

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 60 (1977)

  

**Artikel:** Beschreibung exzentrischer Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden

**Autor:** Wildi, Otto

**Kapitel:** 9: Allgemeine Diskussion und Interpretation der Resultate

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308490>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 9. Allgemeine Diskussion und Interpretation der Resultate

---

### 9.1. Diskussion der Auswertung der Daten

---

Die ganze Untersuchung basiert auf einigen, teilweise traditionell bedingten Annahmen. So gilt das Hauptinteresse der Vegetation. Sie hängt verhältnismässig einseitig vom Standort ab. Die Standortsuntersuchung hat zum Ziel, die Vegetation in beschreibendem Sinne zu erklären. Deshalb wird in erster Linie untersucht, welche Faktoren unter diesem Aspekt wichtig und welche unwichtig sind.

Zunächst werden die Untersuchungsobjekte, exzentrische Hochmoore, morphologisch beschrieben und in Zentrum, Schlenken, Rüllen, Oberrand, Unterrand und Peripherie eingeteilt. Damit wird aber vorausgesetzt, dass diese Unterteilung sowohl in den Vegetations- wie auch Standortdaten wieder gesucht werden muss. Zusätzlich sollte aus den Strukturanalysen eine noch präzisere Strukturbeschreibung resultieren. Zu diesem Zwecke und um den Zusammenhang von Vegetation und Standort darzustellen, werden hier drei umfassende Auswertungsschritte vorgenommen: Die Vegetationsanalyse, die Standortsanalyse und eine Analyse beider Datensätze zusammen. Alle drei Schritte sollen im folgenden noch einmal diskutiert werden.

#### 9.1.1. Vegetationsanalyse

---

Zunächst werden die Aehnlichkeiten zwischen allen Vegetationsaufnahmen berechnet, die anschliessend auf grundsätzlich drei verschiedene Arten überblickbar gemacht werden.

Die erste Möglichkeit ist die Darstellung der Aufnahmen in einem Koordinatensystem, das die Korrelationen oder die Kovarianzen zwischen diesen berücksichtigt. Die Durchführung erfolgt mittels einer Faktorenanalyse oder einem ähnlichen Verfahren, und es resultiert ein Aehnlichkeitsmodell der ganzen Vegetation (vgl. Abb. 10).

Die zweite Möglichkeit besteht in der Gruppierung der Daten. Das Resultat sagt wenig aus über die Struktur. Man erhält Kategorien, ähnlich denjenigen der morphologischen Beschreibung. Erst ein nachträglicher Vergleich der er-

haltenen Einheiten gibt auch Aufschluss über die Struktur des ganzen Datensatzes (vgl. Abb. 38). Ein echtes Gruppierungsverfahren ist eigentlich nur das in 5.1.1. realisierte, während die Klassifikation auf Grund der Ordination (5.1.2.) beide bis dahin erwähnten Auswertungsschritte kombiniert. Die Diskriminanzanalyse in 5.1.3. gehört ebenfalls nicht zu den klassifizierenden Verfahren, denn mit ihrer Hilfe wird nur eine bereits vorhandene Gruppierung korrigiert.

Falls die Aenderung der Artenzusammensetzung auch im Untersuchungsobjekt selbst kontinuierlich erfolgt, so ist eine Darstellung der Vegetation im Raum in Form einer Vegetations- oder Artverbreitungskarte als Methode zur Strukturuntersuchung sinnvoll (Abb. 25 und 26). Eine Vegetationskarte basiert jedoch wiederum auf einer Klassifikation. Die Abfolge der Vegetationseinheiten in einem Gradienten demonstriert deren soziologische und ökologische Aehnlichkeit.

Analog zu den Vegetationseinheiten werden auch die Pflanzenarten bezüglich ihres Vorkommens untersucht.

#### 9.1.2. Standortsanalyse

Bei der Vegetation tragen die verschiedenen Pflanzenarten verschieden stark zur Erklärung der Struktur bei. So sind z.B. sehr seltene oder überall vorkommende wenig interessant (vgl. 7.4.3.). Grundsätzlich ist man sich jedoch darüber einig, dass der Begriff Vegetation die Gesamtheit aller Pflanzenarten einer Probefläche umfasst. Im Gegensatz dazu untersucht man den Standort eigentlich nur, um festzustellen, welche Faktoren für die Vegetation bedeutsam sind. Ferner können aus dem ganzen Komplex Standort ja nur einige messtechnisch und arbeitsmässig zu bewältigende Grössen erfasst werden. Deshalb ergibt sich für die Standortsanalyse folgender Aufgabenbereich:

Erstens muss festgestellt werden, welche Messungen Gleiches oder sehr Aehnliches aussagen (Kap. 6.). Eine Antwort darauf kann bei einer grossen Anzahl von Messgrössen auch eine Ordination geben (Abb. 18). Im Gegensatz zur Analyse der Vegetationsdaten, bei der den Korrelationen zwischen den Arten zunächst wenig Beachtung geschenkt wird, steht bei der Standortsanalyse die Frage nach den Aehnlichkeiten der verschiedenen Messgrössen, welche die Standorte beschreiben, im Vordergrund.

