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

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 120 (1994)

Artikel: Zum Standort von Magnocaricion-Gesellschaften in der Schweiz (Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae, Caricetum vesicariae) = Site conditions of Magnocaricion associations in Switzerland (Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae, Caricetum vesicariae)

Autor: Marti, Karin

Kapitel: 3: Methoden

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-308984

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

3. METHODEN

3.1. VEGETATIONSKUNDLICHE METHODEN

3.1.1. Vegetationsaufnahmen

An jeder Untersuchungsstelle wurde auf einer Fläche von genau 25 m^2 jeweils im Sommer (Juni-August) die Vegetation nach BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen. Diese Flächengrösse lässt einen Vergleich mit der in der Diskussion erwähnten Literatur zu. Einzig die Aufnahmefläche am Flachsee der Reuss umfasst nur 4 m^2. Die Nomenklatur der Phanerogamen richtet sich nach HESS, LANDOLT und HIRZEL (1976-1980), diejenige der Bryophyten nach FRAHM und FREY (1983). In die Auswertungen wurden nur die jeweils zuletzt erhobenen Aufnahmen einbezogen, da sich während der Untersuchungszeit keine grossen Variationen in der Vegetationszusammensetzung zeigten.

3.1.2. Entnahme von Pflanzenmaterial und Biomassebestimmung

Zur Analyse des Nährstoffgehaltes wurden während und nach der Vegetationszeit am 6. und 7.7.1987 ober- und unterirdisches Pflanzenmaterial, am 1. bis 3.8.1988 oberirdisches Pflanzenmaterial und am 4. bis 6.10.1988 ober- und unterirdisches Pflanzenmaterial an den Untersuchungsstellen gemäss Tab. 2 entnommen. Dabei wurden nur Pflanzenteile der vorherrschenden *Carex*-Arten geschnitten und ausgegraben. Bei den bultbildenden *Carex*-Arten (*Carex elata, Carex paradoxa* und *Carex paniculata*) erfolgte die Probenahme unmittelbar an einem Bult. Die Wurzeln und die abgestorbenen Pflanzenteile im Bult wurden zur oberirdischen Biomasse gezählt.
Die Probenahmen von August und Oktober 1988 dienten gleichzeitig zur Bereitstellung von Material für Pflanzen- und Bodenanalysen sowie für die Biomassebestimmung. Sie erfolgten pro Untersuchungsstelle auf einer oder zwei Flächen von 20 x 20 cm und reichten in eine Tiefe bis 60 cm unter Flur. Alle innerhalb des Probenahmequadrates wachsenden grünen Pflanzenteile wurden miteinbezogen, obwohl die Blätter über die Fläche hinausragen. Die Proben wurden stratifiziert in oberirdische grüne Pflanzenteile, Wurzeln und Streu im Horst resp. Streu auf der Bodenoberfläche und Wurzeln aus verschiedenen Bodenschichten.
Carex vesicaria wurde nicht weiter behandelt, da die Pflanzenproben und insbesondere die Wurzeln, welche alle vom Étang de Rougéats stammen,

schwierig von der dort ebenfalls auftretenden *Carex elata* abzutrennen waren.
Die grünen Pflanzenteile der anderen vier *Carex*-Arten wurden bei 80 °C getrocknet und gewogen, ebenso die Wurzeln, nachdem sie über einem 1 mm Sieb ausgewaschen und mit entionisiertem Wasser abgespült worden waren. Bei zwei Probenahmen an einer Untersuchungsstelle wurden die Proben nicht vermischt, sondern separat behandelt. Die aufgeführten Resultate sind Mittelwerte.

3.1.3. Chemische Analysen des Pflanzenmaterials

Die getrockneten Teilproben wurden auf 2 mm zerkleinert. 10 bis 20 mg wurden zur Bestimmung der Gesamtkohlenstoff- und Gesamtstickstoff-Gehalte mit dem CHN-Analyser der Firma Heraeus verwendet. 0.1 bis 0.3 g wurden nach Anleitung der EAWAG, Dübendorf mit 70% $HClO_4$ zur Messung des Gesamtphosphor-Gehaltes mittels Spektralphotometer (Philipps, PYE Unicon, SP6-550 UV vis.; 20 mm-Kuvette) aufgeschlossen. Je 0.2 g dienten zur Bestimmung des Gehaltes an K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn und Cu mittels Atomabsorptions-Spektrophotometer (Varian AA 400).

