Zeitschrift: Botanica Helvetica

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 112 (2002)

Heft: 1

Artikel: Einfluss der Qualität von Vegetationsdaten auf die ökologische Charakterisierung von Standorten

Autor: Geissbühler, Susanna / Küchler, Meinrad

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74012

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: 14.07.2025

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

Bot. Helv. 112/1 (2002): 1–11
0253-1453/02/010001-11 $ 1.50+0.20/0
© Birkhäuser Verlag, Basel, 2002

Botanica Helvetica

Einfluss der Qualität von Vegetationsdaten auf die ökologische Charakterisierung von Standorten

Susanna Geissbühler[1] und Meinrad Küchler[2]

[1]RENAT AG, Büro für räumliche Entwicklung und Natur, Im Bretscha 22, FL-9494 Schaan
[2]Beratungsstelle für Moorschutz, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf

Manuskript angenommen am 24. Oktober 2001

Abstract

Geissbühler S. and Küchler M. 2002. Influence of the quality of vegetation data on the ecological description of sites. Bot. Helv. 112/1: 1–11.

The aim of the following paper is to show how the quality of vegetation data of the efficacy monitoring programme "Mire Habitats of Switzerland" is influenced by different effects of the data collecting process.

How is the quality of data affected by differences in training of botanical fieldworkers, the duration i.e. the completeness of a vegetation-relevé and the date of mapping? To answer these questions, the data records are chosen so that only one factor is varied. The primary variables are the averaged ecological indicator values. The Wilcoxon signed rank-test is used to test double relevés for significant differences in those variables.

The differences in training of the botanical fieldworkers may influence the data quality. If the differences are equally distributed among the ecological range of species, they can be balanced by calculating averaged ecological indicator values, otherwise not.

The duration of a vegetation relevé i.e. its completeness affects the quality of data. However, nearly completed vegetation relevés with less than 15% of the species lacking are sufficiently precise for an ecological description of the site.

A difference of four weeks between a first and a second date of mapping can cause a shift in the set of species. Therefore, it is important to choose the optimum date of mapping, especially if relevés repeated in different years have to be compared. Beside the seasonal variation, other factors such as pasturing and mowing affect the result of a relevé, too.

Key words: Data quality, training effect, efficacy monitoring, indicator values, mire habitats, vegetation relevés.

Einleitung

Im Rahmen des Projekts „Wirkungskontrolle Moorbiotope Schweiz" werden floristische Erhebungen durchgeführt, um den Zustand und mögliche Veränderungen der Hoch- und Flachmoore von nationaler Bedeutung zu erfassen. Hierzu werden vorgängig auf Infrarotbildern mindestens 100 m^2 grosse Einheitsflächen abgegrenzt, die bezüglich Farbe, Struktur und Textur homogen und im Idealfall auch ökologisch einheitlich sind (Grünig 1997, Grünig et al. 1996). Für diese Flächen werden angenähert vollständige Artenlisten der Gefässpflanzen und der für die Beschreibung von Mooren wichtigen Moose erstellt. Diese Rohdaten ermöglichen verschiedenartige Auswertungen wie z.B. Berechnungen von mittleren Zeigerwerten, aber auch Aussagen über einzelne Arten oder pflanzensoziologische Klassierungen.

Bei jeder Erhebung ist es wichtig, sich zur Qualität der daraus resultierenden Daten Gedanken zu machen. Tüxen hat 1972 die Reproduzierbarkeit pflanzensoziologischer Tabellen kritisch beleuchtet. Ausführliche thematische und geometrische Genauigkeitstests mittels Kontrollaufnahmen wurden für das Inventar der Trockenwiesen und -weiden durchgeführt (Dalang 2000, Mauser und Waser 2000). Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zum Thema Qualität von Vegetationsdaten leisten. Es soll genauer untersucht werden, wie sich verschiedene, bei der Erhebung von Einheitsflächen mögliche Einflüsse auf die Qualität dieser Daten und damit auf die ökologische Beurteilung der Standorte auswirken.

Fragestellung

Bearbeiterausbildung

Im Projekt „Wirkungskontrolle Moorbiotope" arbeitet etwa ein Dutzend Kartierer mit, die sich bezüglich ihrer floristischen Kenntnisse (z.B. Mooskenntnisse, Artenkenntnisse für spezielle Biotope, Ansprache steriler, geschnittener oder abgefressener Arten) unterscheiden können. Es stellt sich somit die Frage, welchen Einfluss die Ausbildung der Bearbeiter auf die Datenqualität hat.

