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, Car...

Autor: Marti, Karin

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: 01.08.2025

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

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 120. Heft

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)

Karin MARTI

1994

INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort	**5**
1.	**Einleitung**	**6**
1.1.	Flachmoore der Schweiz und ihre Bedeutung	6
1.2.	Grosseggengesellschaften in der Schweiz	6
1.3.	Fragestellung	9
1.4.	Untersuchungskonzept	10
1.4.1.	Zielsetzungen	10
1.4.2.	Abgrenzungen des Themas	10
1.4.3.	Organisation der Untersuchungen	11
2.	**Untersuchungsgebiete**	**13**
2.1.	Geographische Lage	13
2.2.	Beschreibung der Untersuchungsgebiete	13
2.2.1.	Katzensee	13
2.2.2.	Glatt-Altläufe	15
2.2.3.	Mettmenhaslisee	16
2.2.4.	Nerer See	16
2.2.5.	Teich beim Nerer See	17
2.2.6.	Stadler See	17
2.2.7.	Chernensee	17
2.2.8.	Greifensee	18
2.2.9.	Verenenrain	18
2.2.10.	Ostufer des Pfäffikersees	19
2.2.11.	Bläsimüli im Tösstal	19
2.2.12.	Nordzipfel des Vogelholzriedes	20
2.2.13.	Flachsee der Reuss	20
2.2.14.	Étangs de Rougeat	21
2.2.15.	Étang de Bavelier	21
2.2.16.	Étang de Lucelle	21
2.2.17.	Südufer des Neuenburgersees	22
3.	**Methoden**	**23**
3.1.	Vegetationskundliche Methoden	23
3.1.1.	Vegetationsaufnahmen	23
3.1.2.	Entnahme von Pflanzenmaterial und Biomassebestimmung	23
3.1.3.	Chemische Analysen des Pflanzenmaterials	24
3.2.	Standortskundliche Methoden	24
3.2.1.	Grundwasserstandsmessungen	24
3.2.2.	Entnahme von Wasserproben	24
3.2.3.	Chemische Wasseranalysen	25
3.2.4.	Entnahme von Bodenproben	25
3.2.5.	Beschreibung der Bodenprofile	26
3.2.6.	Bestimmung des Wassergehaltes und chemische Bodenanalysen	26
3.2.7.	Zucker-Inversionsmethode für die Temperaturverhältnisse	27
3.3.	Auswertung	27
3.3.1.	Auswertung der vegetationskundlichen Untersuchungen	27
3.3.2.	Auswertung der standortskundlichen Untersuchungen	29

4.	**Ergebnisse**	**32**
4.1.	Vegetation	32
4.1.1.	Vegetationszusammensetzung der Untersuchungsstellen	32
4.1.2.	Ähnlichkeitsverhältnisse der Vegetationsaufnahmen	34
4.1.3.	Biomasse und Nährstoffgehalt der *Carex*-Arten	39
4.2.	Standort	43
4.2.1.	Wasserstände	43
4.2.2.	Wasserchemismus	46
4.2.3.	Bodenchemismus	51
4.2.4.	Bodenprofile	56
4.2.5.	Exponentielle Mitteltemperaturen	58
4.2.6.	Ergebnisse der Diskriminanzanalysen	58
5.	**Diskussion**	**60**
5.1.	Vegetation	60
5.1.1.	Pflanzensoziologische und numerische Klassifikation	60
5.1.2.	Pflanzensoziologische Zuordnung	61
5.1.3.	Biomasse und Nährstoffgehalt der *Carex*-Arten	64
5.2.	Standort	67
5.2.1.	Wasserstände	67
5.2.2.	Wasserchemismus	70
5.2.3.	Boden	73
5.2.4.	Temperatur	76
5.3.	Schlussfolgerungen	76
	Zusammenfassung - Summary	**81**
	Literaturverzeichnis	**83**
	Anhang (Tabellen 8-12)	**92**

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand am Geobotanischen Institut der ETH Zürich, Stiftung Rübel. Die Feldarbeiten wurden in der Vegetationszeit der Jahre 1986 bis 1988 durchgeführt.
Mein erster Dank gilt Herrn Prof. Dr. F. Klötzli für die Gesamtbetreuung dieser Arbeit. Herrn Prof. Dr. E. Landolt danke ich für die Unterstützung, die er mir am Geobotanischen Institut zukommen liess und Herrn Dr. A. Buttler, Universität Neuenburg, für die kritische Durchsicht dieser Arbeit und seine fachkundigen Anregungen.
Meine Danksagung geht an Herrn Dr. H.-R. Binz für das Durchlesen des Manuskriptes und die Unterstützung bei Computerfragen, an Frau M. Adam für ihr exaktes Durchlesen und Kritisieren des Manuskriptes, an Herrn Dr. O. Wildi, WSL Birmensdorf, für seine Beratung bei den Auswertungen der Daten und an Herrn Dr. S. Zimmerli für seine wertvollen fachlichen Hinweise.
Den Herren Prof. Dr. P. Baccini, H. Mönch und D. Kistler von der EAWAG bin ich für die Benutzung von Apparaturen für wasserchemische Analysen zu Dank verpflichtet, Herrn Prof. H. Sticher und Herrn K. Barmettler vom Labor der terrestrischen Ökologie für die Benutzung von Apparaturen für bodenchemische Analysen.
Ein besonderes Dankeschön geht an Herrn E. Schäffer, der mir tatkräftig im Feld zur Seite stand und kompetent die Laboranalysen leitete. Frau K. Rentsch, Herrn M. Hofbauer und Herrn M. Fotsch danke ich für ihre Hilfe in Feld und Labor und Frau A. Hegi und Herrn R. Graf für die Unterstützung bei organisatorischen und technischen Fragen. Frau S. Dreyer danke ich für die Fertigstellung der Vorlage zur Veröffentlichung.
Den Herren Dr. P. Ryser, R. Marti und G. Cerletti, mit denen ich das Büro teilte, sei für die fachliche und auch die moralische Unterstützung gedankt, ebenso meinen Kolleginnen und Kollegen am Geobotanischen Institut für ihre Hilfe, Anregungen und Diskussionen, die für mich sehr wertvoll waren. Alle weiteren hier unerwähnt gebliebenen Helferinnen und Helfer sollen hier in meiner Danksagung eingeschlossen sein.

1. EINLEITUNG

1.1. FLACHMOORE DER SCHWEIZ UND IHRE BEDEUTUNG

Grosseggengesellschaften (*Magnocaricion*) werden zur Nass- und Feuchtgebietsvegetation (Röhricht-, Moor- und Streuwiesengesellschaften) gezählt, deren Standort zumindest zeitweise einen Überschuss an Wasser aufweist (LANDOLT 1973). Sie gehören zur Flachmoorvegetation, die sich auf Torf- oder Anmoorböden bildet und im Gegensatz zu den Hochmooren noch direkt vom Grundwasser beeinflusst wird.
Die Bedeutung von Flachmooren ist heute in der Schweiz allgemein anerkannt. Dies wird insbesondere daraus ersichtlich, dass zum Schutz dieser Biotope 1987/88 ein gesamtschweizerisches Flachmoorinventar erstellt wurde, welches eine Grundlage für den Vollzug von Art. 18a des Natur- und Heimatschutzgesetzes und von Art. 24 sexies Abs. 5 der Bundesverfassung ("Rothenthurm-Artikel") bildet (BROGGI 1990). Die Flachmoore der Schweiz sind als Überreste der ursprünglichen Naturlandschaft, als Zeugnisse der Landschaftsgeschichte mit einer prägenden Gletschertätigkeit sowie als Relikte der traditionellen Kulturlandschaft für Natur- und Heimatschutz von grosser Bedeutung (EWALD 1978, HÖHN-OCHSNER 1964, LANDOLT 1971). Als Lebensraum einer grossen Zahl hochangepasster Pflanzen- und Tierarten, die häufig auch gefährdet sind, bilden sie ein wichtiges Art- und Genreservoir (LANDOLT 1971). Sie spielen eine bedeutende Rolle für den Wasserhaushalt der Landschaft, indem sie Wasser- und Stofftransporte verlangsamen und abpuffern (DIETL 1975, PFADENHAUER 1985). Zudem sind sie Träger wichtiger Funktionen in Forschung, Lehre und Erziehung (LANDOLT 1971, SUKOPP et al. 1974).
Grundlegende Arbeiten über Flachmoorpflanzengesellschaften in der Schweiz und deren Ökologie wurden von KOCH (1926), ZOBRIST (1935), MAYER (1939), LÉON (1968), WILLIAMS (1968), KLÖTZLI (1969), YERLY (1970), LANG (1973), EGLOFF (1986) und BUTTLER (1987) verfasst.

1.2. GROSSEGGENGESELLSCHAFTEN IN DER SCHWEIZ

Die Grosseggengesellschaften sind ein wichtiger Bestandteil der Verlandungsvegetation stehender Gewässer. Normalerweise folgen sich in der

Tab. 1. Unterteilung des Verbandes *Magnocaricion elatae* W. Koch 26 in der Schweiz nach KLÖTZLI (1973).
Subdivision of the Magnocaricion elatae W. Koch 26 *in Switzerland according to* KLÖTZLI (1973).

Unterverband *Caricion rostratae* Bal. Tul. 63, Verlandungssümpfe auf torfigen Böden/ *on peat soils*	
	- *Caricetum elatae* W. Koch 26
	- *typicum*
	- *comaretosum*
	- *buxbaumietosum*
	- *Caricetum paniculatae* Wang. 16
	- *Caricetum rostratae* Rüb. 12
Unterverband *Caricion gracilis* (Géhu 61) Bal. Tul. 63, Überschwemmungs- und Verlandungssümpfe auf Anmoor und mineralischen Böden/ *on "Anmoor" and mineral soils*	
	- *Caricetum gracilis* (Graebn. et Hueck 31)
	- *typicum*
	- *caricetosum acutiformis*
	- *caricetosum distichae*
	- *comaretosum*
	- *Caricetum vesicariae* Br.-Bl. et Den 35
	- *Caricetum acutiformis-paniculatae*, *Carex riparia*-Ausbildung (bzw. *Caricetum ripariae*) Klötzli 69
	- *Phalaridetum arundinaceae* Libb. 31

Verlandungszone Wasserpflanzengürtel, Schilfröhricht und Grosseggenried. Mancherorts ist das Grosseggenried durch Rodung eines Bruchwaldes entstanden und als Streuwiese genutzt worden (ELLENBERG 1986).
Die in der Schweiz vorkommenden Grosseggengesellschaften werden von KLÖTZLI (1973) in die in Tab. 1 aufgeführten Unterverbände und Assoziationen gegliedert. Von den dort genannten Assoziationen ist in der Schweiz das *Caricetum elatae* relativ häufig anzutreffen (KOCH 1926). *Carex elata* ist in Europa verbreitet und wird für die Schweiz als die häufigste Segge in den Verlandungszonen der kollinen und montanen Stufe bezeichnet (HESS et al. 1976-80). Sie ist eine äusserst effektive Verlandungspflanze. BAUMANN (1915) beschrieb sehr bildhaft ihre Fähigkeit, am Ufer des Bodensees Land zu

gewinnen. Ausgedehnte Steifseggenbestände findet man beispielsweise in den Verlandungszonen des Bodensees (LANG 1967) und am Südufer des Neuenburgersees (BERSET 1951, ROULIER 1983, BUTTLER und GALLANDAT 1989). Im nordöstlichen Mitteleuropa werden sie durch das *Caricetum gracilis* ersetzt, welches in der Schweiz vor allem als *Carex acutiformis*-Ausbildung auftritt (KLÖTZLI 1969). An weniger nährstoffreichen Standorten und in höheren Lagen können Bestände von *Carex rostrata* vorkommen (ELLENBERG 1986).

Die Wundersegge (*Carex paradoxa*), die Rispensegge (*Carex paniculata*), die Ufersegge (*Carex riparia*) sowie die Blasensegge (*Carex vesicaria*), treten in der Schweiz nur an wenigen Orten bestandesbildend in Grosseggengesellschaften auf. Ihr Vorkommen ist Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.

Carex paradoxa ist häufig zusammen mit *Carex elata* vorzufinden, doch bildet sie nur wenige kleinflächige Reinbestände (HÖHN-OCHSNER 1963, KLÖTZLI 1969, AEBERHARD 1972, MORET 1986). Diese werden von KLÖTZLI (1969) zum mesotrophen Steifseggenried (*Caricetum elatae comaretosum*) gezählt. *Carex paradoxa* besiedelt nasse Torf- und Anmoorböden in der kollinen und montanen Stufe der Schweiz. Sie ist eine eurosibirische Pflanze, die in der Schweiz ziemlich verbreitet ist und häufig vorkommt (HESS et al. 1976-80).

Das *Caricetum paniculatae* ist in höheren Lagen häufig auf Quellmoor- oder Quellsumpfstandorten, im Mittelland jedoch nur vereinzelt ausgebildet (KLÖTZLI 1969, ZELLER et al. 1968, STRASSER 1972, JACQUAT 1980). An künstlichen Seen wie dem Klingnauer Stausee und dem Flachsee bei Unterlunkhofen sind erst in jüngster Zeit Rispenseggenbestände entstanden (MARTI 1984). *Carex paniculata* ist auf nassen, kalkhaltigen, humosen Schlammböden und seltener auf schwach sauren Torfböden vorzufinden. Sie ist eine europäische Pflanze, deren Verbreitung in der Schweiz von der kollinen bis zur subalpinen Stufe reicht, wobei sie ziemlich häufig ist (HESS et al. 1976-80).

Das *Caricetum ripariae* ist eine in der Schweiz relativ seltene Pflanzengesellschaft (KLÖTZLI 1969, JAQUAT 1980, ROULIER 1983). *Carex riparia* wächst auf humosen, meist kalkhaltigen, nährstoffreichen Böden. Sie ist eine eurasiatische Pflanze und tritt in der Schweiz in der kollinen, selten in der montanen Stufe auf. Sie ist im Gebiet verbreitet, aber ziemlich selten (HESS et al. 1976-80). Nach Beobachtungen von PHILIPPI (1977) an Weihern des Stromberggebietes um Maulbronn ist *Carex riparia* eine pionierfreudige Art,

die innert kurzer Zeit Bestände bilden kann, da sie sich rasch vegetativ ausbreitet. Durch gelegentliches Ausmähen des Schilfes wird sie anscheinend noch gefördert (PHILIPPI, 1978).
Carex vesicaria ist nach HESS et al. (1976-80) auf kalkreichen, sandigen oder schlammigen Böden und auch auf sauren Torfschlammböden vorzufinden. Sie ist eine eurasiatisch-nordamerikanische Pflanze, die in der Schweiz kollin, montan und selten subalpin vorkommt. Sie ist im Gebiet verbreitet, aber nicht häufig. *Carex vesicaria* tritt häufig in den nassesten Ausbildungen der Flachmoore saurer Torfböden und in anderen Grosseggengesellschaften auf, während das *Caricetum vesicariae* nur selten anzutreffen ist (KLÖTZLI 1969).

1.3. FRAGESTELLUNG

Schon ROCHOW (1951) beschäftigte sich mit der Frage, ob die in Grosseggengesellschaften dominierende *Carex*-Art ökologisch spezialisiert sei oder ob ihre Dominanz durch Zufälle der Erstansiedlung bestimmt wird. Eine Strategie der Spezialisierung auf bestimmte Standortsverhältnisse wird in der theoretischen Ökologie mit dem "competitive-exclusion principle" (HARDIN 1960), d.h. dem Modell des Wettbewerbs-Ausschliessungsprinzipes, oder der ökologischen Nische dargestellt (MACARTHUR und LEVIS 1964, RESCIGNO und RICHARDSON 1965, LEVINS 1968, LEVIN 1970, ARMSTRONG und MCGEHEE 1980, TILMAN 1980 und andere). Demgegenüber vertreten z.B. CHESSON und WARNER 1981, GRUBB 1977, COMINS und NOBLE (1985) das "site-establishment lottery model", das Modell eines Ansiedlungs-Wettbewerbes.
Wenn die vorherrschende *Carex*-Art tatsächlich spezielle Standortsverhältnisse bevorzugt oder spezifische Keimungsbedingungen benötigt, dann ist auch die nach ihr benannte Grosseggengesellschaft nur bei den entsprechenden Ausgangsbedingungen ausgebildet. Sind jedoch die Ansiedlungsmöglichkeiten ausschlaggebend, so ist es nicht möglich, die verschiedenen Grosseggengesellschaften bestimmten ökologischen Nischen zuzuordnen.
Zahlreichen Arbeiten über die Vegetationszusammensetzung von Grosseggengesellschaften stehen nur wenigen Untersuchungen ihrer Standortsverhältnisse gegenüber. In der Schweiz können dazu die Arbeiten von KLÖTZLI (1969), AEBERHARD (1972), MORET (1986) und BUTTLER (1987) angeführt werden, aus der Tschechoslowakei beispielsweise die Untersuchungen von BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1972).
Nach ELLENBERG (1986) ist die Artenzusammensetzung der Grosseggen-

gesellschaften, in welchen in der Regel eine bestimmte Grossegge zur Dominanz gelangt, abhängig von Höhe und Dauer der Wasserüberstauung und vom Wasserchemismus. Demnach wäre die Ausbildung verschiedener Grosseggengesellschaften auf unterschiedliche Ausprägungen dieser Faktoren zurückzuführen. Diese Angaben von ELLENBERG dienen als Grundlage für die vorliegende Arbeit, die der Frage nachgeht, ob die selteneren Grosseggengesellschaften bestimmte ökologische Nischen einnehmen, die vom Standort des Steifseggenriedes abgegrenzt werden können.