3.2. STANDORTSKUNDLICHE METHODEN

3.2.1. Grundwasserstandsmessungen

Für die Grundwasserstandsmessungen wurden pro Untersuchungsstelle je zwei perforierte Plastikrohre von 1 m Länge und 4 cm Durchmesser verwendet, welche beidseits mit Plastikdeckeln verschlossen wurden. Sie wurden bis 80 cm tief in vorgebohrte Löcher in den Boden eingelassen. Während der Vegetationsperiode 1986 wurden an den entsprechenden Untersuchungsstellen (Tab. 2) acht, 1987 sechs und 1988 vier Messungen durchgeführt. Die Messung erfolgte mit einer schmalen Messlatte, da der Wasserspiegel jeweils gut sichtbar war.

3.2.2. Entnahme von Wasserproben

Aus den beiden Grundwasserrohren an jedem Messort wurden mit einer Vakuumpumpe je 500 ml Wasser entnommen. Das Grundwasserrohr konnte

vor der Probenahme nicht entleert werden, da sich an einigen Untersuchungsstellen das Rohr auch über eine Nacht nicht wieder auffüllte. Anfangs wurde zu Vergleichszwecken noch ein zusätzliches Loch gebohrt, um Wasser direkt aus dem Boden zu pumpen. Wegen Verstopfungsgefahr des Pumpschlauches erwies sich diese Methode aber als ungeeignet. 1986 und 1987 wurden je fünf, 1988 vier Proben an den Untersuchungsstellen (Tab. 2) entnommen.

3.2.3. Chemische Wasseranalysen

Direkt nach der Probenahme wurden pH und Leitfähigkeit mit einem portablen WTW-Messgerät (pH 90 und LF 91) gemessen. Die Wasserproben wurden in Kühlboxen aufbewahrt, am Abend des Entnahmetages filtriert und über Nacht kühl gelagert. Während der folgenden Tage wurden Orthophosphat und Gesamtphosphor nach Druckaufschluss im Autoklav kolorimetrisch bestimmt (Zugabe einer 5% Lösung von Kaliumperoxodisulfat, 3 ml pro 50 ml Wasserprobe, nach Anleitung der EAWAG). Ammonium wurde photometrisch bei 690 nm als Indophenol gemessen und Nitrat kolorimetrisch mit einer Natriumsaignette-Salzlösung bestimmt (nach Methoden der EAWAG). Die Gehalte an Na, K, Ca, Mg, Fe und Mn wurden mit dem AAS ermittelt. Zur Bestimmung der Na- und K-Gehalte wurde eine Caesiumchlorid-Aluminiumnitrat-Pufferlösung nach SCHUHKNECHT-SCHINKEL hinzugefügt. Die Messung der Ca- und Mg-Gehalte erfolgte nach Zugabe von Lantannitrat.
Die chemischen Wasseranalysen wurden an jeder Untersuchungsstelle mehrmals während einer Vegetationsperiode durchgeführt (Kap. 3.2.2). Dabei ergaben sich grosse Schwankungen der Messwerte, welche einerseits auf die Witterung, andererseits aber auch auf Störungen durch die Probeentnahme und Unregelmässigkeiten beim Transport, der Lagerung und der Analyse zurückzuführen sind.

3.2.4. Entnahme von Bodenproben

Im Herbst 1986 und 1987 wurden an den Untersuchungsstellen (Tab. 2) mit einem Handbohrer Bodenproben im Hauptwurzelraum der vorherrschenden *Carex*-Arten entnommen. Bei den bultbildenden *Carex*-Arten wurden die Bodenproben direkt neben einem Bult ausgestochen. Die Probenahme erfolgte bis in eine Tiefe von 60 cm unter Flur.
Im Herbst 1988 wurde die Probenahme zusammen mit der Entnahme des Pflanzenmaterials ausgeführt. Dabei wurden die Bodenproben mit einem

Spaten auf einer Fläche von 20 x 20 cm bis in eine Tiefe von 60 cm ausgestochen und nach Bodenschichten stratifiziert.

3.2.5. Beschreibung der Bodenprofile

Die Beschreibung der Bodenprofile wurde anhand der 1988 ausgestochenen Bodenproben nach der Anleitung von RICHARD et al. (1978) durchgeführt.