Bearbeitungsdauer

Der für die Kartierung einer Einheitsfläche notwendige Zeitaufwand ist hauptsächlich von der Artenzusammensetzung, der Flächengrösse und der Topographie abhängig. Es gibt somit keine fixen Zeitvorgaben. Die Kartierer haben jedoch die Anweisung, annähernd vollständige Vegetationsaufnahmen zu erstellen, die es erlauben, die Flächen ökologisch zu charakterisieren. Dabei stellt sich die Frage, wann eine Einheitsfläche so weit bearbeitet ist, dass diese Anforderungen erfüllt sind, und ab wann der Aufwand für das Auffinden einzelner weiterer Arten als unverhältnismässig eingestuft werden muss.

Bearbeitungszeitpunkt

Die Gefässpflanzen entwickeln sich in Abhängigkeit von der Jahreszeit und der Höhenstufe. Daher ist für jedes Moor der ideale Kartierzeitpunkt zu finden, zu welchem die Mehrheit der Pflanzen entwickelt und ansprechbar ist. Insbesondere sind früh blühende Arten zur Hauptentwicklungszeit der Vegetation oft nicht mehr erkennbar und Spätblüher sind noch nicht sichtbar. Dies hat zur Folge, dass diese Arten bei nur einer, während der Hauptentwicklungszeit durchgeführten Erhebung nicht erfasst

werden. Falls die Erhebungen immer zur Hauptentwicklungszeit gemacht werden und genügend Arten zur ökologischen Charakterisierung der Flächen gefunden werden, dürfte das Fehlen von ein paar Arten einen geringen Einfluss auf die Datenqualität haben. Wenn jedoch ein Moor ein paar Wochen vor oder nach der Hauptentwicklungszeit kartiert wird, könnte dies zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung in den Aufnahmen führen. Es soll geklärt werden, wie stark sich der Erhebungszeitpunkt auf die Datenqualität auswirkt.

Daten

Um die drei Einflüsse zu untersuchen, die sich auf die Datenqualität auswirken können, haben wir Datensätze von Einheitsflächen gewählt, in welchen jeweils nur eine Einflussgrösse stark variiert.

Bearbeiterausbildung

Der Einfluss der Ausbildung verschiedener Bearbeiter auf die Datenqualität wurde anhand von Einheitsflächen untersucht, die von zwei verschiedenen Kartierergruppen bzw. Kartierern zu vergleichbaren Zeitpunkten im Jahr erhoben worden waren.

Eine Gruppe von Moosspezialisten erstellte im Rahmen des Projekts „Wirkungskontrolle Moorbiotope" in den Jahren 1997 und 1998 in verschiedenen Moorobjekten der Schweiz 66 Aufnahmen, die von der Gruppe der übrigen Kartierer ein zweites Mal erhoben wurden. Diese Aufnahmenpaare ermöglichten den Vergleich zwischen zwei Bearbeitergruppen, die aufgrund ihrer Spezialisierung über unterschiedliche Artenkenntnisse verfügen.

Als Beispiel für den Vergleich zweier Bearbeiter aus der Gruppe der übrigen Kartierer, die vergleichbare Artenkenntnisse aufweisen müssten, dienten 35 Aufnahmenpaare aus dem Gross Moos Schwendital (Hoch- und Flachmoor umgeben von Weiden und Hochstaudenfluren; Abb.1). Da die Flächen aus nur einem Objekt stammen und exemplarisch die Aufnahmen von zwei Mitarbeitern verglichen wurden, sind die entsprechenden Resultate für das Projekt „Wirkungskontrolle Moorbiotope" nicht repräsentativ.

Bearbeitungsdauer

Die Auswirkungen der Bearbeitungsdauer bzw. der Vollständigkeit einer Aufnahme auf die Datenqualität wurden mit Daten aus dem Burgmoos (Übergangs- und Hochmoor) untersucht. Es wurden alle Arten aufgeschrieben, die während des ersten Bearbeitungsintervalls von 5 bis 10 Minuten erkannt wurden. Anschliessend wurden die während eines zweiten 5-Minuten-Intervalls zusätzlich gefundenen Arten separat notiert. Die im ersten Bearbeitungsintervall erstellten Aufnahmen konnten mit den im zweiten Intervall ergänzten Aufnahmen paarweise verglichen werden. Es können die folgenden drei Fälle auftreten: 1. Das erste Bearbeitungsintervall hat gereicht, um eine vollständige Aufnahme zu erstellen. 2. Die im ersten Intervall erstellte Aufnahme war annähernd vollständig, im zweiten Intervall kamen nur noch einzelne neue Arten hinzu. 3. Das erste Intervall hat eindeutig nicht gereicht, um eine annähernd vollständige Aufnahme zu erstellen, im zweiten Intervall wurden noch sehr viele weitere Arten notiert. Für die vorliegende Untersuchung war lediglich der 2. und 3. Fall von Interesse. Diese Aufnahmenpaare wurden entsprechend dem Anteil zusätzlicher Arten im zweiten Bearbeitungsintervall genauer untersucht und hierzu unterteilt in 35 Paare