Falls nicht schon jetzt der Zusammenhang zwischen Vegetation und Standort gesucht wird, können im zweiten Schritt die Ähnlichkeiten zwischen den Standorten berechnet werden. Die Datenstruktur wird wie bei der Vegetation durch Ordination oder Klassifikation untersucht. Die ordinative Darstellung ist in 7.1.3., Abb. 27, realisiert, und es zeigt sich, dass die ursprüngliche morphologische Unterteilung in Zentrum, Rüllen, Schlenken, Oberrand, Unter- rand und Peripherie in sinnvoller Weise auch in den Standortdaten wieder gefunden werden kann.

### 9.1.3. Analyse beider Datensätze

Das in allen Fällen angewandte Prinzip ist folgendes: Man nimmt, da diese primär interessiert, die Struktur der Vegetation und versucht durch eine geeignete Methode, dieser die Standortdaten zu überlagern, so dass Übereinstimmungen und Diskrepanzen gut sichtbar werden. Unabhängig von einer Klassifikation geschieht dies bei der Berechnung der Isolinien in der Vegetationsordination (Abb. 20-24) sowie in den Trendflächenanalysen in zwei Versuchsflächen (Abb. 25 und 26). Es sei in diesem Zusammenhang noch einmal auf die Arbeit von MALMER (1962) hingewiesen, der die Verbreitung aller häufigen Pflanzenarten und die wichtigsten Standortsfaktoren in topografische Karten eingezeichnet hat.

Das gleiche Prinzip ist aber auch in den zweidimensionalen Ordinationen verwirklicht (Abb. 35 und 36) und ebenso in den Abb. 29 bis 32, welche die Mittelwerte und Standardabweichungen der Vegetationseinheiten bezüglich der wichtigsten Standortsfaktoren darstellen. Hier sind die Standortsmessungen in ein Klassifikationssystem eingetragen, das auf der Vegetationsanalyse basiert. Sieht man von der kanonischen Korrelation ab, so liefern eigentlich nur zwei Verfahren ein Mass für die Übereinstimmung der Datensätze:

Das erste ist die multiple Regression, die zwischen dem Ordinationsmodell und allen 21 gemessenen Standortsfaktoren berechnet wird.

Das zweite ist die Varianz- bzw. Diskriminanzanalyse mit deren Hilfe geprüft wird, ob die Gruppen, die auf Grund der Vegetation gebildet sind, auch bei den Standortdaten gefunden werden können. Es ist schon weiter oben darauf hingewiesen worden, dass hier beide Verfahren zu sehr ähnlichen Resultaten führen (Abb. 28).

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die in dieser Arbeit zur Anwendung gelangenden Verfahren Informationen folgender Art erbringen:

1. Aufschluss über die Aehnlichkeitsstruktur der Vegetationsdaten in Form eines geometrischen Aehnlichkeitsmodells
2. Einen Vorschlag für eine Klassifikation der Vegetationsaufnahmen
3. Angaben darüber, in welcher Weise sich verschiedene Standortsfaktoren entlang von Vegetationsgradienten ändern (Trendanalysen)
4. Angaben über Mittelwerte und Standardabweichungen für die vorgeschlagenen Vegetationseinheiten bezüglich der gemessenen Standortsfaktoren
5. Hinweise auf die Zuverlässigkeit, mit der von der Vegetation auf den Standort und umgekehrt geschlossen werden kann (direkte Ordination, Korrelation zwischen Standort und Ordination, Diskriminanzanalyse)

Es stellt sich nun die Frage, welchen Stellenwert diese Angaben für das Verständnis des Oekosystems "exzentrisches Hochmoor" besitzen.

#### 9.2. Diskussion der Möglichkeit einer systemanalytischen Erklärbarkeit des exzentrischen Hochmoores

---

Der Titel dieser Arbeit weist darauf hin, dass Vegetation und Standort sowie deren Zusammenhang nur beschrieben werden. Hier wird nun diskutiert, inwiefern damit das exzentrische Hochmoor auch erklärt werden kann.

Der Begriff "Erklärung" lässt sich im statistischen Sinne anwenden. Auf Grund der Resultate dieser Untersuchung kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit bei gegebenem Standort auf die zu erwartende Vegetation und umgekehrt geschlossen werden. So betrachtet erklärt eine bestimmte Standortsfaktorenkombination eine Vegetation.

Weiter wird von Erklärung gesprochen, wenn für einen Vegetationsunterschied eine Ursache ermittelt worden ist. Diese besteht meist in einem Standortsunterschied, der wegen unterschiedlicher physiologischer Ansprüche der Pflanzenarten zu andern Artenkombinationen führt.