3.2.6. Bestimmung des Wassergehaltes und chemische Bodenanalysen

Zur gravimetrischen Bestimmung des Wassergehaltes wurden die stratifizierten Teilproben bei 105 °C getrocknet.
Zur chemischen Analyse wurden die Bodenproben bei max. 50 °C getrocknet und zu 2 mm-Feinerde gesiebt und z.T. gemahlen (Retsch, Scheibenschwingmühle).
Der pH-Wert in der luftgetrockneten Feinerde wurde sowohl in Wasser- als auch in $CaCl_2$-Suspension nach Methode der Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, Reckenholz, gemessen.
Gesamtstickstoff- und Gesamtkohlenstoff-Gehalte wurden 1986 und 1988 mit dem CHN-Analyser der Firma Heraeus im Labor für terrestrische Ökologie (ehemals Bodenkunde) der ETHZ bestimmt, 1987 mit dem CNS-Analyser ANA 1500 der Firma Carlo Erba bei der EAWAG, Abteilung für feste Abfallstoffe. Der Karbonatgehalt wurde in Proben mit pH ($CaCl_2$) > 6 durch Zersetzung mit H_2SO_4 und Absorption des entweichenden CO_2 an Natronasbest gravimetrisch bestimmt (nach Methode des Laboratoriums für terrestrische Ökologie, ETHZ). Daraus konnte der Anteil an anorganischem Kohlenstoff ermittelt und vom Gesamtkohlenstoff-Gehalt subtrahiert werden. Dies ergab den Gehalt an organischem Kohlenstoff. Zusammen mit dem Gesamtstickstoffgehalt wurde das C/N-Verhältnis berechnet.
Der Gesamtphosphor-Gehalt wurde nach BOHNE et al. (1958), abgeändert nach LANFRANCHI (1983), bestimmt.
Die potentielle Bodenazidität (H-Wert) wurde bei pH ($CaCl_2$) < 7 durch Austausch der H^+-Ionen durch Ba^{2+} mit Bariumacetat und anschliessender Titration der freigesetzten Essigsäure bestimmt. Die Summe der austauschbaren Kationen (S-Wert) wurde nach Messung der Na-, K-, Mg- und Ca-Gehalte mittels AAS berechnet. Zusammen mit dem H-Wert ergibt dies die Kationenaustauschkapazität (T-Wert). Daraus lässt sich der Basensättigungsgrad ableiten.

Die Resultate der bodenchemischen Analysen sind in mval/100 g Boden und nicht in bezug auf das Bodenvolumen angegeben. Es wurde keine Volumenmessung des Bodens zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes durchgeführt, da es sich durchwegs um Anmoorböden und nicht auch noch um Torfböden handelt.

3.2.7. Zucker-Inversionsmethode für die Temperaturverhältnisse

Die von PALLMANN et al. (1940) entwickelte Rohrzucker-Inversionsmethode wurde u.a. von KUNDLER (1954), SCHMITZ und VOLKERT (1959), BERTHET (1960), LÜTZKE (1963), und SCHMITZ (1964) weiterbearbeitet und verbessert.
An jeder Untersuchungsstelle wurden je vier Glasampullen mit einer Rohrzuckerlösung nach Anleitung von PALLMANN et al. (1940) 20 cm im Boden, auf der Bodenoberfläche, im Pflanzenbestand (60 cm über dem Boden) und über dem Pflanzenbestand (110 cm über dem Boden) angebracht. Während des Untersuchungszeitraumes von 1986 bis 1988 wurden jeweils von Ende Mai bis anfangs Oktober drei bis vier Mess-Serien durchgeführt, wobei die Rohrzuckerlösungen an die Expositionszeit angepasst wurden.
Die vor und nach der Expositionszeit im Tiefkühlschrank gelagerten Glasampullen wurden mit einem Polarimeter auf ihren Gehalt an Invertzucker geprüft. Unter Berücksichtigung der Expositionszeit lässt sich daraus die Inversionsgeschwindigkeit und damit das exponentielle Temperaturmittel ableiten.

3.3. AUSWERTUNG

3.3.1. Auswertung der vegetationskundlichen Untersuchungen

3.3.1.1. Vegetationstabelle

Da von Jahr zu Jahr nur geringe Änderungen in der Artenzusammensetzung auftraten, fand pro Untersuchungsstelle nur eine, nämlich die während der Untersuchungszeit zuletzt durchgeführte Vegetationsaufnahme Eingang in die Auswertung. Die Aufnahmen wurden nach ELLENBERG (1956) in einer Tabelle aufgelistet und nach Differentialartengruppen geordnet.