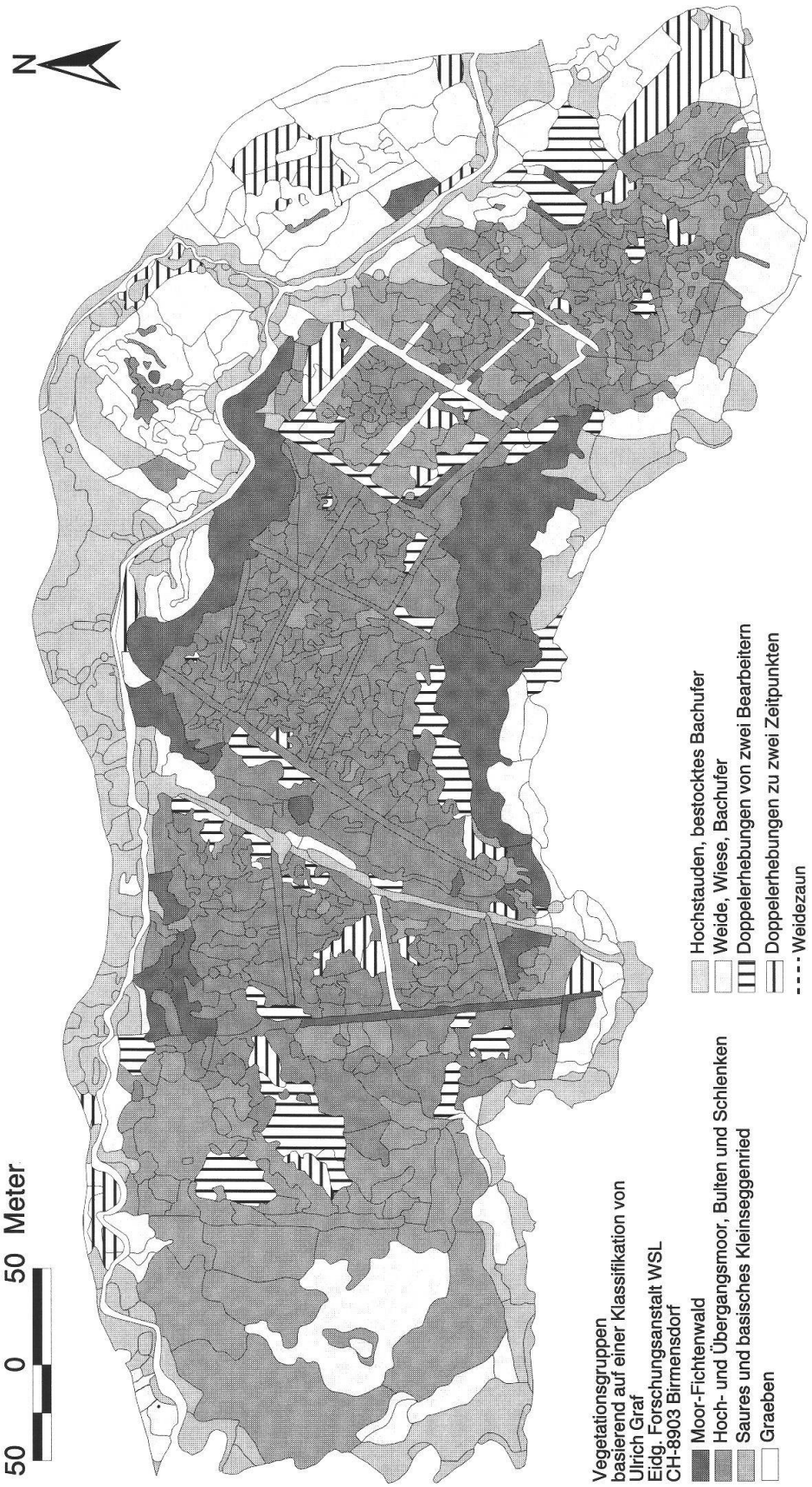

Abb. 1 Einheitsflächen im Gross Moos Schwendital; Vegetationsgruppen und Doppelerhebungen

mit >0–15% und 33 Paare mit >15–40% zusätzlichen Arten. Eine dritte, sich mit den anderen beiden überschneidende Klasse wies 10–25% zusätzliche Arten auf und umfasste 34 Paare.