1.4. UNTERSUCHUNGSKONZEPT

1.4.1. Zielsetzungen

Die vorliegende Arbeit verfolgt zwei Ziele:

1. vermehrte Kenntnisse über die Vegetationszusammensetzung und die Standortsbedingungen einiger ausgewählter *Carex paniculata*-, *Carex riparia*-, *Carex paradoxa*-, *Carex vesicaria*- und *Carex elata*-Bestände zu gewinnen,
2. Beantwortung folgender Fragen:
   - Können die genannten Grosseggenbestände aufgrund ihrer Artenzusammensetzung voneinander unterschieden werden?
   - Weisen die genannten Grosseggenbestände bezüglich ihrer Standortsverhältnisse Unterschiede auf?
   - Welche ökologischen Parameter charakterisieren gegebenenfalls ihre Spezialisierung?

1.4.2. Abgrenzungen des Themas

Die vorliegende Arbeit stellt kein Inventar der seltenen Grosseggengesellschaften in der Schweiz dar. Aufgrund von Literaturangaben wurden eine bestimmte Anzahl gut ausgebildeter Grosseggengesellschaften als Untersuchungsobjekte ausgewählt. Die Auswahl beschränkte sich auf Bestände von *Carex paniculata*, *Carex paradoxa*, *Carex riparia, Carex vesicaria* und Referenzflächen mit *Carex elata*. Die Untersuchungsflächen wurden im Mittelland, insbesondere im Kanton Zürich, am Südufer des Neuenburgersees und im Kanton Jura installiert (Fig. 1). Dabei wurden die *Carex paniculata*-Quellfluren der höheren Lagen nicht berücksichtigt.

1.4.3. Organisation der Untersuchungen

In einer früheren Arbeit wurden Übergänge eines *Caricetum elatae* zu einem *Caricetum paniculatae* entlang von Transsekten pflanzensoziologisch und ökologisch untersucht (MARTI 1984). In dieser Arbeit wurde versucht, die Standortsbedingungen möglichst vieler verschiedenartiger Vorkommen der jeweiligen *Carex*-Arten zu erfassen. Mit Ausnahme von *Carex vesicaria* wurden für jede untersuchte *Carex*-Art mindestens sechs Untersuchungsstellen an verschiedenen Orten eingerichtet. Innerhalb eines Untersuchungsgebietes wurden in einigen Fällen zwei Untersuchungsstellen installiert: eine in einem *Carex paniculata*-, *Carex paradoxa*-, *Carex riparia*- resp. *Carex vesicaria*-Bestand und die andere in einem angrenzenden *Carex elata*-Bestand. Damit sollten entsprechend der vorherrschenden *Carex*-Art signifikante Standortsunterschiede innerhalb der gleichen Lokalität aufgezeigt werden können.
Da grossflächige *Carex vesicaria*-Bestände sehr selten sind, wurde nur ein Untersuchungsgebiet im Jura ausgewählt, so dass diese Untersuchungen lediglich als Einzelfall bewertet werden können.
15 Untersuchungsstellen wurden während der drei Vegetationszeiten von 1986 bis 1988 untersucht. 8 zusätzliche Untersuchungsstellen wurden während der Vegetationszeit von 1986, 4 Untersuchungsstellen 1987 und 8 weitere Untersuchungsstellen 1987/1988 besucht (Tab. 2). Auf diese Weise konnte die Gesamt-Anzahl der Untersuchungsstellen etwas erhöht werden. Für statistische Aussagen ist dieses Vorgehen nicht ideal, da Anzahl und Auswahl der Untersuchungsflächen je nach Jahr variiert. Dies musste jeweils bei den Auswertungen berücksichtigt werden.

Während einer Vegetationszeit wurden an einer Untersuchungsstelle folgende Untersuchungen durchgeführt:
- Vegetationsaufnahmen
- monatliche Messung des Grundwasserstandes
- monatliche Wasseranalysen (pH, Leitfähigkeit, Ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg)
- Bestimmung der exponentiellen Mitteltemperatur mittels Zuckerinversionsmethode
- Entnahme von Bodenproben im Herbst zur Analyse von C_{org}, pH, Ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg

Ausserdem wurde im Herbst 1988 parallel zu den Bodenproben Pflanzenmaterial entnommen, das zur Bestimmung der Biomasse und zur chemischen Analyse diente.
Die Arbeiten von WILHELM (1987) und SINDELAR (1987) in der Urner Reussmündungsebene, die mit der vorliegenden Arbeit koordiniert wurden, liefern weitere vergleichbare Daten zum *Caricetum elatae* (siehe auch ELBER et al. 1991). Die Resultate sind nicht in die Auswertung einbezogen worden, doch wird jeweils in der Diskussion (Kap. 5) darauf verwiesen.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIETE

2.1. GEOGRAPHISCHE LAGE

In Fig. 1 ist die geographische Lage der Untersuchungsgebiete dargestellt. Aus Tab. 2 sind nähere Angaben zu den Lokalitäten zu entnehmen.

2.2. BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSGEBIETE

2.2.1. Katzensee

Geologie, Hydrologie: Die beiden Katzenseen liegen als ehemalige Toteisseen in Zungenbecken des Furttallappens des Glattalgletschers. Der Untergrund besteht aus Stirn-Moränenmaterial, das dem Schlierenstadium zugeordnet wird. Sie werden von Grund-, Hang- und Niederschlagswasser gespiesen. Die Entwässerung erfolgte bis 1870 rückläufig über den Katzenbach

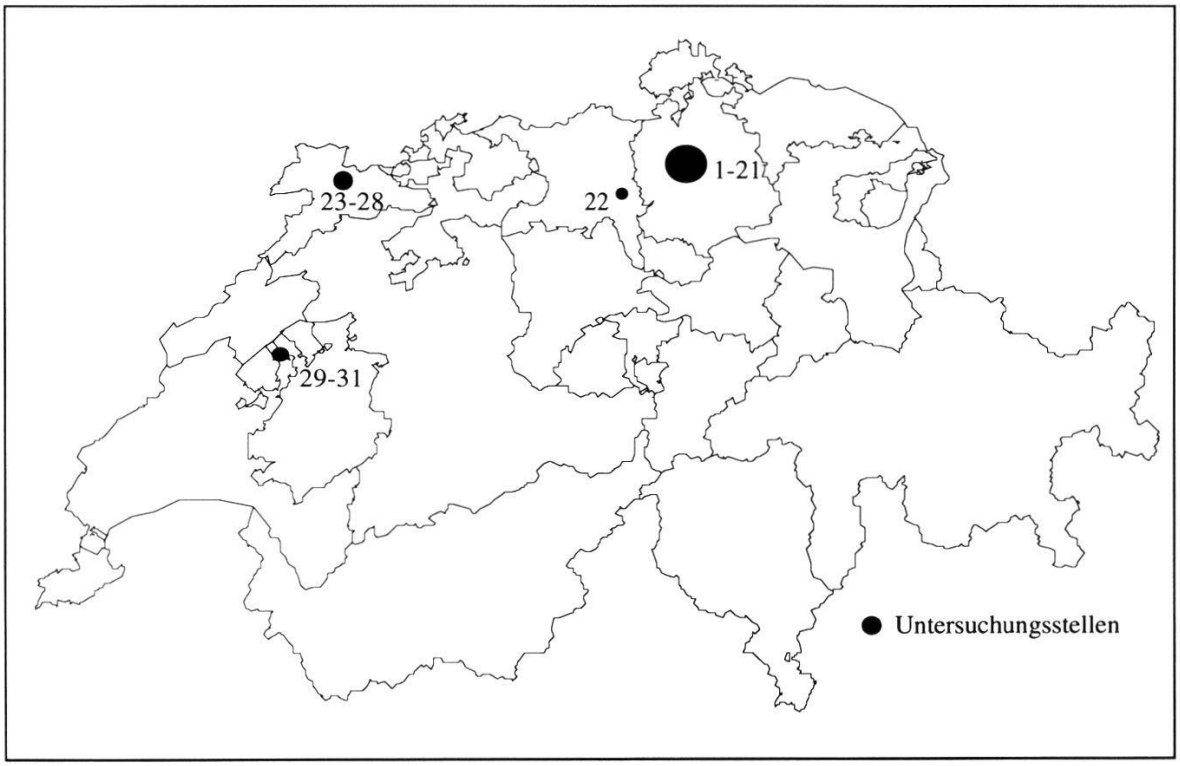

Fig. 1. Lage der Untersuchungsstellen 1 bis 31.
Location of the study sites 1 to 31.

Tab. 2. Übersicht über die Untersuchungsgebiete und die Untersuchungsstellen.
Overview of the study regions and sites.

Nr.	Xx	LK	Koordinaten	m/M	Lokalität	Gemeinde, Kt.	Jahr
1	E	1071	679 450/254 525	440	Katzensee	Regensdorf, ZH	86-88
2	Ae	1071	679 450/254 550	440	Katzensee	Regensdorf, ZH	86-88
3	Ae	1071	679 875/253 900	440	Katzensee	Zürich, ZH	86-88
4	R	1071	682 375/258 200	420	Glattaltläufe	Oberglatt, ZH	86-88
5	Ae	1071	682 625/257 600	420	Glattaltläufe	Oberglatt, ZH	86
6	Ea	1071	682 625/257 600	420	Glattaltläufe	Oberglatt, ZH	86
7	Pe	1071	679 475/258 700	418	Mettmenhaslisee	Niederhasli, ZH	86-88
8	Pe	1071	679 475/258 750	418	Mettmenhaslisee	Niederhasli, ZH	86-88
9	A	1071	678 850/263 300	415	Nerer See	Neerach, ZH	86-88
10	Ea	1071	678 850/263 325	415	Nerer See	Neerach, ZH	86-88
11	R	1071	678 750/263 350	415	Teich Nerer See	Neerach, ZH	86-88
12	E	1071	678 530/264 160	420	Stadler See	Stadel, ZH	86-88
13	E	1071	679 375/263 900	425	Chernensee	Neerach, ZH	86-88
14	Ae	1092	691 675/247 425	436	Greifensee Nord	Fällanden, ZH	86-88
15	Er	1092	695 750/242 500	436	Greifensee Süd	Uster, ZH	86
16	Pe	1092	697 650/243 675	475	Verenenrain	Uster, ZH	86-88
17	Ae	1092	702 575/245 075	540	Pfäffikersee Ost	Pfäffikon, ZH	86
18	Ae	1092	702 575/245 075	540	Pfäffikersee Ost	Pfäffikon, ZH	86
19	P	1092	703 075/253 100	570	Bläsimüli	Russikon, ZH	86
20	Pe	1072	693 750/254 600	525	Vogelholz	Illnau, ZH	86-88
21	E	1072	693 750/254 600	525	Vogelholz	Illnau, ZH	86-88
22	P	1090	669 700/242 525	380	Flachsee Reuss	Herm.wil, AG	87/88
23	Ev	1065	579 275/256 950	445	Étang de Rougeat	Bonfol, JU	87
24	Ev	1065	579 275/256 950	445	Étang de Rougeat	Bonfol, JU	87
25	Ev	1065	579 225/256 950	445	Étang de Rougeat	Bonfol, JU	87/88
26	Ev	1065	579 225/256 950	445	Étang de Rougeat	Bonfol, JU	87/88
27	P	1086	589 350/252 560	575	Étang de Bavelier	Pleigne, JU	87/88
28	R	1086	585 425/251 750	600	Étang de Lucelle	Pleigne, JU	87/88
29	R	1203	541 450/182 000	435	Champ Pittet	Ches.-Nor., VD	87/88
30	Re	1183	547 725/183 600	430	Les Grèves	Yvonand, VD	87/88
31	R	1165	568 350/201 225	430	La Tuilère	Cudrefin, VD	87/88

Legende/*key:*
Nr.: Nummer der Untersuchungsstelle/*number of the study site;* X: Vorherrschende *Carex*-Art/*dominant Carex species,* x: weitere charakteristische *Carex*-Art/*other characteristic Carex species;* E, e: *Carex elata*, A, a: *Carex paradoxa*, R, r: *Carex riparia,* P, p: *Carex paniculata*, V, v: *Carex vesicaria*; LK: Landeskarte/*map,* Jahr: Untersuchungszeit/*date of study.*

in die Glatt. Darauf wurde mittels eines neu erstellten Kanals das Wasser zum Furtbach abgeleitet, was eine Wasserspiegelsenkung zur Folge hatte. Seit 1975 besteht wieder eine Verbindung mit dem Katzenbach (GUTERSOHN 1969, STAUBLI 1986).

Vegetation: In unmittelbarer Nähe zur Stadt Zürich und umgeben von Intensivkulturland ist rund um den Oberen und den Unteren Katzensee eine vielfältige und äusserst artenreiche Landschaft mit Quell- und Flachmooren, Hochmooren und Moorwäldern erhalten geblieben. Die Untersuchungsstellen 1 und 2 befinden sich nordöstlich des Oberen Katzensees im Streuwiesenkomplex "Stierwiesen" auf der Nordseite des Kanals und ausserhalb des um die Seen führenden Weges. Die Untersuchungsstelle 1 liegt in einem verschilften *Carex elata*-Bestand, der direkt an den Kanal angrenzt. Richtung NNW ist im Anschluss an einen Mischbestand mit *Carex elata* ein *Carex paradoxa*-Bestand ausgebildet, wo die Untersuchungsstelle 2 installiert wurde. Im Randbereich zum Intensivkulturland befinden sich Hochstaudenfluren. Die Untersuchungsstelle 3 liegt südlich des Oberen Katzensees in einem *Carex paradoxa*-Bestand. Nördlich wird dieser durch einen *Cladium mariscus*-Gürtel und die sich daran anschliessende freie Wasserfläche, südlich von Intensivkulturland und sowohl östlich als auch westlich von Pfeifengraswiesen begrenzt (KLÖTZLI und OKUTOMI 1965, STAUBLI 1986). Die untersuchten Grosseggenbestände werden erst in den letzten Jahren wieder regelmässig geschnitten. Daher erfolgte über länger Zeit nur selten eine Bewirtschaftung.

2.2.2. Glatt-Altläufe

Geologie, Hydrologie: Das Glattal wurde vom Glattalgletscher geformt. Die nordwestlich des Katzensees gelegenen Rückzugsmoränen lenkten den Lauf der Glatt aus dem Furttal Richtung Norden ab (WETTSTEIN 1913). Im Raume der heutigen Altläufe bildeten sich Alluvialböden aus (HANTKE 1967). Die Glatt wurde 1819-30 und1898/99 zwischen Greifensee und Oberglatt kanalisiert, 1936-46 wurde das Kanalbett tiefer gelegt (JÄCKLI 1964). Dennoch ist der Wasserstand ganzjährig relativ hoch. Durch Wasserzufluss von Osten haben seit Jahrhunderten verlandete Altarme noch einen durchschnittlichen Wasserstand von 10 cm unter Flur, obwohl sie bis 100 m vom Glattkanal entfernt sind (KLÖTZLI 1969).