3.3.1.2. Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalysen

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach einem von WILDI und ORLÓCI 1988 vorgeschlagenen Verfahren mit den macros "jobtabl" und "jobords", ausgewertet (Programmpaket MULVA-4, 2.05; WILDI und ORLÓCI 1983, WILDI 1985, WILDI und ORLÓCI 1988).
Die BRAUN-BLANQUET-Skala (+, 1-5) wurde in eine Ordinalskala (1-6) umgewandelt und danach mit $y=x^w$ transformiert (VAN DER MAAREL 1979). Für w wurden drei verschiedene Werte gewählt (Tab. 3). Mit w=2 erfahren die dominierenden *Carex*-Arten ein starkes Gewicht, während die Präsenz-Absenz-Skala (w=0) allen Pflanzenarten das gleiche Gewicht gibt.
Der transformierte Datensatz wurde dreimal (mit w=2, w=0.5 und w=0) dem folgenden Vorgehen unterworfen: Ähnlichkeitsmatrix der Aufnahmen (Skalarprodukt), Gruppierungsanalyse der Aufnahmen (Minimalvarianzclustering); Ähnlichkeitsmatrix der Arten, Korrespondenzanalyse, Ähnlichkeitsmatrix der Arten (Euklidsche Distanz), Gruppierungsanalyse (Kovarianz), Neuordnung der Artengruppen, Neuordnung innerhalb der Artengruppen, Erstellen einer Vegetationstabelle; Ähnlichkeitsmatrix der Arten (Skalarprodukt), Hauptkomponentenanalyse (PCA), Ordination der Aufnahmen kombiniert mit der Klassifikation aus dem Minimalvarianzclustering.
Die mit w=0 transformierten Daten wurden noch weiter ausgewertet. Vegetationsaufnahmen, die vom übrigen Datensatz stark abweichen, wurden identifiziert und ausgeschlossen. Ebenso wurde mit klar abtrennbaren

Tab. 3. Transformationen der Braun-Blanquet-Skala.
Transformations of the Braun Blanquet scale.

Braun-Blanquet-Skala	Ordinal-Skala	Skala A $y=x^w$, w=2	Skala B $y=x^w$, w=0.5	Skala C $y=x^w$, w=0
+	1	1	$1^{0.5}$	1
1	2	4	$2^{0.5}$	1
2	3	9	$3^{0.5}$	1
3	4	16	$4^{0.5}$	1
4	5	25	$5^{0.5}$	1
5	6	36	$6^{0.5}$	1

Aufnahmegruppen verfahren, während mit den verbleibenden Aufnahmen das ganze Auswertungsvorgehen wiederholt wurde.
Die Resultate dieser Auswertungen sind vorliegend jeweils in einer Ordination dargestellt.

3.3.1.3. Auswertung der Biomassewerte und Nährstoffgehalte der Pflanzen

In Tab. 8 im Anhang sind aus den Messdaten vom Herbst 1987 und Herbst 1988 die durchschnittlichen Biomasse-Werte und Nährstoffgehalte in den oberirdischen Pflanzenteilen und in den Wurzeln der dominierenden *Carex*-Arten aufgeführt. Die durchschnittliche Biomasse und die durchschnittlichen Gesamtstickstoff-, Gesamtphosphor-, Calcium- und Magnesiumgehalte werden in Fig. 6 übersichtsmässig dargestellt.