Bearbeitungszeitpunkt

Der Einfluss unterschiedlicher Erhebungszeitpunkte auf die Datenqualität wurde mit Aufnahmen untersucht, die von demselben Bearbeiter zu zwei verschiedenen Zeitpunkten desselben bzw. zweier aufeinanderfolgender Jahre kartiert worden sind. Aus dem Gross Moos Schwendital liegen 33 Aufnahmenpaare mit einer zeitlichen Differenz von durchschnittlich 4 Jahreswochen zwischen der ersten und der zweiten Erhebung vor (Abb. 1).

Methoden

Die Vegetationsaufnahmen der Einheitsflächen werden hauptsächlich zur Beschreibung der Standortsbedingungen verwendet. Hierzu leiteten wir auf der Basis der Landoltschen Zeigerwerte (Landolt 1977) für die einzelnen Arten neu Zeigerwerte nach Küchler (1996) her. Diese Zeigerwerte sind stetig verteilt, metrisch skaliert und weisen eine Varianz auf. Auch Arten deren Reaktion auf bestimmte Faktoren noch unbekannt ist, konnten so mit Zeigerwerten versehen werden. Dann berechneten wir die mittleren Zeigerwerte jeder Aufnahme und verglichen die mittleren Zeigerwerte der Aufnahmenpaare (Böcker et al. 1983, Ellenberg et al. 1991, Landolt 1977).

Die Aufnahmenpaare können auch hinsichtlich der Anzahl der Gefässpflanzen und der Moose verglichen werden. Aussagekräftiger ist jedoch der Anteil der identischen Arteinträge der Aufnahmenpaare, der sich gemäss untenstehendem Beispiel berechnet. In diesem Aufnahmenpaar werden insgesamt 7 Artenfunde notiert. Zwei Funde, d.h. vier Fundeinträge, sind den beiden Aufnahmen gemeinsam. Drei Funde sind nur in der einen oder der anderen Aufnahme vermerkt worden. Es decken sich somit 4/7 der Arteinträge.

	Aufnahme A	Aufnahme B
Andromeda polifolia	x	x
Sphagnum magellanicum	x	x
Vaccinium oxycoccus	x	
Aulacomnium palustre	x	
Calluna vulgaris		x

$$\text{Daraus folgt: Anteil identischer Arteinträge} = \frac{\text{gemeinsame Fundeinträge}}{\text{Fundeinträge insgesamt}} = \frac{4}{7} = 57\%$$

Für ein typisches Moorobjekt der Wirkungskontrolle mit 100 Aufnahmen haben wir geschätzt, dass Zeigerwertunterschiede von 0,15 Einheiten mit 95% Wahrscheinlichkeit nachweisbar sind (Bortz 1993, t-Test für unabhängige Stichproben). Diese Schätzung beruht auf den Artenzahlen in Aufnahmen aus der Wirkungskontrolle und der Varianzen der verwendeten Zeigerwerte. Damit Bearbeitungseinflüsse nicht das Feststellen von Veränderungen verhindern, fordern wir, dass bearbeitungsbedingte Unterschiede deutlich kleiner sind als 0,15 Zeigerwerteinheiten. In der vorliegenden Untersuchung befassten wir uns zwar nur mit drei Einflüssen, es ist jedoch davon aus-

zugehen, dass es noch weitere, wenn auch nicht so markante gibt. Deshalb verlangen wir vorsichtigerweise, dass ein einzelner Bearbeitungseinfluss höchstens einen Zehntel der mit 95% Wahrscheinlichkeit feststellbaren Zeigerwertunterschiede ausmachen darf. Unsere Nullhypothese für jeden der zu untersuchenden Bearbeitungseinflüsse lautete daher folgendermassen: Die Aufnahmenpaare unterscheiden sich gesamthaft um nicht mehr als 0,015 Zeigerwerteinheiten. Die Alternativhypothese besagt: Die Aufnahmenpaare unterscheiden sich gesamthaft um mehr als 0,015 Zeigerwerteinheiten.

H_0: $\bar{x} \leq 0{,}015$
H_A: $\bar{x} > 0{,}015$

Um diese Hypothesen zu überprüfen, wurde der Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verwendet, der lediglich eine symmetrische Verteilung voraussetzt. Es handelt sich dennoch um einen effizienten Test, der zwei verbundene Stichproben mittels der Rangsummen der Paardifferenzen vergleicht (Stahel 1995, Bortz 1993, Sachs 1997). Da wir den mit 95% Wahrscheinlichkeit nachweisbaren Zeigerwertunterschied für einen Stichprobenumfang von 100 berechnet haben, musste das Signifikanzniveau entsprechend dem jeweils verwendeten Stichprobenumfang angepasst werden.