Vegetation: Die Altläufe der Glatt befinden sich in einem Gebiet ehemaliger Sumpf- und Auenwälder mit vereinzelten Streuwiesen. Heute werden grössere Flächen von Deponien, Baumschulen und Intensivkulturland eingenommen. Die Untersuchungsstelle 4 wurde im Peterli eingerichtet, am Nordrand einer Streuwiese, direkt im Bogen des angrenzenden Altlaufes, wo

sich ein *Carex riparia*-Bestand etabliert hat. Dieser wurde nie geschnitten. Die beiden Untersuchungsstellen 5 und 6 befinden sich im Schlosswinkel in einem *Carex paradoxa*- resp. *Carex elata*-Bestand, die einen nur unregelmässigen, in letzter Zeit wieder häufigeren Schnitt erfahren haben. Vom gleichen Ort stammen Vegetationsaufnahmen von KLÖTZLI (1969).

2.2.3. Mettmenhaslisee

Geologie, Hydrologie: Der Mettmenhaslisee wird als Toteissee angesehen, der auf lehmig-sandigem und sandig-kiesigem Grundmoränenmaterial in einem relativ kleinen Grundwasserbecken liegt. Er ist ein Grundwassersee, der wohl einige künstliche Drainagezuflüsse, jedoch keine natürlichen oberirdischen Zuflüsse besitzt. Zu- und Abfluss des Wassers sowie der Austausch zwischen dem Hauptsee und den Nebenseen verlaufen sehr langsam.

Vegetation: Die Verlandungszone des Mettmenhaslisees umfasst Wasserpflanzengesellschaften, Röhrichte, Erlenbruchwälder, Torfmoos-Föhrenwälder, Spierstaudengesellschaften und andere Riedwiesen (ZELLER et al. 1968). Das Gebiet ist von Intensivgrünland, Äckern und Aufforstungen umgeben. Die Untersuchungsstellen 7 und 8 wurden am Ostufer des Hauptsees, im Bereich der Grosseggen-Erlenbruchwälder installiert, wo *Carex paniculata*-Bestände ausgebildet sind. Hier hat nie eine Bewirtschaftung stattgefunden.

2.2.4. Nerer See

Geologie, Hydrologie: Der Nerer See wurde Ende der letzten Eiszeit gebildet und ist heute vollständig verlandet. Er liegt im ausgedehnten Torfriedbereich des Neeracher Rietes, mit welchem früher eine Verbindung bestand. Das Torfried wird gegen Norden von frühwürmeiszeitlichen Endmoränen begrenzt (HANTKE 1967). Der Wasserstand in den neu ausgehobenen Kanälen im verlandeten Nerer See wird am Ausfluss durch Aufstau reguliert.

Vegetation: Die Verlandungsvegetation reicht von Schilfröhricht über grossflächige Steifseggen- zu Kleinseggengesellschaften und relativ trockenen Pfeifengraswiesen. Düngungseinwirkungen zeigen sich stellenweise in der Ausbildung von Spierstaudengesellschaften (BURNAND 1972). Die Untersuchungsflächen wurden am Südwest-Rand des Riedgebietes eingerichtet.

Die Untersuchungsstelle 9 liegt in einem *Carex paradoxa*-Gürtel, der dem *Caricetum elatae* mit der Untersuchungsstelle 10 vorgelagert ist (KLÖTZLI 1967a und 1967b). Diese Grosseggenbestände wurden in den letzten fünfzig Jahren nur selten und stellenweise von Hand geschnitten. 1988 wurde das ganze Riet geschnitten.

2.2.5. Teich beim Nerer See

Geologie, Hydrologie: Die westlich des Nerer Sees gelegenen Fischteiche befinden sich im gleichen geologisch-hydrologischen Gebiet (s. Kap. 2.2.4.).

Vegetation: Die Fischteiche werden zur Karpfenaufzucht genutzt und sind nur am äussersten Rand mit Vegetation bewachsen. Es gedeihen vorwiegend Schilfröhricht und Bestände von *Carex riparia* (Untersuchungsstelle 11). Während der Untersuchungszeit wurden die *Carex riparia*-Bestände stellenweise geschnitten. Wahrscheinlich erfolgte ein solcher Schnitt bisher nur sehr unregelmässig.

2.2.6. Stadler See

Geologie, Hydrologie: Der Stadlersee ist ein Toteissee, der von den Endmoränen der Frühwürmeiszeit bei Stadel-Hochfelden umgeben ist.

Vegetation: Bei FRÜH und SCHRÖTER (1904) findet sich ein Schema der Verlandungszonen am Stadlersee. Schon damals war der Stadlersee zu einem grossen Teil verlandet. Heute sind auf der offenen Wasserfläche Schwimmblattgesellschaften mit Seerosen ausgebildet, während die Verlandungsvegetation vor allem dem *Caricetum elatae* zuzuordnen ist. Die Kontaktzone zum umliegenden Intensivkulturland weist Eutrophierungserscheinungen auf. Stellenweise ist auf und neben den hohen *Carex elata*-Bulten eine beginnende Verbuschung zu beobachten. Die Untersuchungsstelle 12 wurde am Nordufer des Sees in einem *Carex elata*-Bestand eingerichtet. Diese Steifseggenbestände wurden früher und werden auch zum jetzigen Zeitpunkt nicht bewirtschaftet.

2.2.7. Chernensee

Geologie, Hydrologie: Die kleine Mulde des Chernensees liegt ebenfalls im frühwürmeiszeitlichen Endmoränengebiet Stadel-Hochfelden.

Vegetation: FRÜH und SCHRÖTER (1904) zeigen ein Verlandungsschema des Chernensees mit *Carex elata*-Beständen. Neben offenen Wasserflächen werden auch heute beträchtliche Teile des Sees von hohen *Carex elata*-Bulten eingenommen. Am Südufer wurde die Untersuchungsstelle 13 im *Caricetum elatae* installiert.
1987 wurden grössere Entbuschungen durchgeführt. Die Steifseggenbestände wurden früher und werden auch jetzt nicht geschnitten. Der See ist rundherum von Intensivkulturland umgeben.

2.2.8. Greifensee

Geologie, Hydrologie: Der Greifensee liegt auf lehmigem Grundmoränenmaterial in einem Zungenbecken des Glattalgletschers, der nördlich des Sees hufeisenförmige Rückzugsmoränen abgelagert hatte (HANTKE 1967). Die spät- und postglazialen Sedimentschichten entsprechen dem von JUNG (1969) beschriebenen Normtypus für Mulden im Zürcher Oberland (von oben nach unten): Torf, Seekreide, Seebodenlehm, Grundmoräne.

Vegetation: Die Verlandungszone des Greifensees umfasst ausgedehnte Streuwiesen mit einem vielfältigen Vegetationsmosaik. Bestandteile davon sind Schwimmblattgesellschaften, Röhrichte, Steif- und Sumpfseggengesellschaften, Schneidebinsen- und Knotenbinsenbestände, Davallseggen-, Kopfbinsengesellschaften und Pfeifengraswiesen (ZOBRIST 1935, BURNAND und ZÜST 1976/77). Die Untersuchungsstelle 14 ist am Nordufer des Greifensees in einem kleinflächigen *Carex paradoxa*-Bestand lokalisiert, der von einem *Caricetum elatae* und von Gebüschgruppen begrenzt wird. Die Untersuchungsstelle 15 liegt am Südufer des Greifensees im Gebiet "Hostig" in einem mit *Carex riparia* durchsetzten *Carex elata*-Bestand. Diese Untersuchungsstellen wurde in den letzten fünfzig Jahren nur selten einmal bewirtschaftet.

2.2.9. Verenenrain

Geologie, Hydrologie: Das Drumlintälchen am Esel und am Chilenholz verläuft von Südosten nach Nordwesten und wird von einem Bach durchflossen. Vom ehemaligen, versumpften Talboden sind nur noch Überreste vorhanden.

Vegetation: Die Untersuchungsstelle 16 wurde am Westrand des Gebietes Verenenrain installiert, wo im *Caricetum elatae* vereinzelte *Carex paniculata*-Horste aufgekommen sind. Das Ried ist durch Verschilfung aufgrund mangelnder Pflege und durch das Aufkommen von Hochstauden infolge randlicher Düngungseinwirkungen beeinträchtigt. Es wurde sicher jahrzehntelang nicht mehr bewirtschaftet. Im Herbst 1988 wurde jedoch die gesamte Riedfläche geschnitten.

2.2.10. Ostufer des Pfäffikersees

Geologie, Hydrologie: Der Pfäffikersee liegt auf Grundmoränenmaterial des Glattalgletschers und wurde durch dessen Rückzugsmoränen bei Pfäffikon aufgestaut.

Vegetation: Die mit dem Robenhauser Riet zusammenhängende Verlandungszone umfasst ein reiches Mosaik aus Schwimmblattgesellschaft, Schilfröhricht, Steifseggenried, Sumpfseggenried, Davallseggenried, Kopfbinsenried, Übergangsmoor mit Behaartfrüchtiger Segge (*Carex lasiocarpa*) und Brauner Segge (*Carex fusca*), Pfeifengraswiese und Hochstaudenried. Die Umgebung ist neben Intensivkulturland stark von Verkehr und Siedlung geprägt (KLÖTZLI et al. 1973, BURNAND und ZÜST 1976/77).
Die Untersuchungsstellen 17A, 17B, 18A, 18B wurden im Grenzbereich der Gebiete "Birchen" und "Teilen" in Mischbeständen von *Carex elata* und *Carex paradoxa* eingerichtet. Diese Grosseggenbestände wurden vor diesen Untersuchungen nur sehr unregelmässig geschnitten.

2.2.11. Bläsimüli im Tösstal

Geologie, Hydrologie: Die Tösstal-Scholle weist eine lokale Bruchtektonik auf. So führt ein Grabenbruch von Russikon über Madetswil bis Wildberg, der mit der Risseiszeit in Verbindung gebracht werden dürfte (HANTKE 1967).
Im "Tobel" bei Ehrikon, das vom Mülibach durchflossen wird, hatte sich aus einem ausgelaufenen Teich ein Waldsumpf gebildet (BURNAND und ZÜST 1976/77).

Vegetation: In einem kleinflächigen *Carex paniculata*-Bestand wurde die Untersuchungsstelle 19 installiert. Dieser wird nicht bewirtschaftet.

2.2.12. Nordzipfel des Vogelholzriedes

Geologie, Hydrologie: Über Gutenswil, Volketswil bis Effretikon erstreckten sich Randmoränen des Glattalgletschers. Zwischen Effretikon, Lindau und Nürensdorf liegt über Mittelterrassenschotter eine kleine Drumlinlandschaft. Im Torfriedbereich der Drumlintälchen bei Effretikon befindet sich das Vogelholzried.

Vegetation: Der Nordzipfel des Vogelholzriedes liegt in einer von Wald und Weidengebüsch umgebenen Lichtung, die nordwestlich von der Autobahn begrenzt wird. Horste von *Carex paniculata* und *Carex elata* charakterisieren die Vegetation. Zwischen den ersteren wurde die Untersuchungsstelle 20, zwischen den letzteren die Untersuchungsstelle 21 eingerichtet. KLÖTZLI (1969) nahm die Vegetation im *Carex paniculata*-Bestand auf.
Beim Bau der Autobahn Zürich-Wintherthur wurde der Hauptteil des *Caricetum paniculatae* in eine zuvor künstlich verlängerte schattige Mulde des Feuchtgebietes verpflanzt. Es handelt sich hier also nicht um den natürlichen Standort dieser Pflanzengesellschaft, obwohl nur eine geringe lokale Verschiebung durchgeführt wurde. (Weitere Angaben zu Verpflanzung von Mooren: KLÖTZLI 1975, KLÖTZLI und KEEL 1976, KLÖTZLI 1980, KLÖTZLI 1981 u.a.). Das Vogelholzried wurde in den letzten fünfzig Jahren wahrscheinlich gar nicht bewirtschaftet.

2.2.13. Flachsee der Reuss

Geologie, Hydrologie: Die aargauische Reussebene südlich von Bremgarten entstand durch die Auflandung eines spätglazialen Reuss-Sees. Die ständigen Veränderungen im Laufe des Reussbettes und die damit verbundenen Überschwemmungen führten schon in der Mitte des 19. Jahrhunderts zu Flusskorrektionen (GRÜNIG 1987). Im Rahmen der Reusstal-Sanierung wurde 1975 mit dem neuen Kraftwerk Bremgarten-Zufikon ein Flachwasserbiotop zwischen Bremgarten und Rottenschwil errichtet (KESSLER 1977, KESSLER und MAURER 1979).

Vegetation: Umfassende Untersuchungen zur Enwicklung der Vegetation auf den aufgeschütteten Inseln im Flachseeareal wurden von GRÜNIG (1978) durchgeführt. Am Ufer des Flachsees, an einigen Stellen auf der linken Seite und vor allem auf beiden Seiten des Ausflusses entlang dem Hochwasser-

damm haben sich stellenweise *Carex paniculata* und *Carex elata* angesiedelt (MARTI 1984). Diese werden nicht geschnitten (Untersuchungsstelle 22).

2.2.14. Étangs de Rougeat

Geologie, Hydrologie: Die zur Fischzucht genutzten Weiher der Étangs de Rougeat befinden sich in einer schmalen, zwischen Gehängelehmschichten eingesenkten quartären Alluvialebene. Ende Mai wird das Wasser aus den Weihern jeweils abgelassen und im Dezember wieder aufgestaut.

Vegetation: In den beiden ganz von Wald umschlossenen untersuchten Weihern entwickelt sich ab Juni ein rasiger *Carex elata*-Bestand, in welchem stellenweise *Carex vesicaria*-Herden eingegliedert sind (Untersuchungsstellen 23-26). Im Herbst werden die Flächen geschnitten. KOCH und KUNZ (1954) machten hier den Neufund für die Schweiz von *Bidens radiata* Thuill.

2.2.15. Étang de Bavelier

Geologie, Hydrologie: Die vorherrschenden Gesteinsformationen in diesem Gebiet sind Mergel des Dogger sowie Oxford-Knollen. Das von der Rivière de Bavelier entwässerte Tal hat einen Alluvialboden, der beidseitig über eine Zone von quartären Verwitterungslehmen in Schutthänge übergeht. Vom Stauteich der Mühle Bavelier existieren seit Mitte des 15. Jahrhunderts schriftliche Zeugnisse.

Vegetation: Die Verlandungszone des Étang de Bavelier umfasste 1977 nach der Kartierung von JACQUAT (1980) verschiedene Wasserpflanzen- und Grosseggengesellschaften (*Equisetum fluviatile*-Assoziation, *Sparganio-Glycerion fluitanti, Caricetum ripariae, Caricetum gracilis, Caricetum vesicariae, Caricetum paniculatae*). Die dem *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstelle 27) wasserseits vorgelagerten Pflanzengesellschaften wurden zur Untersuchungszeit nicht mehr vorgefunden, was wahrscheinlich auf eine Hebung des Wasserspiegels durch einen höheren Aufstau des Teiches zurückzuführen ist. Die Riedfläche wird jeweils im Herbst geschnitten.

2.2.16. Étang de Lucelle

Geologie, Hydrologie: Dieses Gebiet liegt ebenfalls im Bereich von Dogger-Mergel und Oxford-Knollen, während der von der Lucelle gespiesene Stau-

teich einem Alluvialboden aufliegt. Dieser wurde schon im 12. Jahrhundert aufgestaut und dient noch heute der Fischzucht. Der See wird regelmässig vom Wasser entleert.

Vegetation: Der Verlandungsgürtel wird zu einem grossen Teil von einem *Caricetum ripariae* gebildet, dem stellenweise ein *Equisetum fluviatile*-Bestand, ein *Phalaridetum arundinaceae* und ein *Phragmitetum communis* vorgelagert sind. Auf der Landseite des *Caricetum ripariae,* d.h. südlich angrenzend, befinden sich ein *Carex acutiformis*-Bestand und Ausbildungen eines *Caricetum gracilis* (JACQUAT, 1980). Dieser *Carex riparia*-Bestand (Untersuchungsstelle 28) wurde wahrscheinlich nie geschnitten.

2.2.17. Südufer des Neuenburgersees

Geologie, Hydrologie: Nach dem Rückzug des Rhonegletschers wurde durch die Endmoräne bei Solothurn ein See aufgestaut, welcher bis La Sarraz reichte. Wegen des allmählichen Abtrages der Endmoräne sank der Seespiegel langsam ab. Es bildete sich eine ausgedehnte Sumpflandschaft, das Seeland, welches noch einige Male überflutet wurde. Die erste Juragewässerkorrektion, die 1868 bis 1889 durchgeführt wurde, bezweckte die Melioration des Seelandes zur landwirtschaftlichen Nutzung durch eine Senkung und Regulierung des Seespiegels sowie weitere Entwässerungsarbeiten. Infolge der Seespiegelabsenkung wurden am Südufer des Neuenburgersees die ständig untergetauchten Flachwasserbereiche freigelegt, welche heute mit rund 1500 ha das grossflächigste zusammenhängende Feuchtgebiet der Schweiz darstellen. Es befindet sich zum grössten Teil im Bereich der Molasse (Aquitanien und Burdigalien) und auf meist schwach durchlässigen Seeablagerungen (BUTTLER et al. 1985).