3.3.2. Auswertung der standortskundlichen Untersuchungen

3.3.2.1. Hauptkomponentenanalyse

Um einen Einblick in die wasserchemische Datenstruktur zu erhalten, wurden die (mit Ausnahme der pH-Werte) logarithmierten Jahresmittelwerte der Vegetationsperioden 1986, 1987 und 1988 der 10 untersuchten wasserchemischen Parameter (pH, Leitfähigkeit, PO_4, P-tot, NH_4, NO_3, Na, K, Ca, Mg) einer Hauptkomponentenanalyse unterworfen (Programmpaket MULVA-4, 2.05, WILDI und ORLÓCI). Für die logarithmierten Daten wurde folgendes Vorgehen gewählt: Ähnlichkeitsmatrix der Parameter (Korrelationskoeffizient), Hauptkomponentenanalyse (PCA), Ordination der Untersuchungsstellen und der Parameter (dargestellt im Kapitel Ergebnisse). Für jedes Untersuchungsjahr wurden nur diejenigen Untersuchungsstellen berücksichtigt, die einen vollständigen Datensatz für diese 10 Variablen aufwiesen.
Auf die gleiche Weise wurden die Resultate der chemischen Bodenanalysen ausgewertet. Dabei wurden die Daten der Probenahmen im Herbst 1986, 1987 und 1988 verwendet. Auch hier wurden für jedes Untersuchungsjahr nur die Untersuchungsstellen mit einem vollständigen Datensatz für die 18 Bodenfaktoren einbezogen.

3.3.2.2. Varianzanalysen

Die Daten der standortskundlichen Untersuchungen (Grundwasserstandsmessungen, chemische Wasseranalysen, Bodenanalysen, Mitteltemperatur-Messungen) von 1986 bis 1988 wurden für die Varianzanalysen in einen Datensatz zusammengefasst und mit Ausnahme der pH-Werte logarithmiert. Jede der 57 Standortsvariablen (siehe 3.3.2.1.) wurde einzeln mit den während der drei Untersuchungsjahre erhobenen Werten einer Varianzanalyse (Programmpaket Systat 5.0) in bezug auf die vier Vegetationsgruppen aus Kap. 3.3.2.1. unterworfen. In einem zweiten Durchgang wurden die Varianzanalysen in bezug auf die pflanzensoziologischen Gruppierungen in Tab. 4 durchgeführt.

3.3.2.3. Korrelation

Die Standortsvariablen des Wasserhaushaltes, des Wasserchemismus, des Bodenchemismus und die Mitteltemperaturen wurden separat auf ihre Abhängigkeit untereinander getestet. Jeweils zwei Faktoren wurden einander mit den von 1986 bis 1988 ermittelten Werten gegenübergestellt.

3.3.2.4. Diskriminanzanalyse

Die in den Jahren 1986, 1987 und 1988 erhobenen Standortsdaten wurden zusammen einer Diskriminanzanalyse unterworfen (Programmpaket MULVA-4, 2.05, WILDI und ORLÓCI).

- Von den Grundwasserstandsmessungen wurden die Minimum-, Maximum- und Mittelwerte über eine Vegetationsperiode verwendet (Tab. 9 im Anhang).
- Wegen der grossen Streuung der Messwerte des Wasserchemismus wurden für die Diskriminanzanalysen ebenfalls die Minimal-, die Maximal- und die Durchschnittswerte der jeweiligen Vegetationsperiode verwendet (Tab. 10 im Anhang).
- Von den Bodenanalysen wurden die Daten der Probenahmen im Herbst verwendet (Tab. 11 im Anhang).
- Die während der drei Vegetationsperioden gemessenen exponentiellen Mitteltemperaturen in 20 cm Tiefe im Boden, auf der Bodenoberfläche, 60 cm und 110 cm über dem Boden fanden ebenfalls Eingang in die Diskriminanzanalyse (Tab. 12 im Anhang).

Insgesamt ergab dies 57 Variablen, mit welchen die Grosseggen-Dominanzbestände voneinander abgegrenzt werden sollten.
Für jedes Untersuchungsjahr wurden nur diejenigen Untersuchungsstellen berücksichtigt, welche einen vollständigen Datensatz für diese 57 Variablen aufwiesen. Die vier Vegetationsgruppen, die aus der Gruppierungsanalyse der mit w=2 transformierten Vegetationsaufnahmen resultierten, wurden als Grundlage für die Diskriminanzanalysen verwendet. In einem ersten Schritt wurde eine JANCEY-Rangierung der 57 (mit Ausnahme der pH-Werte) logarithmierten Standortsvariablen in bezug auf diese vier Vegetationsgruppen erstellt. Der zweite Schritt bestand in der FISHER-Diskriminanzanalyse mit einer Auswahl der wichtigsten Variablen in bezug auf die gleichen Vegetationsgruppen. Die Auftrennung der vier Gruppen wurde in einer Ordination dargestellt. Dasselbe Vorgehen wurde für die Auftrennung der Grosseggen-Assoziationen wiederholt.