Ergebnisse

Bearbeiterausbildung

Die Aufnahmen der Moosspezialisten im Datensatz aus der Wirkungskontrolle weisen mehr Moosarten auf als die entsprechenden Gegenstücke der übrigen Kartierer (Tab. 1). Der mittlere Anteil der sich deckenden Arteinträge beträgt für diese Aufnahmenpaare 62%. Die Aufnahmenpaare unterschieden sich aber in keinem der untersuchten mittleren Zeigerwerte signifikant um mehr als 0,015 Einheiten. Es besteht daher kein Grund zur Ablehnung der Nullhypothese.

Werden die Moose für die Zeigerwertberechnungen weggelassen, sind die Mittelwertsdifferenzen zwischen den Moosspezialisten und den übrigen Kartierern noch kleiner (Tab. 2). Die nur für die Gefässpflanzen berechneten mittleren Reaktions- und Nährstoffzahlen sind grösser und die Humuszahlen kleiner, als die für die Gefässpflanzen und die Moose zusammen ermittelten Werte (Tab. 1 und Tab. 2).

Die Doppelaufnahmen der zwei Bearbeiter aus der Gruppe der übrigen Kartierer, welche zur gleichen Zeit im Gross Moos Schwendital gearbeitet haben, unterscheiden sich in der Anzahl Gefässpflanzen (Tab. 3). Der mittlere Anteil der identischen Arteinträge beträgt 67%. Die Aufnahmenpaare unterscheiden sich bezüglich der mittleren Licht- und Reaktionszahl signifikant um mehr als 0,015 Einheiten. Die Nullhypothese muss daher verworfen werden.

Bearbeitungsdauer

Die Aufnahmenpaare aus dem Burgmoos wurden entsprechend dem Anteil zusätzlicher Arten im zweiten Bearbeitungsintervall in drei sich überlappende Gruppen unterteilt. Die Aufnahmenpaare, bei welchen während des zweiten Intervalls > 15–40% weitere Arten notiert wurden, unterscheiden sich in der mittleren Feuchte-, Reaktions- und Humuszahl statistisch signifikant (Tab. 4). Die Aufnahmenpaare, bei welchen 10–25% weitere Arten aufgeschrieben wurden, weisen bezüglich der mittleren Reaktions- und Humuszahl statistisch signifikante Unterschiede auf. Beträgt der Anteil

Tab. 1. Vergleich zwischen den Moosspezialisten (A) und den übrigen Kartierern (B) mit je 66 Aufnahmen. Die mittleren Zeigerwerte sind für die Gefässpflanzen und die Moose berechnet.

Variable	Mittelwert A	Mittelwert B	Mittelwerts-differenz	p-Wert*
Feuchtezahl	3,502	3,479	0,023	0,561
Lichtzahl	3,355	3,365	–0,010	0,487
Reaktionszahl	2,363	2,415	–0,052	0,300
Nährstoffzahl	2,281	2,329	–0,048	0,182
Humuszahl	4,226	4,180	0,045	0,316
Artenzahl Gefässpflanzen	21,076	20,349	0,727	
Artenzahl Moose	7,864	5,061	2,803	
Artenzahl total**	28,939	25,508	3,432	

*Mittlere Zeigerwerte werden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verglichen, wobei p-Werte < 0,064 signifikante Unterschiede anzeigen.
**Der mittlere Anteil identischer Arteinträge beträgt 62%.

Tab. 2. Vergleich zwischen den Moosspezialisten (A) und den übrigen Kartierern (B) mit je 66 Aufnahmen. Die mittleren Zeigerwerte sind nur für die Gefässpflanzen berechnet.

Variable	Mittelwert A	Mittelwert B	Mittelwerts-differenz	p-Wert*
Feuchtezahl	3,473	3,450	0,024	0,457
Lichtzahl	3,417	3,399	0,018	0,825
Reaktionszahl	2,504	2,533	–0,029	0,584
Nährstoffzahl	2,370	2,415	–0,045	0,289
Humuszahl	4,116	4,083	0,033	0,452

*Mittlere Zeigerwerte werden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verglichen, wobei p-Werte < 0,064 signifikante Unterschiede anzeigen.

Tab. 3. Vergleich zwischen Bearbeiter A und B mit je 35 Aufnahmen.