Vegetation: Die Vegetation am Südufer des Neuenburgersees und ihre ausgeprägte Abfolge vom seeseitigen Schilfröhricht über Gross- und Kleinseggengesellschaften bis zum Eschenwald wurde von verschiedenen Autoren beschrieben (BERSET 1951, KELLER 1969/70, PRADERVAND 1981, ROULIER 1983, BUTTLER et al. 1985, BUTTLER 1987, BUTTLER und GALLANDAT 1989, BUTTLER 1990, BUTTLER und GOBAT 1991). Die Vegetation am Südufer des Neuenburgersees wird seit 10 Jahren in einem dreijährigen Intervall geschnitten. Vorher erfolgte die Bewirtschaftung nur sehr unregelmässig. Im *Caricetum ripariae* wurden die Untersuchungsstellen 29 - 31 eingerichtet.

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.

4. ERGEBNISSE

4.1. VEGETATION

4.1.1. Vegetationszusammensetzung der Untersuchungsstellen

In Tab. 4 sind die Vegetationsaufnahmen nach Charakter- und Differentialarten geordnet dargestellt.
Die Aufnahmegruppe 1 umfasst Grosseggenbestände mit *Carex paniculata* als Charakterart (Differentialartengruppe 1). *Carex elata* und *Carex acutiformis* sind in allen Aufnahmen enthalten. Weiter tritt die Differentialartengruppe 4 in dieser Aufnahmegruppe auf. Nach KLÖTZLI (1969) kann sie zum *Caricetum paniculatae* gezählt werden.
In der zweiten Gruppe sind ebenfalls von *Carex paniculata* geprägte Aufnahmen zusammengefasst. *Carex acutiformis* ist nur noch in der Aufnahme 19 vertreten, *Carex elata* kommt gar nicht vor. Von der Aufnahmegruppe 1 unterscheidet sie sich auch durch die zusätzliche Differentialartengruppe 3 mit *Filipendula Ulmaria*. Mit der Charakterart *Carex paniculata* zählt auch diese Aufnahmegruppe zum *Caricetum paniculatae,* doch sind viele ungewöhnliche Begleitarten vorhanden, welche auf gestörte Standortsverhältnisse hinweisen.
Die Aufnahmegruppe 3 ist durch die Differentialartengruppe 2 mit der Charakterart *Carex paradoxa* gekennzeichnet. Die Differentialartengruppen 3 und 4 sind ebenfalls vertreten. Es handelt sich um Mischbestände von *Carex paradoxa* und *Carex elata.* Einzig die Aufnahme 9 ist ein reiner *Carex paradoxa*-Bestand. Bei dieser Aufnahmegruppe handelt es sich gemäss KLÖTZLI (1969) um das *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante (=*Carex appropinquata*-Variante).
Die Aufnahmegruppe 4 enthält *Carex elata*-Bestände, welche nur durch die Differentialartengruppe 4 geprägt sind. Sie können dem *Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante zugeordnet werden.
In der Aufnahmegruppe 5 sind die *Carex elata*-Bestände aus dem Étang de Rougeat zusammengestellt, welche sich durch das Vorkommen von *Carex vesicaria* (Differentialartengruppe 5) auszeichnen. Mit dieser Charakterart zählen sie nach KLÖTZLI (1969) zum *Caricetum vesicariae.*
Die Aufnahmegruppe 6 umfasst zwei durch *Typhoides arundinacea* (Differentialartengruppe 6) gekennzeichnete *Carex elata*-Bestände. Nach KLÖTZLI

Tab. 4. Vegetationstabelle nach subjektiver Klassifikation.
Subjective classification of vegetation.
Aufnahmegruppe/*sample group* 1: *Caricetum paniculatae,* 2: *Caricetum paniculatae* gestört/*disturbed,* 3: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante/*variant,* 4: *Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante/*typical variant,* 5: *Caricetum vesicariae,* 6: *Caricetum elatae typicum,* 7: *Caricetum ripariae.*

	Aufnahmegruppe		1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	7
	Aufnahmenummer		8	7	6	0	2	7	9	4	8	3	5	9	2	7	6	0	1	5	1	6	4	3	5	2	3	0	1	8	1	9	4
C	CAREX PANICULATA	1	2	3	4	3	3	5	2																								
D	CAREX ACUTIFORMIS	1	2	2	1	1			1			1									+												
D	RUBUS CAESIUS	1	+	1			1																										
C	CAREX PARADOXA	2								3	3	4	4	4	4	3	2	2															
D	CIRSIUM PALUSTRE	2								+	+	+	+						+														
D	SYMPHYTUM OFFICINALE	2								2			1		+		1		+														
D	LOTUS ULIGINOSUS	2					+			1	1	+		1					+														
D	FILIPENDULA ULMARIA	3					2	2		+	1	1		2	1				1											1			
D	POA TRIVIALIS	3							+	+	+		+												1								
D	GALIUM ALBUM	3						+			1		2				2																
D	EQUISETUM PALUSTRE	3						+		+	1					1																	
D	CALLIERGONELLA CUSPIDATA	4	1		+	+		1		+	1	+		1	2	1		1		1	+												
D	PEUCEDANUM PALUSTRE	4				+	+			1	1	1	2		1	1	2	1	1	1													
D	SCUTELLARIA GALERICULATA	4		+	1	+	+			1					+		1		+		1				1			+					
D	MENTHA AQUATICA	4		+	+		1	1		1		1				1			1	1			+										
D	COMARUM PALUSTRE	4	1								+					1					+												
C	CAREX VESICARIA	5																				2	+	1	3								
D	RANUNCULUS FLAMMULA	5																				1	1	1									
D	VERONICA BECCABUNGA	5																				1	1	1									
D	RANUNCULUS REPENS	5																				2	1		2								
D	TYPHOIDES ARUNDINACEA	6																								3	2	2	2	+			
C	CAREX RIPARIA	7																		1								5	4	5	5	5	3
D	LEMNA MINOR	7																														1	2
C	CAREX ELATA	8	2	1	3	2				3	3	1	2		1	3	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	1					
	LYSIMACHIA VULGARIS	8	1	+		2				2	1	1	2	1	2		1	1	+	1	+				+	+	+	+					
	LYTHRUM SALICARIA	8		+	1	+				1	+			1	+	1	+	+	1	+	+	+	1	2	1	+	+	+	+		1	1	
	PHRAGMITES COMMUNIS	8	3	3	2					1	1	2		2	2	1		2	2	1								2		1			
	GALIUM PALUSTRE	8				+	+					+			+				1		1		1	1	+			+					
	MYOSOTIS PALUSTRIS	8					1					1	+										1	1	1								
	LYCOPUS EUROPAEUS	8													1				1			+	1		1								
	IRIS PSEUDACORUS	8					1		+				+	+														1					
	EQUISETUM LIMOSUM	8	+	+							+					1																	2
	SALIX CINEREA	8								2	2	+															+						
	CALTHA PALUSTRIS	8					+	1			+																			1			
	LASTREA THELYPTERIS	8	1	3						2		1																					
	POLYGONUM LAPHATIFOLIUM	8						1														1			2								
	GALIUM ELONGATUM	8								2										2		1											
	CAREX ROSTRATA	8				1											1				+												
	MOLINIA COERULEA	8						+				+		1																			
	EPILOBIUM HIRSUTUM	8					1	+																								+	
	CLIMACIUM DENDROIDES	8	+												+	+																	
	CAREX ELONGATA	8				2															1												
	EUPATORIUM CANNABINUM	8									+	+																					
	IMPATIENS NOLI-TANGERE	8							2				2																				
	STACHYS PALUSTRIS	8											1				1																
	FRANGULA ALNUS	8									2						+																
	CONVOLVULUS SEPIUM	8	+	+																													
	TYPHA LATIFOLIA	8																			+								2				
	URTICA DIOECA	8							2																				+				
	MENYANTHES TRIFOLIATA	8									2					3																	
	SPHAGNUM FALLAX	8									2					2																	
	VICIA CRACCA	8					+			+																							
	EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM	8									+	1																					
	SCIRPUS SILVATICUS	8						1	2																								
	GALIUM APARINE	8						+	2																								
	MENTHA LONGIFOLIA	8						1	2																								
	JUNCUS INFLEXUS	8						1		1																							
	CREPIS PALUDOSA	8						+					+																				

Legende/*key:* C= Charakterart/*caracteristic species,* D= Differentialart/*differentiating species.*

Pflanzenarten, die nur einmal notiert wurden: Ribes nigrum 8:+, Juncus subnodulosus 16:1, Campylium stellatum 16:+, Polytrichum commune 16:+, Festuca pratensis 22:1, Epilobium parviflorum 22:1, Berula erecta 22:1, Carex hirta 22:+, Polygonum amphibium 22:+, Stellaria aquatica 22:+, Potentilla reptans 22:+, Taraxacum officinale 22:+, Angelica silvestris 27:1, Cirsium oleraceum 27:1, Colchicum autumnale 27:1, Deschampsia caespitosa 27:+, Geum urbanum 27:+, Primula elatior 27:+, Parnassia palustris 27:+, Chrysosplenium alternifolium 19:2, Juncus effusus 19:1, Impatiens glandulifera 19:1, Circaea lutetiana 19:1, Cardamine amara 19:1, Rubus sp. 19:1, Scrophularia alata 19:+, Thalictrum aquilegiifolium 14:+, Riccardia latifrons 14:+, Potentilla erecta 3:+, Solidago serotina 5:2, Scrophularia nodosa 5:1, Valeriana officinalis 5:+, Hypericum perforatum 5:+, Galium uliginosum 9:2, Holcus lanatus 9:1, Poa pratensis 9:1, Drepanocladus revolvens 2:+, Agrostis canina 2:+, Carex flava 17:1, Juncus compressus 17:+, Succisa pratensis 6:+, Senecio paludosus 15:2, Drepanocladus aduncus 15:1, Ranunculus nemorosus 24:2, Rorippa amphibia 25:+, Thalictrum flavum 30:1, Betonica officinalis 30:1, Viburnum opulus 29:1, Fraxinus excelsior 29:1, Solanum dulcamara 29:+.

(1969) können sie dem *Caricetum elatae typicum* zugeordnet werden.
Die Aufnahmegruppe 7 enthält *Carex riparia*-Bestände, welche aufgrund der Charakterart *Carex riparia* (Differentialartengruppe 7) zum *Caricetum ripariae* zählen. Zum Teil kommt auch *Typhoides arundinacea* vor.
Folgende Aufnahmen stammen je vom gleichen Ort, sind durch das Vorkommen *einer* bestimmten *Carex*-Art charakterisiert und befinden sich in der Vegetationstabelle in jeweils derselben Gruppe: Aufnahmen 7 und 8 (*Carex paniculata*-Bestände, Mettmenhaslisee), Aufnahmen 23 - 26 (Mischbestände von *Carex elata* und *Carex vesicaria*, Étang de Rougeat). Die Aufnahmen 2 und 3 (Katzensee), 5 und 6 (Glattaltläufe), 9 und 10 (Nerer See), 17 und 18 (Pfäffikersee Ost) sind aufgrund des Vorkommens von *Carex paradoxa* alle in der Aufnahmegruppe 3 untergebracht.
Die Aufnahme 1 (*Carex elata*-Bestand, Katzensee) ist wegen des Fehlens von *Carex paradoxa* nicht in dieselbe Aufnahmegruppe wie die Aufnahmen 2 und 3 (*Carex paradoxa* dominant, Katzensee) eingeteilt, obwohl die übrige Artenzusammensetzung einige Ähnlichkeiten aufweist.
Die Aufnahme 4 (*Carex riparia*-Bestand, Glattaltläufe) zeigt grosse Unterschiede in der Artenzusammensetzung gegenüber den Aufnahmen 5 und 6 (Mischbestände von *Carex paradoxa* und *Carex elata,* Glattaltläufe), so dass eine andere Gruppenzuteilung gerechtferigt erscheint. Dasselbe gilt für die Aufnahme 11 (*Carex riparia*-Bestand, Nerer See) im Vergleich zu den Aufnahmen 9 und 10 (Mischbestände von *Carex paradoxa* und *Carex elata,* Nerer See). Verschiedenen Gruppen werden auch die Aufnahme 20 (*Carex paniculata*-Bestand) und die Aufnahme 21 (*Carex elata*-Bestand) aus dem Vogelholz zugeordnet.
Alle von *Carex riparia* dominierten Aufnahmen stammen aus verschiedenen Untersuchungsgebieten und sind in einer Aufnahmegruppe zusammengefasst.
Das wichtigste Kriterium bei dieser Gruppenzuteilung ist die Dominanz der namengebenden *Carex*-Art oder das Vorkommen einer anderen *Carex*-Art neben *Carex elata,* während die übrige Artenzusammensetzung weniger ins Gewicht fällt.

4.1.2. Ähnlichkeitsverhältnisse der Vegetationsaufnahmen

In Fig. 2 sind die Ähnlichkeitsverhältnisse der Vegetationsaufnahmen 1-31 nach multivariaten Analysen (Gruppierungs- und einer Hauptkomponentenanalysen) mit einer starken Gewichtung der vorherrschenden *Carex*-Arten

(w=2) dargestellt. Die Aufnahmegruppe 1 enthält die *Carex riparia*-Bestände, die Gruppe 2 umfasst die von *Carex elata* dominierten Aufnahmen. In der Gruppe 3 sind die von *Carex paradoxa* geprägten Aufnahmen vorzufinden. Die Aufnahmegruppe 4 enthält alle *Carex paniculata*-Bestände.
Die Ähnlichkeitsverhältnisse der Vegetationsaufnahmen 1-31 mit einer Transformation der Deckungswerte, die die dominanten Grosseggenarten schwächer gewichtet (w=0.5), sind in Fig. 3 dargestellt. Eine gute Abtrennung ist für die Gruppe 1 (*Carex riparia*-Bestände), die Gruppe 7 (*Carex paniculata*-Bestände ohne *Carex elata*), die Gruppe 2 (reine *Carex elata*-Bestände) sowie die Gruppe 3 (*Carex elata*-Bestände mit *Carex vesicaria*) ersichtlich. Diese Gruppen stimmen auch mit den Gruppierungen der Vegetationstabelle (Tab. 4) überein.

