standardabweichung s ±	242,473	970,940
Mittlere Arten-Densität $D_d = R/M$ (Arten/m ²)		
HANES, linear, SCHMITT 1999	0,0321	0,0317
HANES, linear, SigmaPlot	0,0321	0,0316
Standardabweichung s +	0,0013	0,0064
-	0,0012	0,0053
Hyperbel, SigmaPlot	0,0321	0,0318
Standardabweichung s +	0,0013	0,0054
-	0,0012	0,0045

Beide Arten/Areal-Kurven zeigen überdurchschnittlich gute Korrelation zu beiden Regressionen. Die aus den verschiedenen Verfahren errechneten Werte für die Konstanten R_d , M_d und D_d sind in beiden Beispielen jeweils nicht signifikant verschieden. Ihre prozentualen Stan-

dardabweichungen liegen in Beispiel a) besonders niedrig, die Konstanten-Werte sind also besonders zuverlässig. In Beispiel b) liegen die prozentualen Standardabweichungen höher und erreichen den Durchschnitt aller Beispiele in vorliegender Arbeit; der Grund ist hier die geringere Datenmenge zur Erstellung der Komb3-Statistik.

4. Diskussion

4.1 Vergleich von hyperbolischer Regression mit linearer Regression der HANES-transformierten Werte

In den 36 hier betrachteten Fällen zeigt sich, daß die hyperbolische Regression der experimentell gewonnenen Daten zur Erstellung einer Arten/Areal-Kurve mittels SigmaPlot bei 47 von 61 Beispielen die besseren Korrelationskoeffizienten aufweist als die parallel hierzu ausgeführte lineare Regression der HANES-transformierten Daten: Für die Korrelationskoeffizienten der Hyperbel-Bestkurven errechnet sich ein Mittelwert von $0,9842 \pm 0,0253$ (= 2,6 %), für diejenigen der HANES-Bestgeraden ergibt sich dagegen ein Mittelwert von $0,9075 \pm 0,1698$ (= 18,7 %). **Aus den nahe dem Idealwert 1 liegenden Korrelationskoeffizienten aller hier betrachteten Arten/Areal-Kurven bei hyperbolischem Fitting bestätigt sich eindrucksvoll, daß diese Arten/Areal-Kurven hyperbolischen Verlauf zeigen.**

Gleichzeitig werden mit der automatischen Berechnung von R und M im hyperbolischen Fitting für beide Werte symmetrische Standardabweichungen angegeben, die im Vergleich zu denjenigen aus der HANES-Bestgerade errechneten niedriger liegen. Für den aus R- und M-Werten ermittelten Wert von D errechnet sich aus der Berücksichtigung ihrer Standardabweichungen in beiden Fällen eine unsymmetrische Standardabweichung (vgl. hierzu Abschnitt 2.3). Die Übereinstimmung der Ergebnisse aus früheren Berechnungen (vgl. SCHMITT 1999) mit denjenigen der hier vorgelegten neuen Berechnungen ist in den meisten Fällen gut, die Werte für R, M und D liegen dabei jeweils im Überschneidungsbereich ihrer Standardabweichungen und sind deshalb nicht signifikant unterschiedlich. Nur in wenigen Fällen weichen die Werte stärker voneinander ab, was primär durch die HANES-Berechnungsbasis verursacht wird. Hier sind die Werte aus der direkten, hyperbolischen Regression die sichereren.

Bei direkter hyperbolischer Regression der aufgearbeiteten experimentellen Daten können über das SigmaPlot-Programm die hyperbolischen Arten/Areal-Kurven leicht und sicher erstellt werden, wobei automatisch die Funktionsgleichungen der Kurven einschließlich der Werte von Arten-Diversität R und Minimum-Areal M inklusive ihrer Standardabweichungen ausgegeben werden.

4.2 Vergleich der prozentualen Genauigkeit der Werte R, M und D aus Arten/Areal-Kurven

Bei einer Arten/Areal-Kurve ist die Arten-Diversität R der Wert mit der geringsten prozentualen Standardabweichung, d.h. mit der höchsten Genauigkeit. Der zugehörige Wert für das Minimum-Areal M weist immer eine deutlich höhere prozentuale Standardabweichung auf und ist deshalb weniger zuverlässig als der R-Wert. Die aus beiden Größen errechnete Arten-Diversität D erreicht die höchste prozentuale Standardabweichung.