Variable	Mittelwert A	Mittelwert B	Mittelwerts-differenz	p-Wert*
Feuchtezahl	3,659	3,650	0,008	0,656
Lichtzahl	3,512	3,541	–0,029	**0,111**
Reaktionszahl	2,086	2,144	–0,059	**0,088**
Nährstoffzahl	1,940	1,979	–0,039	0,248
Humuszahl	4,539	4,492	0,046	0,218
Artenzahl Gefässpflanzen	23,543	21,657	1,886	
Artenzahl Moose	7,629	7,200	0,429	
Artenzahl total**	31,171	28,857	2,314	

*Mittlere Zeigerwerte werden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verglichen, wobei p-Werte <0,160 signifikante Unterschiede anzeigen.
**Der mittlere Anteil identischer Arteinträge beträgt 67%.

Tab. 4. Vergleich zwischen dem 1. Bearbeitungsintervall und dem 1. + 2. Intervall. Die Aufnahmenpaare wurden entsprechend dem Anteil zusätzlicher Arten im zweiten Bearbeitungsintervall in drei Gruppen mit je etwa 35 Aufnahmenpaaren unterteilt (MW-Diff = Mittelwertsdifferenz).

Variable	Anteil zusätzlicher Arten >0–15%		Anteil zusätzlicher Arten 10–25%		Anteil zusätzlicher Arten >15–40%	
	MW-Diff	p-Wert*	MW-Diff	p-Wert*	MW-Diff	p-Wert*
Feuchtezahl	0,017	0,542	0,019	0,399	0,034	**0,054**
Lichtzahl	0,008	0,917	0,005	0,897	0,013	0,774
Reaktionszahl	–0,001	0,933	–0,030	**0,052**	–0,037	**0,071**
Nährstoffzahl	0,001	0,953	–0,019	0,389	–0,021	0,366
Humuszahl	0,005	0,967	0,027	**0,088**	0,033	**0,112**
Artenzahl Gefässpflanzen	–2,343		–3,706		–5,529	
Artenzahl Moose	–0,429		–0,588		–0,882	
Artenzahl total	–1,914		–3,118		–4,647	

*Mittlere Zeigerwerte werden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verglichen, wobei p-Werte <0,160 signifikante Unterschiede anzeigen.

Tab. 5. Vergleich zwischen dem 1. Bearbeitungszeitpunkt und dem 2. Zeitpunkt mit je 33 Aufnahmen.

Variable	Mittelwert A	Mittelwert B	Mittelwerts-differenz	p-Wert*
Feuchtezahl	3,502	3,497	0,004	0,740
Lichtzahl	3,552	3,585	–0,033	**0,116**
Reaktionszahl	2,491	2,541	–0,050	**0,050**
Nährstoffzahl	2,346	2,370	–0,024	0,408
Humuszahl	4,150	4,112	0,038	**0,159**
Artenzahl Gefässpflanzen	29,546	31,121	–1,576	
Artenzahl Moose	5,364	5,697	–0,333	
Artenzahl total	34,909	36,818	–1,909	

*Mittlere Zeigerwerte werden mit dem Vorzeichen-Rangsummentest von Wilcoxon verglichen, wobei p-Werte <0,167 signifikante Unterschiede anzeigen.

zusätzlicher Arten >0–15%, unterscheiden sich die Aufnahmenpaare hingegen bezüglich keines der untersuchten mittleren Zeigerwerte signifikant um mehr als 0,015 Einheiten. Die Nullhypothese kann somit nur für Aufnahmenpaare beibehalten werden, bei welchen im zweiten Bearbeitungsintervall nicht mehr als 15% zusätzliche Arten notiert wurden.

Bearbeitungszeitpunkt

Die zu zwei verschiedenen Zeitpunkten des Jahres im Gross Moos Schwendital erstellten Aufnahmen unterscheiden sich bezüglich der mittleren Licht-, Reaktions- und Humuszahl signifikant (Tab. 5). Die Nullhypothese, dass sich die Aufnahmenpaa-

re um nicht mehr als 0,015 Zeigerwerteinheiten unterscheiden, muss daher abgelehnt werden. Die zum zweiten Zeitpunkt erstellten Aufnahmen weisen etwas mehr Arten auf als diejenigen des ersten Zeitpunkts.

Diskussion

Bearbeiterausbildung

Die besseren Mooskenntnisse der entsprechenden Spezialisten zeigen sich in den Doppelaufnahmen aus der „Wirkungskontrolle Moorbiotope" hauptsächlich in der Anzahl der gefundenen Moosarten. Für die mittleren Zeigerwerte konnten zwar keine signifikanten Unterschiede zwischen den Moosspezialisten und den übrigen Kartierern festgestellt werden. Aber es konnte gezeigt werden, dass die Mittelwertsdifferenzen kleiner werden, wenn die Moose zur Berechnung weggelassen werden. Die Moose nutzen nur die oberste Bodenschicht und zeigen somit etwas saurere, nährstoffärmere und humusreichere Standortbedingungen an als die tiefer wurzelnden Gefässpflanzen (Landolt 1977). Folglich ist es wichtig, dass die Bearbeiter nicht nur gute Kenntnisse der Gefässpflanzen, sondern auch gute Mooskenntnisse haben.