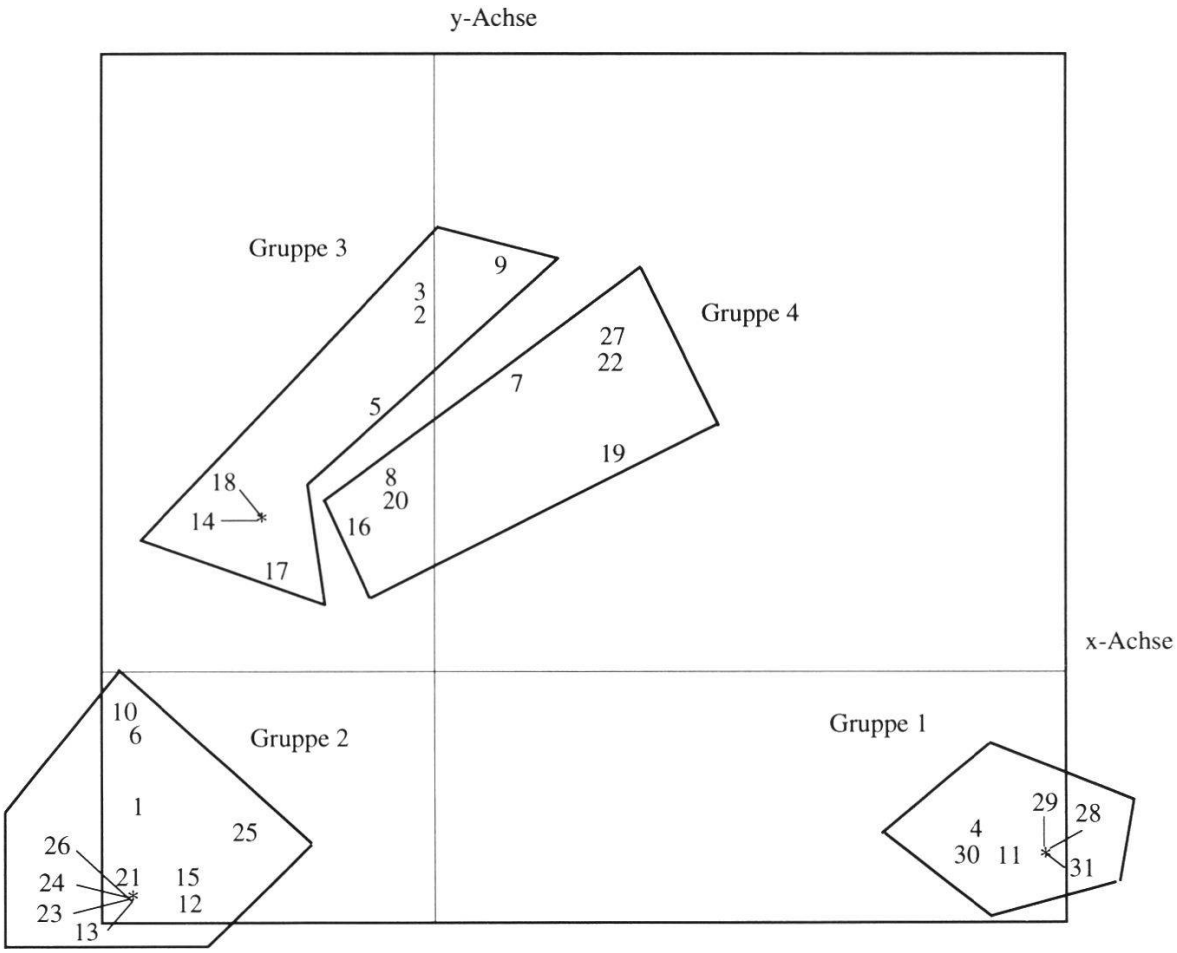

Fig. 2. Ordination der Vegetationsaufnahmen 1-31 nach Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalyse. Transformation der Deckungswerte +, 1 - 5: 1 - 6: $y = x^w$, w = 2.
Graph of vegetation samples 1-31 after clustering and principal component analysis. Transformation of the covering values +, 1 - 5: 1 - 6: $y = x^w$, w = 2.

Der Gruppe 6 (*Carex paniculata*-Bestände mit *Carex elata*) ist im Gegensatz zur Vegetationstabelle noch die Aufnahme 21 (*Carex elata*-Bestand, Vogelholz) zugeordnet. Die Gruppe 5 entspricht der Gruppe der *Carex paradoxa-Carex elata*-Mischbestände der Vegetationstabelle mit den zusätzlichen Aufnahmen 1 (*Carex elata*-Bestand) und 15 (*Carex elata*-Bestand mit *Carex riparia*). Die Aufnahmen 5 und 6 (*Carex elata,* resp. *Carex paradoxa* dominant, Glattaltläufe) bilden eine separate Gruppe. Diese Gruppe 4 sowie die Zuordnung der Aufnahme 21 (*Carex elata*-Bestand, Vogelholz) in die Gruppe 6, wo sich die Aufnahme 20 (*Carex paniculata*-Bestand, Vogelholz) befindet, weisen auf Autokorrelationen zwischen Aufnahmen aus den gleichen Lokalitäten hin.
Die Ähnlichkeitsverhältnisse der Vegetationsaufnahmen mit gleicher Gewich-

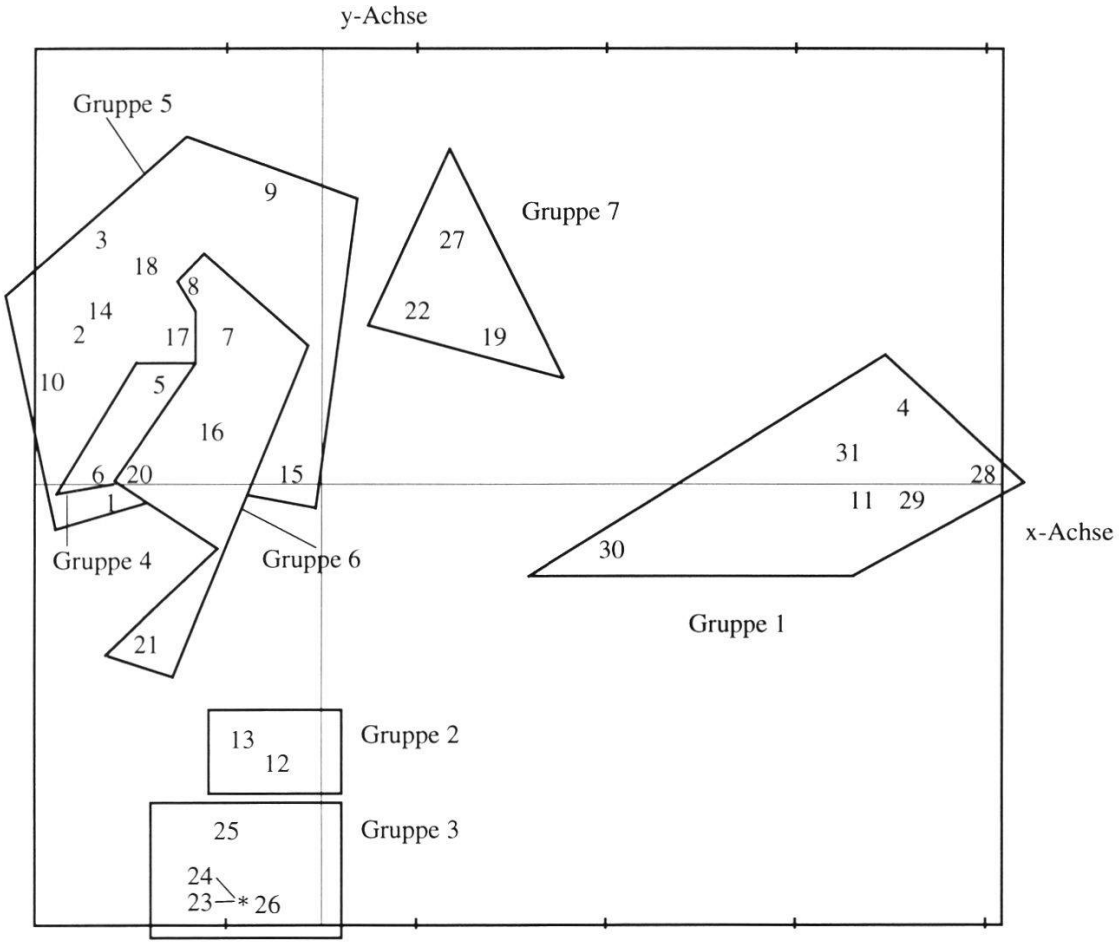

Fig. 3. Ordination der Vegetationsaufnahmen 1-31 nach Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalyse. Transformation der Deckungswerte +, 1 - 5: 1 - 6: $y = x^w$, w = 0.5.
Graph of vegetation samples 1 - 31 after clustering and principal component analysis. Transformation of the covering values +, 1 - 5: 1 - 6: $y = x^w$, w = 0.5.

tung aller Arten (w=0) sind in Fig. 4 dargestellt. Dieses Verfahren erlaubt eine Abschätzung, wieweit die untersuchten Grosseggenbestände durch die gesamte Artenzusammensetzung, abgesehen von der vorherrschenden *Carex*-Art, charakterisiert werden.

Die einzelnen Aufnahmegruppen sind im Vergleich zur Fig. 3 weniger deutlich voneinander abgetrennt. Eine Identifikation von Ausreissern zeigte, dass die Aufnahmen 19, 22 und 27 am meisten vom übrigen Datensatz abweichen. Dabei handelt es sich um *Carex paniculata*-Bestände, deren Artenzusammensetzung stark von der umgebenden Vegetation geprägt ist.

In der in Fig. 5 dargestellten Ordination wurden diese Ausreisser sowie die beiden deutlich abtrennbaren Aufnahmegruppen 1 und 4 aus Fig. 4 nicht mehr in die Analysen miteinbezogen. Auf diese Weise wird die Datenstruktur der übrigen Vegetationsaufnahmen deutlicher ersichtlich.

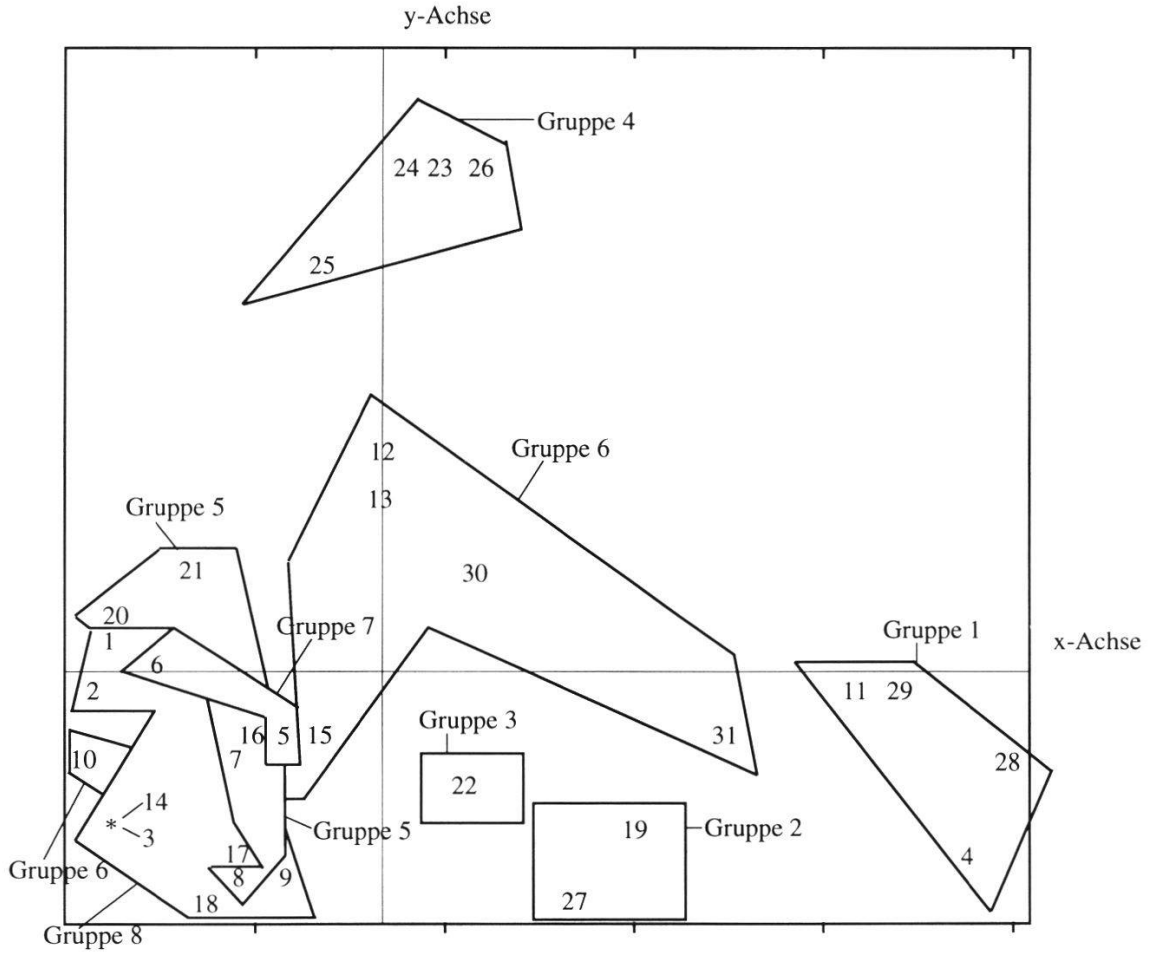

Fig. 4. Ordination der Vegetationsaufnahmen 1-31 nach Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalyse. Transformation der Deckungswerte +, 1-5: y = 1.
Graph of vegetation samples 1-31 after clustering and principal component analysis. Transformation of the covering values +, 1-5: y = 1.

Die klar abgegrenzte Aufnahmegruppe 1 in Fig. 5 enthält vorwiegend *Carex paniculata*-Bestände, aber auch einen *Carex elata*-Bestand (Aufnahme 21), welcher im gleichen Untersuchungsgebiet liegt wie die Aufnahme 20.
Die Gruppe 2 wird von *Carex riparia*-Beständen sowie von einem *Carex elata*-Bestand mit *Carex riparia* und einem *Carex elata*-Bestand mit *Carex paradoxa* gebildet.
Die Aufnahmegruppen 3 und 4 enthalten je zwei Aufnahmen aus denselben Untersuchungsgebieten mit *Carex elata- Carex paradoxa*-Mischbeständen.
Die Aufnahmegruppe 5 umfasst *Carex elata-* und *Carex paradoxa*-Bestände sowie Mischbestände dieser beiden Arten.
Die Aufnahmegruppe 6 schlussendlich enthält zwei deutlich von den übrigen Aufnahmen abgegrenzte *Carex elata*-Bestände.

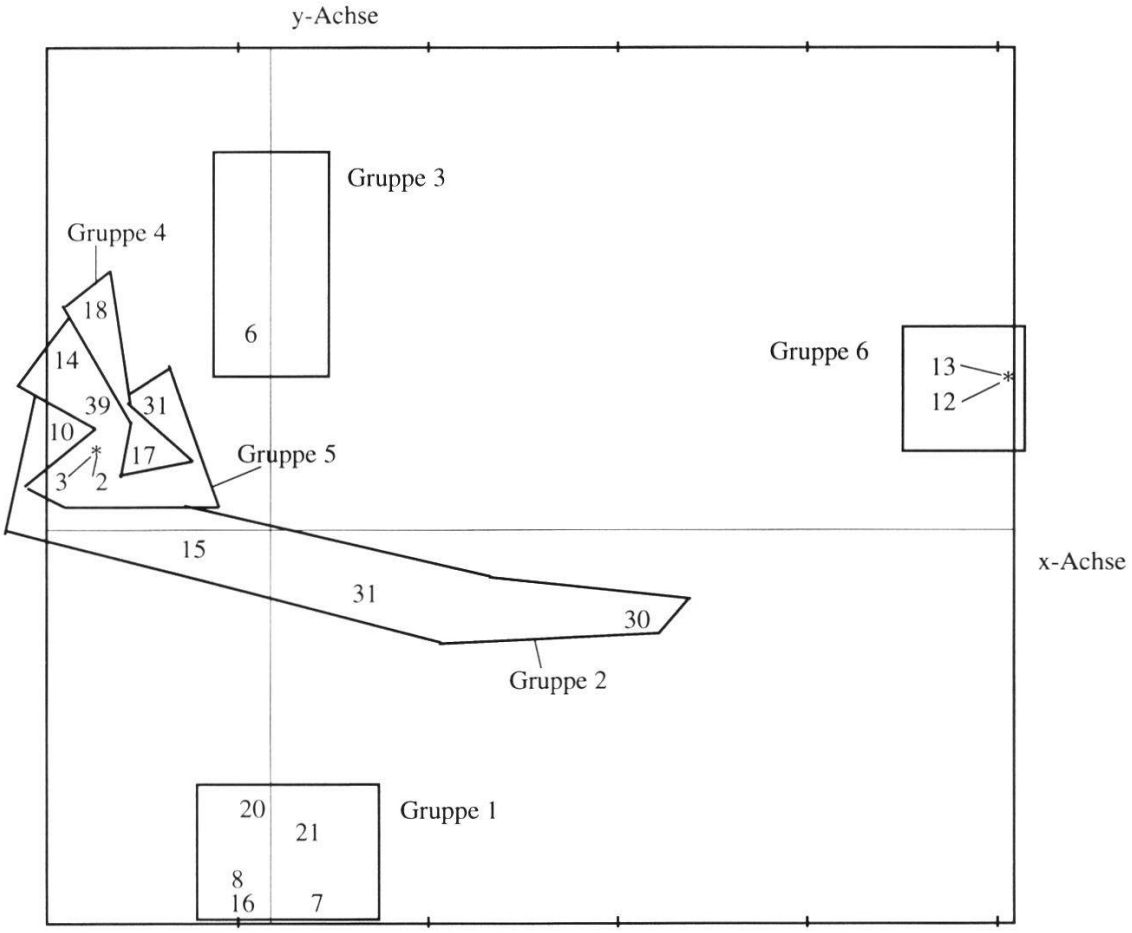

Fig. 5. Ordination der Vegetationsaufnahmen 1-3, 5-10, 12-18, 20, 21, 30, 31 nach Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalyse. Transformation der Deckungswerte +, 1-5: y = 1.
Graph of vegetation samples 1-3, 5-10, 12-18, 20, 21, 30, 31 after clustering and principal component analysis. Transformation of the covering values +, 1-5: y = 1.