Die dritte und wohl anspruchsvollste Interpretation des Begriffs Erklärung ist diejenige der Systemanalyse. Sie versucht, die ganze Funktionsweise des Oekosystems auf ein Zusammenspiel einfacher, überblickbarer Vorgänge zurückzuführen. Da die Methode der Systemsimulation bis anhin in der Pflanzenökologie selten verwendet worden ist, sei kurz auf einige Grundlagen hingewiesen.

Lebensgemeinschaften werden als Systeme, Oekosysteme, aufgefasst. "Als System definiert man ganz allgemein eine Menge von Objekten, die durch irgendwie geartete Beziehungen miteinander verbunden sind" (NIEMEYER 1973). Alle biologischen Systeme können als Teile von übergeordneten Systemen, zum Beispiel der Biosphäre, beschrieben werden. Sie lassen sich selbst wieder in immer kleinere Subsysteme aufteilen. Damit jedoch alle Vorgänge mehr oder weniger determiniert ablaufen und Zufallseignisse auf das Systemverhalten wenig Einfluss haben, behandelt man wenn möglich nur grössere Mengen gleichartiger Elemente.

Dynamische Modelle beschreiben die Änderung von Systemgrössen (Zustandsvariablen) in Funktion der Zeit oder anderer Dimensionen. Diese Änderungen geschehen durch Materie- und Energieflüsse und werden durch Steuergrössen, die Wachstumsraten, gesteuert. Biologische Systeme sind rückgekoppelt: Die Wachstumsrate hängt von der Systemgrösse selbst ab, es liegt eine Schleife vor (feedback loop, FORRESTER (1968)). Ein solches System entwickelt sich normalerweise auf ein Gleichgewicht hin, bei dem sich die Zustandsvariable im Laufe der Zeit nicht mehr verändert, die Wachstumsrate gleich null, Import und Export also gleich sind. Oekosysteme lassen sich auch bei sehr starker Vereinfachung nicht mit einer einzigen Zustandsvariablen beschreiben. Ein System  $n$ -ter Ordnung besitzt  $n$  Zustandsvariablen. Ein solches System befindet sich dann im Gleichgewicht, wenn alle  $n$  Zustandsvariablen im Gleichgewicht sind.

Mit den hier vorliegenden Daten kennt man die Grösse von Zustandsvariablen zum Zeitpunkt der Untersuchung. Vermutlich handelt es sich dabei um Gleichgewichtszustände. Zu einer Systemuntersuchung fehlen aber noch einige Komponenten, z.B. die Grösse der Zustandsvariablen Vegetation (Biomasse). Auch die Steuergrössen für die Materieflüsse sind zum Teil unbekannt. Dazu gehört die Geschwindigkeit des Wasserflusses im Torf. Einige Hinweise dafür geben jedoch RYCROFT und WILLIAMS (1975). Angaben über die Evaporation in Hochmooren sind bei EGGELSMANN (1964) und bei NEUHAEUSL (1975) zu finden. Wichtig ist ferner die Zuwachsrates für die Vegetation, in Abhängigkeit von den verfügbaren Nährstoffen sowie eine Vertorfungsrate, die den Zuwachs der Torfschicht steuert. Auch hier könnten grobe Abschätzungen aus den Untersuchungen von ULLMANN (1971), von CLYMO (1973) und von CLYMO und REDDAWAY (1974) gemacht werden. Damit bliebe noch das Problem, dass für jedes System ein Anfangszustand beschrieben werden muss. Dieser ist jedoch relativ einfach festzulegen, denn zu Beginn der

Moorentwicklung sind alle Zustandsvariablen annähernd gleich null. Technische Probleme müssten sich allerdings bei einer Simulation aus der langen Entwicklungszeit ergeben. Ebenfalls Schwierigkeiten bieten dürfte die Tatsache, dass ein Hochmoor räumlich beschrieben werden muss. Die Zustandsvariablen, zum Beispiel Wasser und Torf, sind in Abhängigkeit von der wasserundurchlässigen Tonunterlage charakteristisch über diese verteilt.

Ein mathematisches Modell sollte es also gestatten, aus einem zweckmässig gewählten Anfangszustand die Entstehung eines exzentrischen Hochmoores nachzuahmen, zu simulieren. Es sollte die langsame Bildung eines Torflagers beschreiben, das eine zunehmend reinere Hochmoorvegetation trägt. Schliesslich müsste sich, ohne Aenderung der Umwelteinflüsse, ein Gleichgewichtszustand einstellen, der mit den Beobachtungen in der Natur bis zu einem gewissen Grade übereinstimmt. Falls ein Modell dieses Verhalten zeigt, kann angenommen werden, dass es das Moorökosystem im systemanalytischen Sinne erklärt.