Zwischen den zwei Bearbeitern im Gross Moos Schwendital waren im voraus keine Ausbildungsunterschiede bekannt. Der Paarvergleich hat aber gezeigt, dass der Bearbeiter A nicht nur mehr Arten erhoben hat, seine Aufnahmen wiesen auch signifikant kleinere mittlere Licht- und Reaktionszahlen auf als diejenigen des Bearbeiters B. Eine mögliche Erklärung ist, dass der Bearbeiter B aufgrund seiner bisherigen Tätigkeit die Flachmoorarten besonders gut kennt, der Bearbeiter A hingegen in einem breiten Spektrum sehr gute Artenkenntnisse aufweist.

Dass der Anteil sich deckender Arteinträge für den Vergleich der Moosspezialisten und der übrigen Kartierer nur 62% beziehungsweise für den etwas optimistischeren Vergleich zweier Bearbeiter aus der Gruppe der übrigen Kartierer 67% beträgt, lässt sich nicht nur durch unterschiedliche Artenkenntnisse der Bearbeiter erklären. Ein grosser Teil der sich nicht deckenden Arteinträge ist durch andere Faktoren wie z.B. das Auffinden der Einheitsflächengrenzen und die nur angenäherte Vollständigkeit der Aufnahmen bedingt.

Bearbeitungsdauer

Die entsprechend dem Anteil zusätzlicher Arten im zweiten Bearbeitungsintervall in drei Gruppen unterteilten Aufnahmenpaare aus dem Burgmoos haben gezeigt, dass sich die Bearbeitungsdauer auf die Datenqualität auswirkt, wenn der Anteil der nur im zweiten Bearbeitungsintervall erfassten Arten mehr als 15% beträgt. Die mittleren Zeigerwerte dieser unvollständigen Aufnahmen sind noch nicht genügend stabil. Bei genauerer Betrachtung des Datensatzes zeigt sich, dass eine annähernd vollständige Aufnahme mit einem Anteil von höchstens 15% zusätzlicher Arten im zweiten Bearbeitungsintervall ungefähr dann erreicht war, wenn für eine zusätzliche Art mehr als eine Minute gesucht werden musste.

Bearbeitungszeitpunkt

Die zum zweiten Zeitpunkt erhobenen Daten aus dem Gross Moos Schwendital unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der mittleren Licht-, Reaktions- und Humuszahl signifikant von den zum ersten Zeitpunkt erfassten, sie weisen auch deutlich mehr Arten auf. Dies lässt sich folgendermassen erklären: Zum zweiten Zeitpunkt wurden

einige Arten notiert, die zum ersten Zeitpunkt noch nicht zu erkennen waren. Dabei handelt es sich um eher spät blühende Arten wie *Prunella vulgaris*, *Euphrasia rostkoviana* oder *Juncus articulatus*, die gleichzeitig auch lichtliebend sind und schwach saure bis schwach basische Böden anzeigen. Da im Erhebungsjahr nicht nur das Moorumfeld, sondern auch das Moor zum Teil noch beweidet wurde, spielt neben der jahreszeitlichen auch die durch die Beweidung bedingte Variabilität eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass sich jede der drei untersuchten Einflussgrössen auf die Datenqualität auswirken und die Erkennung von gerichteten Vegetationsveränderungen zumindest erschweren kann.

Die Ausbildung der Bearbeiter kann die Datenqualität beeinflussen, wenn die Bearbeiter über unterschiedliche floristische Kenntnisse verfügen. Die Resultate haben gezeigt, dass sich Ausbildungsunterschiede speziell dann auswirken, wenn sich die Artenkenntnisse der verschiedenen Bearbeiter unterschiedlich über das ökologische Artenspektrum verteilen. Ebenfalls heikel sind Spezialkenntnisse einer Organismengruppe, wie z.B. der Moose, weil diese etwas andere Standortbedingungen anzeigen als die Gefässpflanzen. Nicht gerichtete, zufällige Unterschiede werden jedoch durch die Berechnung mittlerer Zeigerwerte ausgeglichen. Um den Einfluss der Bearbeiterausbildung zu verringern, werden für die Mitarbeiter der „Wirkungskontrolle Moorbiotope“ Mooskurse durchgeführt. Sie erhalten zudem die Anweisung, nicht sicher ansprechbare Moose zu sammeln und nachzubestimmen. Der Austausch von Wissen wird durch die wechselnde Zusammensetzung der Feldequipen gefördert.