Bei der Auswertung der Standortsuntersuchungen wird sowohl auf die pflanzensoziologischen Grosseggengesellschaften als auch auf die Grosseggen-Dominanzbestände Bezug genommen.

4.1.3. Biomasse und Nährstoffgehalt der *Carex*-Arten

Bei den nachfolgend aufgeführten Resultaten handelt es sich um Mittelwerte der Biomasse und der Nährstoffgehalte der einzelnen *Carex*-Arten aller Untersuchungsstellen, wo diese Arten dominant auftreten (Tab. 8 im Anhang).

In Fig. 6.1 sind die Gesamtstickstoff-Gehalte dargestellt. Sie reichen von 0.5 bis 1.5% der Trockensubstanz (T.S.). Gesamthaft gesehen weist *Carex paniculata* etwas erhöhte Stickstoff-Gehalte auf gegenüber den übrigen untersuchten *Carex*-Arten. Die Stickstoff-Gehalte in den Wurzeln sind bei allen vier Arten jeweils etwas geringer als in den oberirdischen Pflanzenteilen. Die Stickstoff-Werte in den oberirdischen Pflanzenteilen sind im Oktober 1988 tiefer als im Juli 1987.
Die durchschnittlichen Gehalte an $C_{org.}$ liegen im Bereich von 39 bis 49% T.S. In bezug auf die einzelnen *Carex*-Arten sind keine wesentlichen Unterschiede auszumachen.

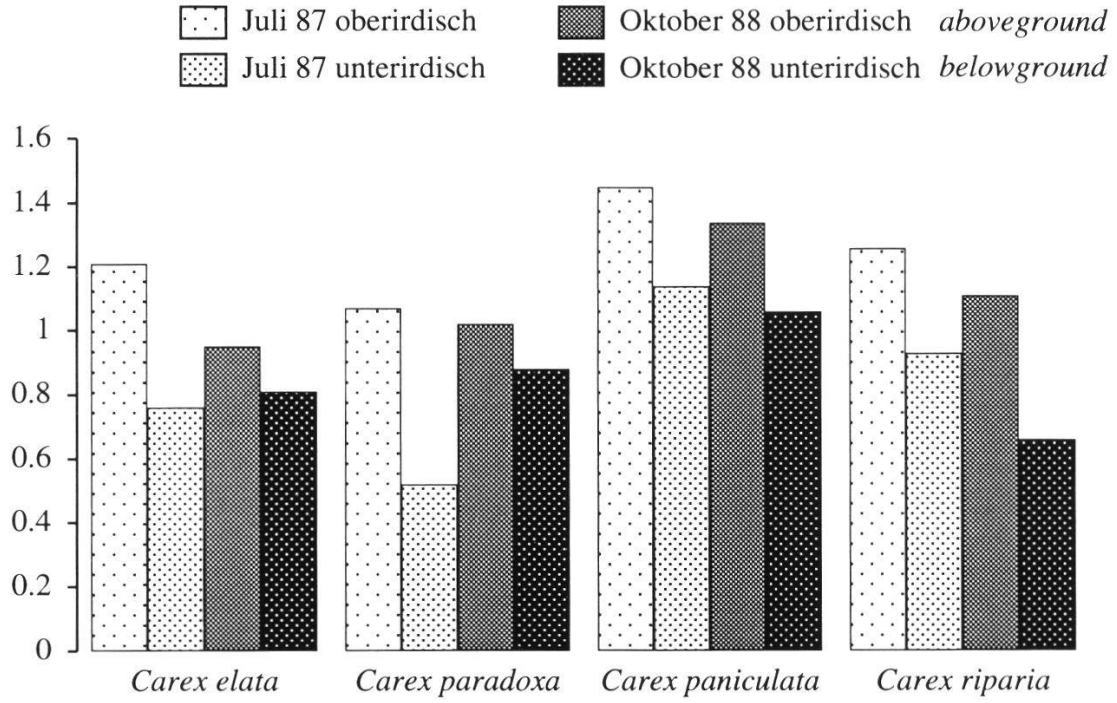

Fig. 6.1. Durchschnittliche Gesamtstickstoff-Gehalte (% der Trockensubstanz).
Average total nitrogen content (% dry substance).

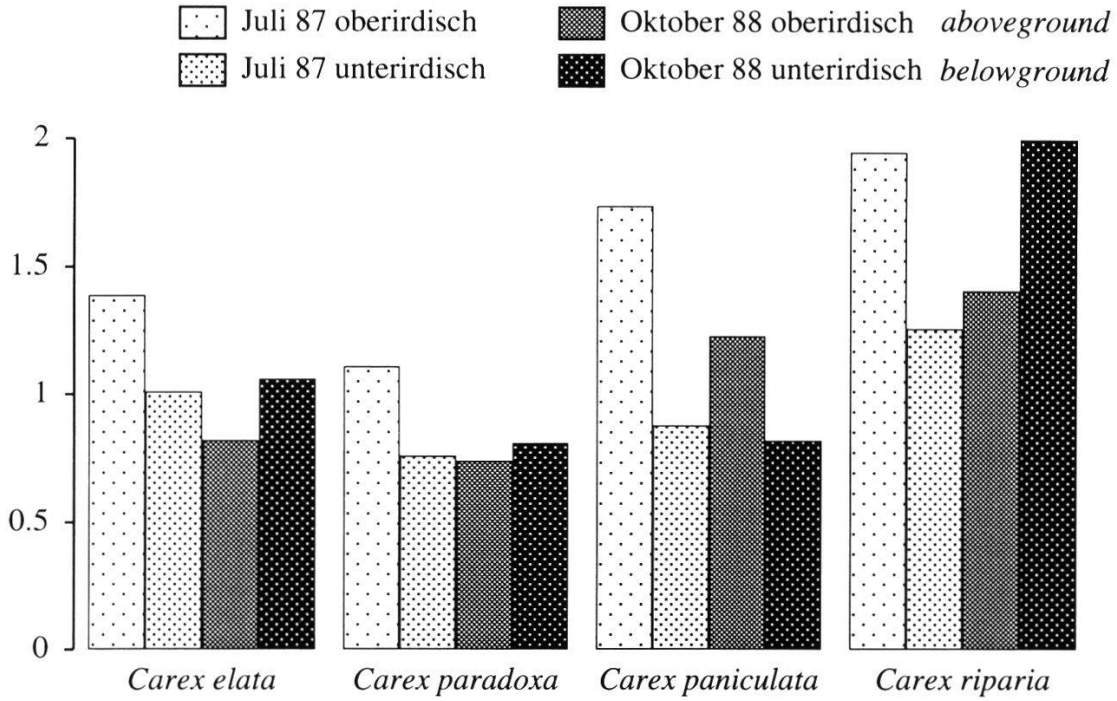

Fig. 6.2. Durchschnittliche Gesamtphosphor-Gehalte (‰ der Trockensubstanz).
Average total phosphor content (% dry substance).

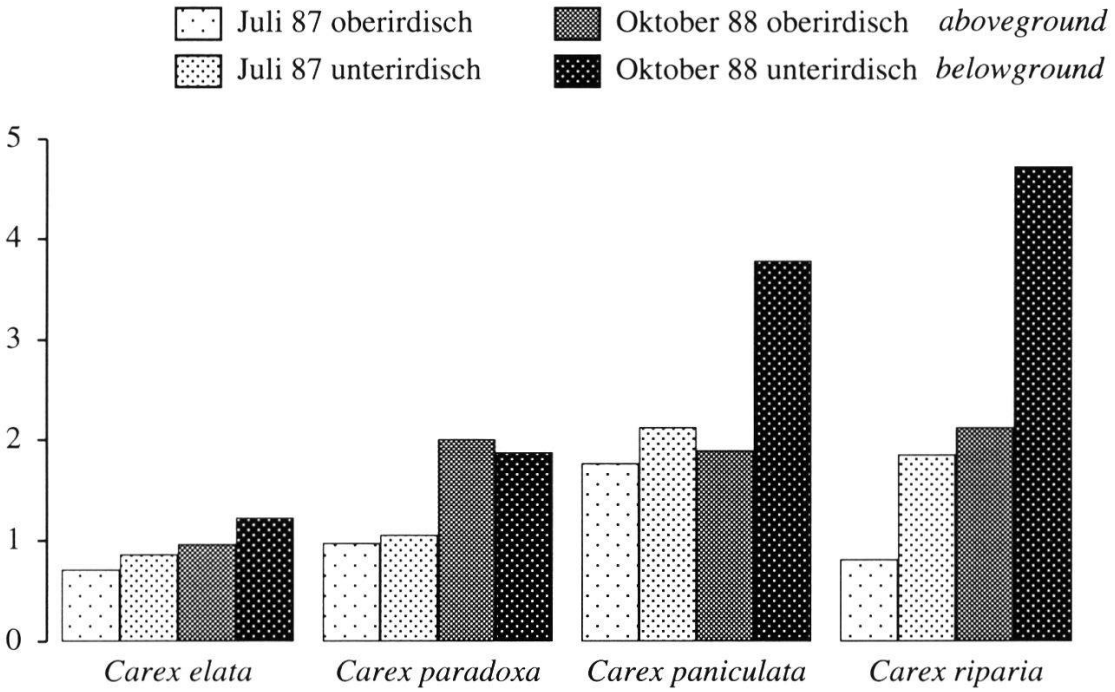

Fig. 6.3. Durchschnittliche Calcium-Gehalte (% der Trockensubstanz).
Average total calcium content (% dry substance).

Die durchschnittlichen Gehalte an Gesamtphosphor betragen 0.76 bis 1.95‰ T.S. (Fig. 6.2). Im Juli 1987 sind diese in den oberirdischen Pflanzenteilen deutlich höher als in den Wurzeln. Im Oktober 1988 hat sich die Situation bei *Carex elata*, *Carex paradoxa* und *Carex riparia* zugunsten der Wurzeln verschoben. Gesamthaft gesehen lässt sich bei den *Carex*-Arten eine Zunahme des Gesamtphosphor-Gehaltes in der Reihenfolge *Carex paradoxa* < *Carex elata* < *Carex paniculata* < *Carex riparia* feststellen.
Die durchschnittlichen K-Gehalte liegen zwischen 0.2 bis 2.2% T.S. mit allgemein höheren Werten in den oberirdischen Pflanzenteilen und tieferen Werten in den Wurzeln. Sie nehmen vom Juli 1987 zum Oktober 1988 ab. Der Vergleich der vier *Carex*-Arten zeigt, dass *Carex paradoxa* geringere K-Konzentrationen als *Carex elata* und *Carex paniculata* enthält, die nicht bedeutend voneinander abweichen. Bei *Carex riparia* lassen sich die höchsten Werte nachweisen.
Die Mittelwerte der Na-Gehalte reichen von 0.0004 bis 0.11% T.S. Sie sind in den Wurzeln deutlich höher als in den oberirdischen Pflanzenteilen. *Carex riparia* zeigt durchwegs die höchsten Na-Gehalte.
Die durchschnittlichen Ca-Gehalte liegen zwischen 0.7 bis 4.7% T.S. (Fig. 6.3). Von Juli 1987 bis Oktober 1988 nehmen die Ca-Gehalte in den oberirdischen Pflanzenteilen zu (Ausnahme: *Carex paradoxa* mit Abnahme im August 1988, erst dann Zunahme im Oktober 1988). In den Wurzeln sind die Ca-Gehalte höher als in den oberirdischen Pflanzenteilen, ausser bei *Carex paradoxa* im Oktober 1988. Bei *Carex elata* sind die niedrigsten Ca-Gehalte zu verzeichnen.
Die Durchschnittsgehalte von Mg sind in Fig. 6.4 aufgezeigt. Sie liegen im Bereich von 0.11 bis 0.32% T.S. Mit vorgerückter Jahreszeit ist bei allen Arten der Mg-Gehalt in den oberirdischen und den unterirdischen Pflanzenteilen höher als während der Vegetationszeit. Im Gegensatz zu den übrigen drei *Carex*-Arten hat *Carex riparia* in den Wurzeln die höheren Mg-Gehalte als in den oberirdischen Pflanzenteilen (ebenso *Carex elata* im Oktober 1988 in den Wurzeln der Bodenschicht C). Insgesamt weist *Carex elata* die niedrigsten Mg-Gehalte auf.
Die durchschnittlichen Mn-Gehalte befinden sich im Bereich von 0.013 bis 0.057% T.S.
Die durchschnittlichen Fe-Gehalte liegen zwischen 0.03 bis 1.83% T.S. Sie sind in den Wurzeln deutlich höher als in den oberirdischen Pflanzenteilen, besonders im Oktober 1988.

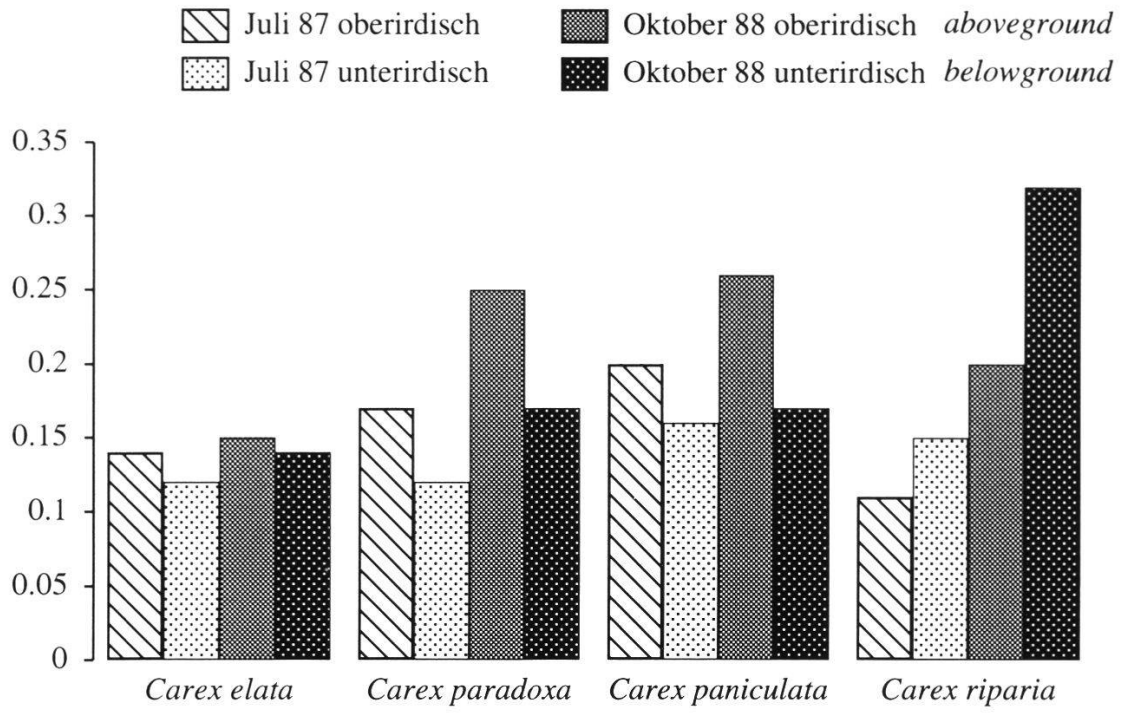

Fig. 6.4. Durchschnittliche Magnesium-Gehalte (% der Trockensubstanz).
Average total magnesium content (% dry substance).