Rechnet man die Absolutwerte der Standardabweichungen von R, M und D in %-Werte um, so ergeben sich für die 61 Beispiele aus den betrachteten 36 Fällen folgende Durchschnittswerte, die allerdings wegen der zugrundeliegenden, z.T. stark unterschiedlichen Einzelwerte die in Klammern angefügten erheblichen Standardabweichungen aufweisen:

$$R: \pm 5,80 \% (\pm 5,37), \quad M: \pm 12,54 \% (\pm 8,38), \quad D: \pm 19,22 \% (\pm 15,28)$$

Für die Verhältnisse der prozentualen Standardabweichungen s der Werte R , M und D untereinander gilt demnach als Faustregel:

$$s_R : s_M : s_D = 1 : 2 : 3$$

4.3 Rot- bzw. Komb-Statistik in direktem Vergleich über die Zuverlässigkeit ihrer Werte für R , M und D

Es stellt sich die Frage, welches der beiden vom Autor entwickelten statistischen Verfahren zur Aufarbeitung experimenteller Daten für die Erstellung von Arten/Areal-Kurven (vgl. SCHMITT 1999) die zuverlässigeren Werte für die charakteristischen Hyperbel-Konstanten R bzw. M ergeben. Zum Vergleich stehen hier zwei Beispiele von Arten/Areal-Kurven auf der Basis je 4 untersuchter Flächenplots zur Verfügung: **Fall 7c,d** und **Fall 27a,b**. In beiden Beispielen handelt es sich um Rot4 und Komb4-Statistiken, aus denen mittels SigmaPlot über hyperbolische Regression Arten/Areal-Kurven errechnet wurden.

Im **Fall 7c,d** sind die Korrelationskoeffizienten für Rot4- bzw. Komb4-Statistik fast identisch (Unterschied nur 0,2 %!), die Absolutwerte für R , M und D weichen maximal nur 0,4 % voneinander ab. Gravierend sind allerdings die Unterschiede in den prozentualen Standardabweichungen der Werte für R , M und D : Die um den Faktor 0,4 deutlich niedrigeren prozentualen Standardabweichungen aus der **Komb4-Statistik** ergeben also **2,5fach zuverlässigere Werte für R , M und D** .

Im **Fall 27a,b** sind die Korrelationskoeffizienten-Unterschiede beider statistischer Verfahren ebenfalls minimal (0,2 %!), die Absolutwerte für R und M liegen nur 0,5 % auseinander, während die Werte für D identisch sind. Der Unterschied in ihren prozentualen Standardabweichungen liegen hier für die Komb4-Werte um den Faktor 0,6 niedriger als diejenigen aus der Rot4-Statistik, d.h. aus der **Komb4-Statistik** resultieren **1,8fach zuverlässigere Werte für R , M und D** .

Die höhere Zuverlässigkeit der Werte für die Konstanten der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve bei Anwendung der Komb4-Statistik hängt mit dem deutlich umfangreicheren Datenmaterial zusammen, das hierbei verarbeitet wird: Für die Komb4-Statistik werden 24 Einzelkurven mit insgesamt 120 Wertepaaren (Punkten) verrechnet, im Falle der Rot4-Statistik dagegen nur 4 Einzelkurven mit insgesamt 20 Wertepaaren. Da das Komb-Statistik-Verfahren also zuverlässigere Werte für R , M und D ergibt, sollte es bei Plot-Anzahlen von 3 bzw. 4 dem weniger arbeitsaufwendigen Rot-Verfahren vorgezogen werden. Liegt die Plot-Anzahl zur Erstellung einer Arten/Areal-Kurve allerdings über 4, so würde das Komb-Verfahren einen unverhältnismäßig hohen Arbeits- und Rechenaufwand erfordern, so daß dann die einfachere Rot-Statistik angewendet werden kann.

4.4 Praktisch sinnvolle Genauigkeitsangaben bei den Werten für R , M und D

Aufgrund der prozentualen Standardabweichungen der Werte R , M und D ist es sinnvoll, die aus der Arten/Areal-Kurve enthaltenen Größen in folgender Genauigkeit anzugeben:

- Arten-Diversität R :** In gerundeten ganzen Zahlen, z.B. für **Fall 1:** $R_d = 93 \pm 10$ Arten, d.h. ± 11 %
- Minimum-Areal M :** In gerundeten ganzen Zahlen, z.B. für **Fall 1:** $M_d = 680 \pm 170$ m², d.h. ± 25 %
- Arten-Densität D :** Als Wert mit 3 Stellen hinter dem Komma, z.B. für **Fall 1:** $D_d = 0,136 \pm 0,069$ Arten/m², d.h. ± 50 %

4.5 Genauigkeit von Artenzahlen, die über Arten/Areal-Kurvenfunktionen unter Vorgabe einer Flächengröße errechnet werden

Hier interessiert die Genauigkeit von Artenzahlen, die über eine hyperbolische Arten/Areal-Kurvenfunktion errechnet werden, wobei die Standardabweichungen der Hyperbel-Konstanten R und M berücksichtigt werden. Als Beispiel dient **Fall 1** (vgl. Abschnitt 2.4).