Die Bearbeitungsdauer wirkt sich dann auf die Datenqualität aus, wenn die Aufnahmen derart unvollständig sind, dass keine stabilen mittleren Zeigerwerte berechnet werden können. Zur ökologischen Charakterisierung einer Fläche reichen aber angenähert vollständige Aufnahmen aus. Im untersuchten Objekt war dieses Ziel erreicht, wenn der Anteil der nur im zweiten Bearbeitungsintervall erfassten Arten höchstens 15% betrug, beziehungsweise wenn für eine zusätzliche Art mehr als eine Minute gesucht werden musste. Da Artenzusammensetzung, Grösse und Topographie der im Rahmen des Projekts „Wirkungskontrolle Moorbiotope“ kartierten Einheitsflächen sehr unterschiedlich sind, dürfen diese Zahlen nur als grobe Richtwerte verwendet werden.

Der Bearbeitungszeitpunkt beeinflusst die Qualität der floristischen Daten, weil sich die Zusammensetzung der in einer Fläche erkennbaren Arten im Verlauf der Vegetationsperiode verändert. In dem von uns genauer untersuchten Objekt haben schon vier Wochen Abweichung von der Hauptentwicklungszeit zu einer nachweisbaren Verschiebung in der Artenzusammensetzung geführt. Die Wahl des Bearbeitungszeitpunkts ist im Rahmen des Projekts „Wirkungskontrolle Moorbiotope“ besonders wichtig, weil die Daten verschiedener Erhebungsjahre miteinander verglichen werden sollen. Schmidt (1991) empfiehlt den Aufnahmezeitpunkt von Dauerbeobachtungsflächen phänologisch festzulegen und bei Folgeerhebungen einzuhalten. Neben der Jahreszeit können aber auch andere Faktoren, wie zum Beispiel Beweidung oder Mahd zu einer Verzerrung führen.

Literatur

Böcker R., Kowarik I. und Bornkamm R. 1983. Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. Verh. Ges. Ökol. 11: 35–56.

Bortz J. 1993. Statistik für Sozialwissenschaftler. Springer-Verlag, Berlin: 753 S.

Dalang T. 2000. Genauigkeitstests zu den Felderhebungen für das Inventar der Trockenwiesen und -weiden der Schweiz. Abschlussber. 1999. Eidg. Forsch.anst. WSL, Birmensdorf: 28 S.

Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. und Paulissen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scr. Geobot. 18: 248 S.

Grünig A. 1997. Erfolgskontrolle Moorschutz Schweiz. In: Naturschutzzentrum Bad Wurzach (ed.). Zehn Jahre Projekt „Wurzacher Ried". Internationale Fachtagung zur Erhaltung und Regeneration von Moorgebieten. Margraf Verlag, Weikersheim: 155–166.

Grünig A., Marti K. und Waldis R. 1996. Erfolgskontrolle Moorbiotopschutz Schweiz. Teil Wirkungskontrolle. Interner technischer Schlussbericht zum Pilotprojekt „Methodentest 1994–1995". Koordinationsstelle Moorschutz, BUWAL, Bern: 256 S.

Küchler M. 1996. Das Konzept der Zeigerwerte. In: Erfolgskontrolle Moorbiotopschutz Schweiz. Teil Wirkungskontrolle. Interner technischer Schlussbericht zum Pilotprojekt „Methodentest 1994–1995" BUWAL, Bern: 225–231. – Koordinationsstelle Moorschutz, BUWAL, Bern: 256 S. (unveröffentlicht).

Landolt E. 1977. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentlichungen des Geobotanischen Instituts der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, Heft 64.

Mauser H. und Waser L. 2000. Biotopschutz Schweiz 1998–2001 – Teilprogramm WSL. Projekt Trockenwiesen und -weiden. Genauigkeitsuntersuchungen – Teil Geometrie. Ergebnisse 1999. Eidg. Forsch.anst. WSL, Birmensdorf: 61 S.

Sachs L. 1997. Angewandte Statistik. 8. Aufl. Springer-Verlag, Berlin: 881 S.

Schmidt W. 1991. Fluktuation und Sukzession in der Waldbodenvegetation – Beispiele zum Einsatz von Dauerbeobachtungsflächen beim passiven Monitoring. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 64: 59–75.

Stahel W.A. 1995. Statistische Datenanalyse. Eine Einführung für Naturwissenschaftler. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsges. mbH, Braunschweig/Wiesbaden.

Tüxen R. 1972. Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Verlag Dr. W. Junk N.V., Den Haag: 533 S.