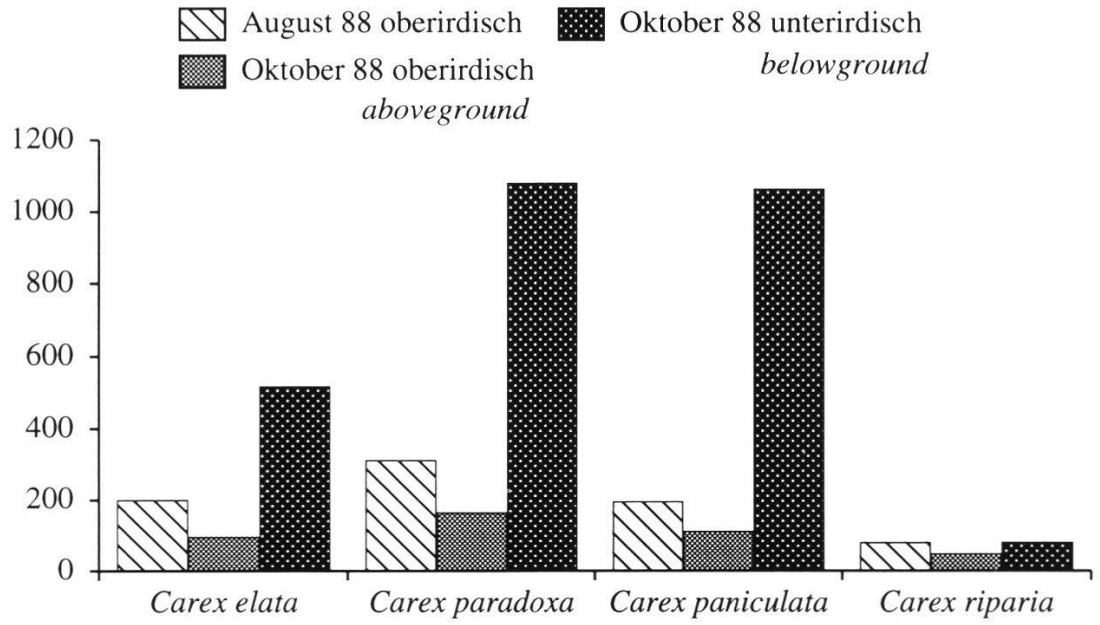

Fig. 6.5. Durchschnittliche Biomasse: Oberirdische Biomasse (g/400 cm^2), unterirdische Biomasse (g/24'000 cm^3).
Average biomass: overground biomass (g/400 cm^2), underground biomass (g/24'000 cm^3).

Auch die Durchschnittsgehalte an Cu sind in den Wurzeln höher als in den oberirdischen Pflanzenteilen. Sie betragen 0.0005 bis 0.004% T.S.
Die durchschnittliche Biomasse der vier untersuchten *Carex*-Arten ist in Fig. 6.5 in g T.S. dargestellt. Die Werte sind im Bereich von 49 bis 1081 g. *Carex paradoxa* weist sowohl oberirdisch als auch unterirdisch die höchsten Werte auf. Die oberirdische Biomasse von *Carex paniculata* ist mit derjenigen von *Carex elata* vergleichbar, die unterirdische mit derjenigen von *Carex paradoxa*. Die geringsten Werte wurden für *Carex riparia* verzeichnet.

4.2. STANDORT

4.2.1. Wasserstände

Aufgrund der Diskriminanz- und Varianzanalysen haben die mittleren, die minimalen und die maximalen Wasserstände während der Vegetationsperiode (Tab. 9 im Anhang) keine differenzierende Wirkung auf die untersuchten Grosseggengesellschaften.
In Fig. 7 sind einige Dauerlinien der Untersuchungsstellen von 1987 dargestellt. Das *Caricetum elatae typicum* in Fig. 7.1 zeigt eine nur wenig abfallende Dauerlinie auf hohem Niveau. Die Dauerlinie des *Caricetum elatae comaretosum* ist demgegenüber stark abfallend.

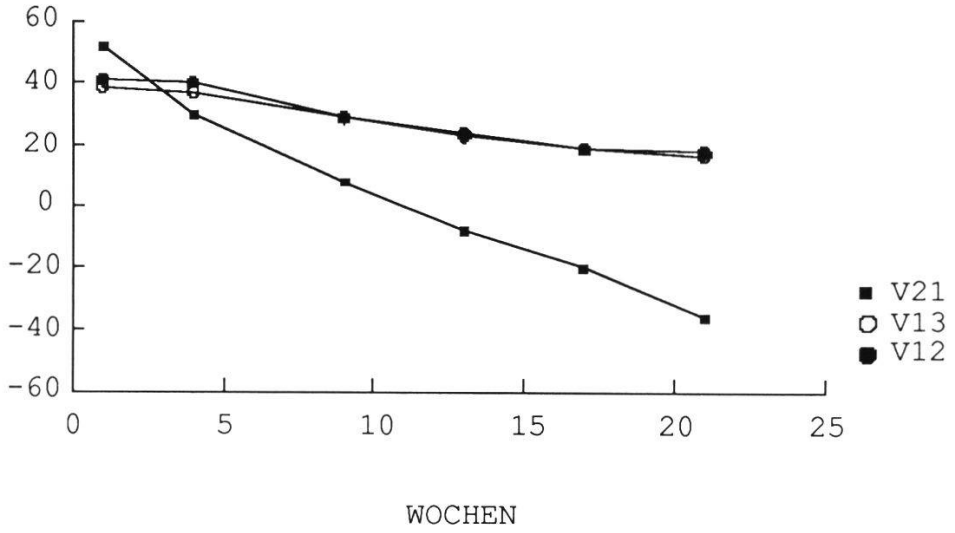

Fig. 7.1. Dauerlinien 1987 des *Caricetum elatae typicum,* Untersuchungsstellen 12, 13 und des *Caricetum elatae comaretosum*, Untersuchungsstelle 21.
Duration lines (1987) for Caricetum elatae typicum, study sites 12, 13 and Caricetum elatae comaretosum, study site 21.

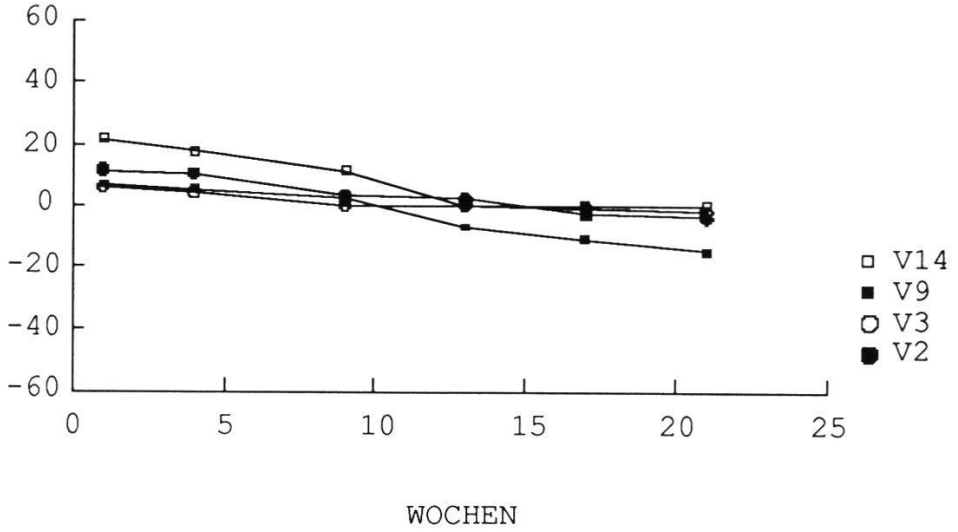

Fig. 7.2. Dauerlinien 1987 des *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante, Untersuchungsstellen 2, 3, 9 und 14.
Duration lines (1987) for Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa-variant, study sites 2, 3, 9 and 14.

Die flachen und leicht sesselförmigen Dauerlinien des *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante (= *Carex appropinquata*-Variante) (Fig. 7.2) weisen eine schmale Bandbreite auf. Der Grundwasserspiegel sinkt nur wenig unter Flur.
Das *Caricetum paniculatae* (Fig. 7.3) zeigt flache bis stark abfallende Dauerlinien auf. Die Wasserstände sinken bis fast 40 cm unter Flur.

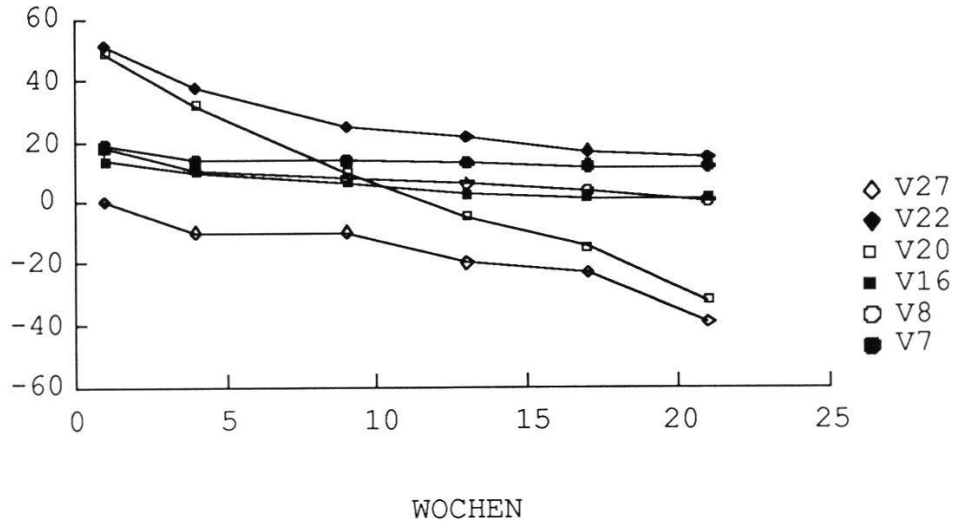

Fig. 7.3. Dauerlinien 1987 des *Caricetum paniculatae,* Untersuchungsstellen 7, 8, 16, 20, 22 und 27.
Duration lines (1987) for Caricetum paniculatae, study sites 7, 8, 16, 20, 22 and 27.

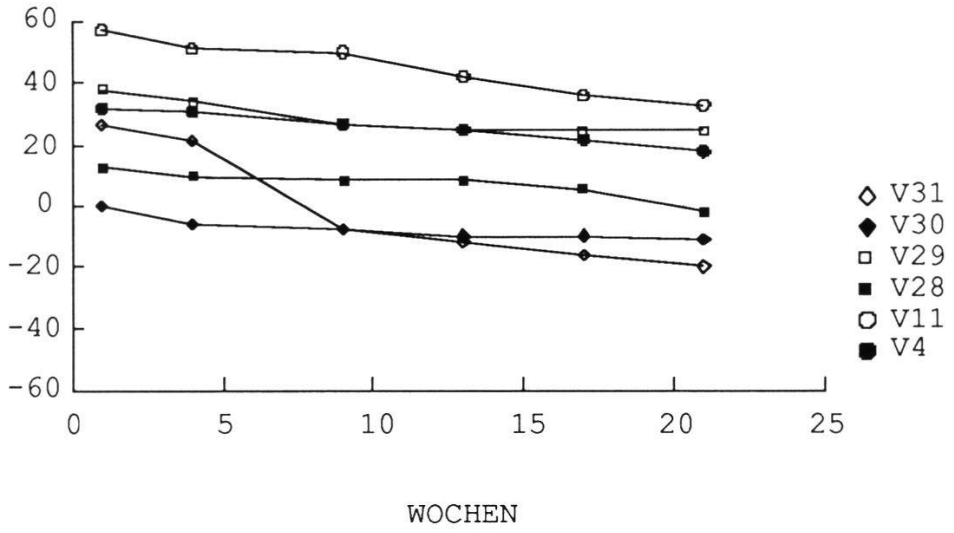

Fig. 7.4. Dauerlinien 1987 des *Caricetum ripariae,* Untersuchungsstellen 4, 11, 28, 29, 30 und 31.
Duration lines (1987) for Caricetum ripariae, study sites 4, 11, 28, 29, 30 and 31.

Beim *Caricetum ripariae* (Fig. 7.4) überwiegt die flache Dauerlinienform, d.h. es sind anhaltend relativ hohe Wasserstände vorzufinden, welche nur wenig unter Flur absinken.
Zwischen -15 und -53 cm unter Flur liegen die Dauerlinien des *Caricetum vesicariae* (Fig. 7.5). Diese stammen jedoch alle aus demselben Untersuchungsgebiet, so dass dieses Resultat nicht verallgemeinert werden kann.

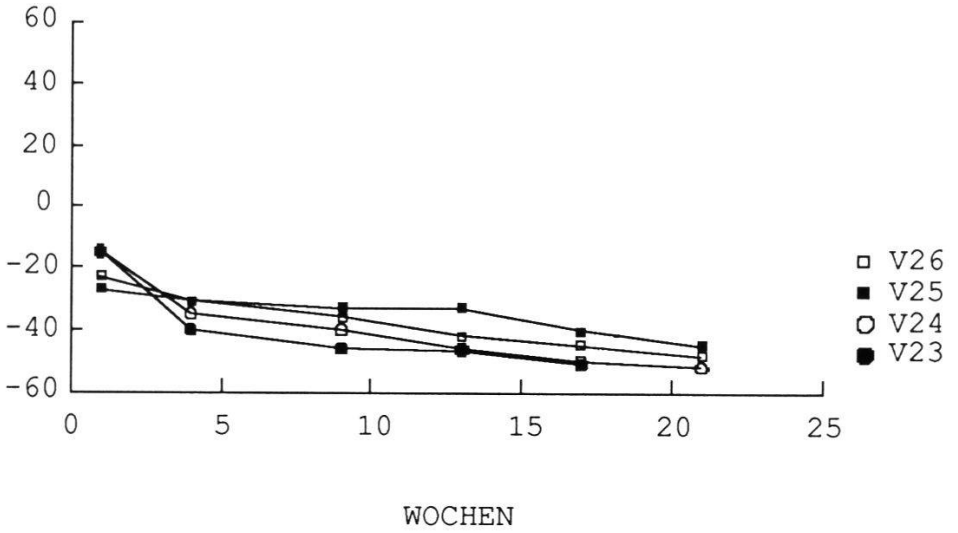

Fig. 7.5. Dauerlinien 1987 des *Caricetum vesicariae,* Untersuchungsstellen 23, 24, 25 und 26.
Duration lines (1987) for Caricetum vesicariae, study sites 23, 24, 25 and 26.

Die jährlich unterschiedlichen Niederschlagsverhältnisse wirken sich jeweils auch auf die Form der Ganglinien und damit auch der Dauerlinien aus. Insgesamt ergab sich aber für die einzelnen Messstellen eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den drei Untersuchungsperioden.