Die charakteristischen Konstanten der hyperbolischen Arten/Areal-Kurve des Rauschbeeren-Kiefernmoorwaldes in **Fall 1** haben folgende Werte (mit zugehörigen Standardabweichungen):

$R_d = 93,387 \pm 9,908$ Arten, prozentuale Standardabweichung: $\pm 10,6 \%$

$M_d = 668,565 \pm 168,103 \text{ m}^2$, prozentuale Standardabweichung: $\pm 25,1 \%$

Für eine Fläche von 2000 m^2 dieses Gebietes wurde über dessen Pilzarten/Areal-Kurvenfunktion **GL (V)** folgende Artenzahl mit Angabe der Standardabweichungen errechnet:

$$s_{2000} = 69,9906 + 12,6305 \text{ bzw. } - 11,1335 \text{ Arten.}$$

Die prozentualen Standardabweichungen für s_{2000} betragen also $+ 18,0 \%$ bzw. $- 15,9 \%$, gemittelt $\pm 17,0 \%$, und zeigen damit fast exakt den Wert der gemittelten prozentualen Standardabweichungen von R_d und M_d mit $17,9 \%$.

5. Literatur

SCHMITT, J. A. (1999): 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. – Abh. Delattinia **25**: 67-210.

SCHMITT, J. A. (2001): Statistische Arten/Areal-Kurven und ihre Nutzung in überregionalen Diversitätsfragestellungen bei Pilzen. – Boletus **24** (2). Im Druck.

SCHMITT, J.A. (2002): Aktuelle Arten Höherer Pilze im Rauschbeeren-Kiefernmoorwald des Jägersburger Moores. – In: WOLFF, P.: Der Rauschbeeren-Kiefernmoorwald des Jägersburger Moores. – In: BETTINGER, A und WOLFF, P. [Hrsg.]: Die Vegetation des Saarlandes und seiner Randgebiete. – Saarbrücken. Im Druck.

Sonstige, im Text zitierte Literatur ist in SCHMITT (1999) aufgeführt.

6. Korrekturen zu SCHMITT (1999)

Im Text von SCHMITT (1999) sind einige z.T. sinnentstellende Druckfehler enthalten, die nachfolgend korrigiert werden: Fehler sind unterstrichen, korrekte Begriffe sind **fett** gedruckt:

S. 68, 10. Zeile: diversity muß richtig heißen: **density**

S. 79, 9. Zeile: $1/(R \cdot a)$ muß richtig heißen: **(a/R)**

S. 93, Abschn. 4.2, 5. Zeile: Abb. 1 muß richtig heißen: **Abb. 2**

S. 94, 5. Zeile (Legende Tab. 1): Abb. 1a,b,c muß richtig heißen: **Abb. 2a,b,c**

S. 100, Tab. 2a, Legende, 1. Zeile: Sandhausen muß richtig heißen: **Sandhausen am 12.12.1973**

S. 117: Abb11: die untere Abbildung ist **Abb. 11b**

S. 130, 1. Abschn., vorletzte Zeile: $106 \text{ min} \equiv 5894 \text{ m}^2$, $Dd = 1,6 \text{ Arten}/100 \text{ m}^2$ muß richtig heißen: **$106 \text{ min} \equiv 4 \cdot 5894 \text{ m}^2 = 23576 \text{ m}^2$, $Dd = 0,4 \text{ Arten}/100 \text{ m}^2$**

S. 134, 2. Abschn., 3. Zeile: 5782 m^2 , $Dd = 3,3 \text{ Arten}$ muß richtig heißen: **$5782 \cdot 2 = 11564 \text{ m}^2$, $Dd = 1,7 \text{ Arten}$**

S. 134, 2. Abschn., 6. Zeile: 9007 m², Dd = 2,5 Arten muß richtig richtig heißen: **9007 · 2 = 18014 m², Dd = 1,3 Arten**

S. 146, 4. Zeile: Tab. 21 muß richtig heißen: **Tab. 21c**

S. 146, Gleichung 8: 0,76459 muß richtig heißen: **0,6975**

S. 148, Legende Tab. 23, 2. Zeile: Abb. 28 muß richtig heißen: **Abb. 29d**

Dank: Frau Dipl.-Biol. Anne-Claire Maucourt danke ich für die Textübertragungen in die französische Sprache.

Anschrift des Autors:

Dr. Johannes A. Schmitt
FR Biochemie, Geb. 9
Universität des Saarlandes
D-66123 Saarbrücken
email: joh.a.sch@rz.uni-sb.de