4.2.2. Wasserchemismus

Die Hauptkomponentenanalyse der wasserchemischen Parameter ist in einer Ordination in Fig. 8 dargestellt. Die x-Achse erklärt 32% der Datenstruktur

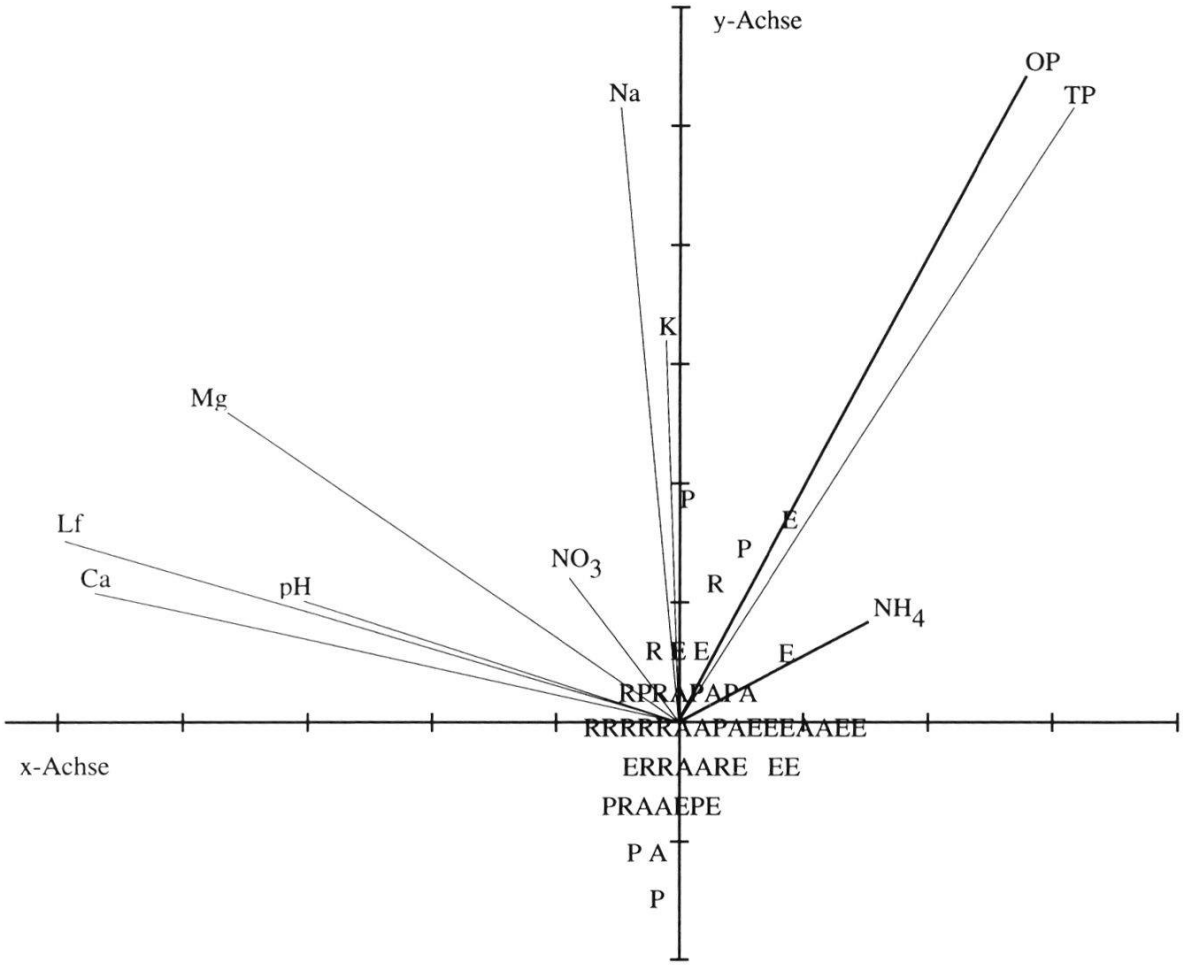

Fig. 8. Ordination der Untersuchungsstellen und der wasserchemischen Parameter 1986-1988 nach einer Hauptkomponentenanalyse.
Results of a principal component anaysis of cemical cencentrations in water at the study sites 1986-1988.
Legende/*key*: E: *Carex elata*-Bestände, A: *Carex paradoxa*-Bestände, P: *Carex paniculata*-Bestände, R: *Carex riparia*-Bestände; OP: Orthophosphat/*ortho phosphate*, TP: Gesamtphosphor/*total phosphorus*, NH_4: Ammonium, NO_3: Nitrat, K: Kalium, Na: Natrium, pH: pH, Mg: Magnesium, Ca: Calcium, Lf: Leitfähigkeit *(electrical conductivity).*

im wasserchemischen Bereich. Mit dieser sind hauptsächlich die Leitfähigkeit und die Konzentrationen der Ca- und Mg-Ionen assoziiert. Einen Erklärungswert von 23% weist die y-Achse auf, die in Abhängigkeit von der ersten Achse durch Orthophosphat und gelösten Gesamtphosphor aufgespannt wird. Die Untersuchungsstellen lassen sich anhand dieser Darstellung nicht in die pflanzensoziologischen Grosseggengesellschaften oder die Grosseggenbestände gruppieren. Deutlich sichtbar wird dagegen die Korrelation der Leitfähigkeit mit dem Ca- und dem Mg-Gehalt im Wasser. Auch Orthophosphat und gelöster Gesamtphosphor sind gut korreliert.
Die Varianzanalysen der einzelnen Standortsfaktoren zeigen auf, dass für die Grosseggen-Dominanzbestände (Tab. 5) pH und Leitfähigkeit im Wasser eine gewisse differenzierende Rolle spielen, für die untersuchten Grosseggen-

Tab. 5. F-Werte der Standortsfaktoren für $p < 0.01$ nach Varianzanalyse der einzelnen Faktoren mit den (abgesehen von den pH-Werten) logarithmierten Daten aller Untersuchungsstellen von 1986, 1987 und 1988 für die Grosseggen-Dominanzbestände.
F-values of site factors ($p < 0.01$) from an analysis of variance with the log-data of all study sites 1986 - 88 for the groups dominated by a Carex species.

Standortsfaktor *site facto*	F-Wert *f-value*	Standortsfaktor *site factor*	F-Wert *f-value*	Standortsfaktor *site factor*	F-Wert *f-value*
pH-H_2O, B	29.589	H-Wert, B	7.921	Nitrat max, W	5.834
pH-$CaCl_2$, B	25.915	Leitf. mit, W	7.851	Ca mit, W	5.743
Mg, B	14.185	S-Wert, B	7.345	Nitrat mit, W	5.389
pH mit, W	12.520	% Mg, B	7.005	Temp. c	5.295
V-Wert, B	12.092	Na, B	6.849	Ca max, W	4.919
org. C, B	11.162	% Ca, B	6.742	% Na, B	4.758
N tot, B	11.098	Wassergehalt, B	6.267	Na min, W	4.323
Leitf. min, W	10.161	Ca, B	6.147	P tot, B	4.159
pH min, W	10.082	Temp. b	6.059	Wasserstand min	4.152
pH max, W	9.919				

Legende/*key:* B: im Boden/*in soil;* W: im Wasser/*in water;* min: minimale/*minimal,* max: maximale/*maximal,* mit: Mittel-Werte/*mean values* während einer Vegetationsperiode/*during a vegetation period,* tot: Gesamt-Gehalt/*total.*

Vegetations-Gruppen/*vegetation groups:* 1, 6, 10, 12, 13, 15, 21, 23, 24, 25, 26 (*Carex elata* vorherrschend/*dominant);* 2, 3, 5, 9, 14, 17, 18 (*Carex paradoxa* vorherrschend/*dominant);* 7, 8, 16, 19, 20, 22, 27 (*Caricetum paniculatae*); 4, 11, 28, 29, 30, 31 (*Caricetum ripariae*).

gesellschaften (Tab. 6) sind dies vor allem der Ca-Gehalt, die Leitfähigkeit und der Mg-Gehalt des Wassers (Werte in Tab. 10 im Anhang).
In Fig. 9 sind die mittleren Ca-Werte über die Vegetationsperioden von 1986, 1987 und 1988 der einzelnen Untersuchungsstellen dargestellt und den Grossseggengesellschaften zugeordnet. Vom *Caricetum elatae typicum* (41.3 bis 121 mg/l) zum *Caricetum elatae comaretosum* (87 bis 118 mg/l) und dem *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante (63.7 bis 135 mg/l) sind die Werte im Durchschnitt leicht ansteigend. Beim *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung sind die Ca-Gehalte im Wasser mit 87.8 bis 172 mg/l noch etwas höher, während die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* tiefere Werte aufweisen (39 bis 123 mg/l). Eher im oberen Bereich liegen die Ca-Werte des *Caricetum ripariae* mit 59.4 bis 153 mg/l, während im *Caricetum vesicariae* mit 9.2 bis 36.3 mg/l die tiefsten Ca-Werte zu verzeichnen sind.

Tab. 6. F-Werte der Standortsfaktoren für $p < 0.001$ nach Varianzanalyse der einzelnen Faktoren mit den (abgesehen von den pH-Werten) logarithmierten Daten aller Untersuchungsstellen von 1986, 1987 und 1988 für die Grosseggen-Assoziationen.
F-values of site factors ($p < 0.001$) from an analysis of variance with the log-data of all study sites 1986 - 88 for the Magnocaricion associations.

Standortsfaktor *site factor*	F-Wert *f-value*	Standortsfaktor *site factor*	F-Wert *f-value*	Standortsfaktor *site factor*	F-Wert *f-value*
Ca mit, W	34.49	Mg max, W	22.09	Ca, B	19.11
Leitf. mit, W	34.20	Na, B	21.63	Leitf. max, W	17.85
Leitf. min, W	32.92	pH-$CaCl_2$, B	21.54	Ca min, W	17.79
Ca max, W	29.26	org. C, B	21.48	pH min, W	17.76
V-Wert, B	28.87	S-Wert, B	21.26	Wassergehalt, B	17.43
Mg, B	26.67	pH-H_20, B	20.01	pH mit, W	17.03
Mg mit, W	24.11	N tot, B	19.69	K min, W	11.62

Legende/*key:* B: im Boden/*in soil;* W: im Wasser/*in water;* min: minimale/*minimal,* max: maximale/*maximal,* mit: Mittel-Werte/*mean values* während einer Vegetationsperiode/*during a vegetation period,* tot: Gesamt-Gehalt/*total.*

Vegetations-Gruppen/*vegetation groups:* 12, 13 (*Caricetum elatae typicum*); 1, 15, 21 (*Caricetum elatae comaretosum*); 2, 3, 5, 6, 9, 10, 14, 17, 18 (*Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante/*variant);* 7, 8, 16, 19, 20, 22, 27 (*Caricetum paniculatae*); 4, 11, 28, 29, 30, 31 (*Caricetum ripariae*); 23, 24, 25, 26 (*Caricetum vesicariae*).

Die Leitfähigkeit ist abhängig vom Ca-Gehalt im Wasser. Die Korrelation ist mit einem Koeffizienten von r=0.96 (N=60) sehr gross.
Eine Darstellung der mittleren Leitfähigkeit über die Vegetationsperioden von 1986, 1987 und 1988 der einzelnen Untersuchungsstellen würde somit derjenigen der Ca-Werte in Fig. 9 entsprechen. Das *Caricetum elatae typicum* weist im Durchschnitt die tieferen Werte (231 bis 652 µS) als das *Caricetum elatae comaretosum* (428 bis 637 µS) und das *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante (368 bis 708 µS) auf. Wiederum höhere Werte sind beim *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung zu verzeichnen (504 bis 713 µS), wogegen die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* tiefere Werte (215 bis 611 µS) haben. Auch in bezug auf die Leitfähigkeit zeigt das *Caricetum ripariae* hohe (448 bis 908 µS) und das *Caricetum vesicariae* tiefe Werte (96 bis 165 µS).
Neben Ca hat auch der Mg-Gehalt im Wasser eine Bedeutung für die Leitfähigkeit. Die Leitfähigkeit als Funktion des Mg-Gehaltes ergibt einen Korrelationskoeffizienten von r=0.82 (N=60). Eine Darstellung der mittleren Mg-

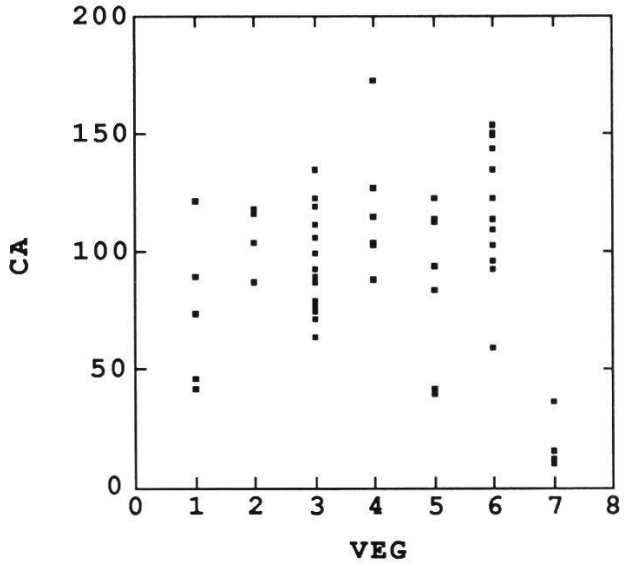

Fig. 9. Durchschnittliche Calcium-Konzentrationen im Wasser, 1986-1988.
Average water concentrations of calcium (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. CA: durchschnittliche Ca-Konzentration/*average calcium-concentration* (mg/l).

Werte über die Vegetationsperioden von 1986, 1987 und 1988 der einzelnen Untersuchungsstellen würde ebenfalls Fig. 9 entsprechen. Die Mg-Werte im *Caricetum elatae typicum* reichen von 3.1 bis 13.8 mg/l, diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum* von 10.1 bis 15.1 mg/l und diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante von 7.5 bis 18.6 mg/l. Das *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung weist die im Durchschnitt etwas höheren Mg-Werte von 12.6 bis 24.6 mg/l auf, demgegenüber haben die Werte der gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* mit 2 bis 19.4 mg/l eine grosse Bandbreite. Auch beim *Caricetum ripariae* schwanken die Mg-Werte in einem weiten Bereich von 2.2 bis 20.2 mg/l. Die Mg-Werte im *Caricetum vesicariae* sind mit 0.9 bis 1.8 mg/l sehr tief.

Der lineare Zusammenhang zwischen der Leitfähigkeit und dem pH-Wert ist geringer als bei den Ca- und Mg-Gehalten und erhält einen Korrelationskoeffizienten von r=0.44 (N=60). Die Variabilität der pH-Werte (Fig. 10) ist für die einzelnen Grosseggengesellschaften weniger gross als diejenige der Leitfähigkeit und der Ca- und Mg-Werte. Die mittleren pH-Werte des *Carice-*

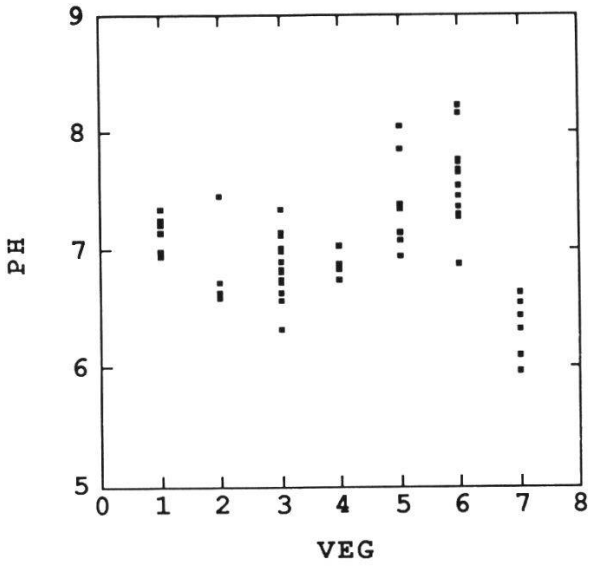

Fig. 10. Durchschnittliche pH-Werte im Wasser, 1986-1988.
Average pH-values in water (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. LF: durchschnittliche Leitfähigkeit/*average electrical conductivity* (µS).

tum elatae typicum reichen von 6.94 bis 7.34. Die pH-Werte des *Caricetum elatae comaretosum* liegen zwischen 6.59 und 7.46, diejenigen des *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante zwischen 6.31 und 7.34. Die pH-Werte des *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung (6.75 - 7.08) liegen im unteren pH-Bereich des *Caricetum elatae,* diejenigen der gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* sind dagegen höher (7.14 bis 8.05). Im Durchschnitt hohe pH-Werte sind im *Caricetum ripariae* (6.88 - 8.23) zu verzeichnen, und deutlich tiefe pH-Werte im *Caricetum vesicariae* (5.97 bis 6.63).

4.2.3. Bodenchemismus

In Fig. 11 ist die Ordination der Untersuchungsstellen und der bodenchemischen Parameter nach einer Hauptkomponentenanalyse dargestellt. Die x-Achse weist einen Erklärungswert von 46% auf und wird vor allem durch den Gehalt an organischem Kohlenstoff und den Gesamtstickstoffgehalt im Boden bestimmt. Die y-Achse erklärt noch 24% der bodenchemischen Datenstruktur und bezieht sich hauptsächlich auf den Basensättigungsgrad (V-Wert) und den pH im Boden.
Zwischen den Ca- und Mg-Anteilen der S-Werte im Boden besteht eine grosse negative Korrelation (r=0.98, N=66). Eine grosse positive Korrelation ist zwischen den logarithmierten Gesamtstickstoff-Gehalten und den Gehalten an $C_{org.}$ festzustellen (r=0.97, N=66). Dasselbe gilt für die logarithmierten Ca-Gehalte und S-Werte (r=0.99, N=66).
Aufgrund der Varianzanalysen sind von den Bodenfaktoren (Tab. 11 im Anhang) in bezug auf die Grosseggen-Dominanzbestände hauptsächlich die pH-Werte und die Magnesium-Gehalte diskriminierend (Tab. 5). Für die Grosseggengesellschaften sind dies der Basensättigungsgrad (V-Wert) und die Magnesium-Gehalte (Tab. 6).
In Fig. 12 wird deutlich, dass das *Caricetum vesicariae* mit 50.34 bis 71.22% wesentlich tiefere V-Werte aufweist als alle übrigen Gesellschaften. Beim *Caricetum elatae typicum* reichen sie von 82.26 bis 93.96%, beim *Caricetum elatae comaretosum* von 78.43 bis 100%, beim *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante von 75.08 bis 100%. Das *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung weist V-Werte von 72.8 bis 100% auf, während die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* V-Werte von 94.63 bis 100% zeigen. Die V-Werte im *Caricetum ripariae* befinden sich im Bereich von 95.49 bis 100%.

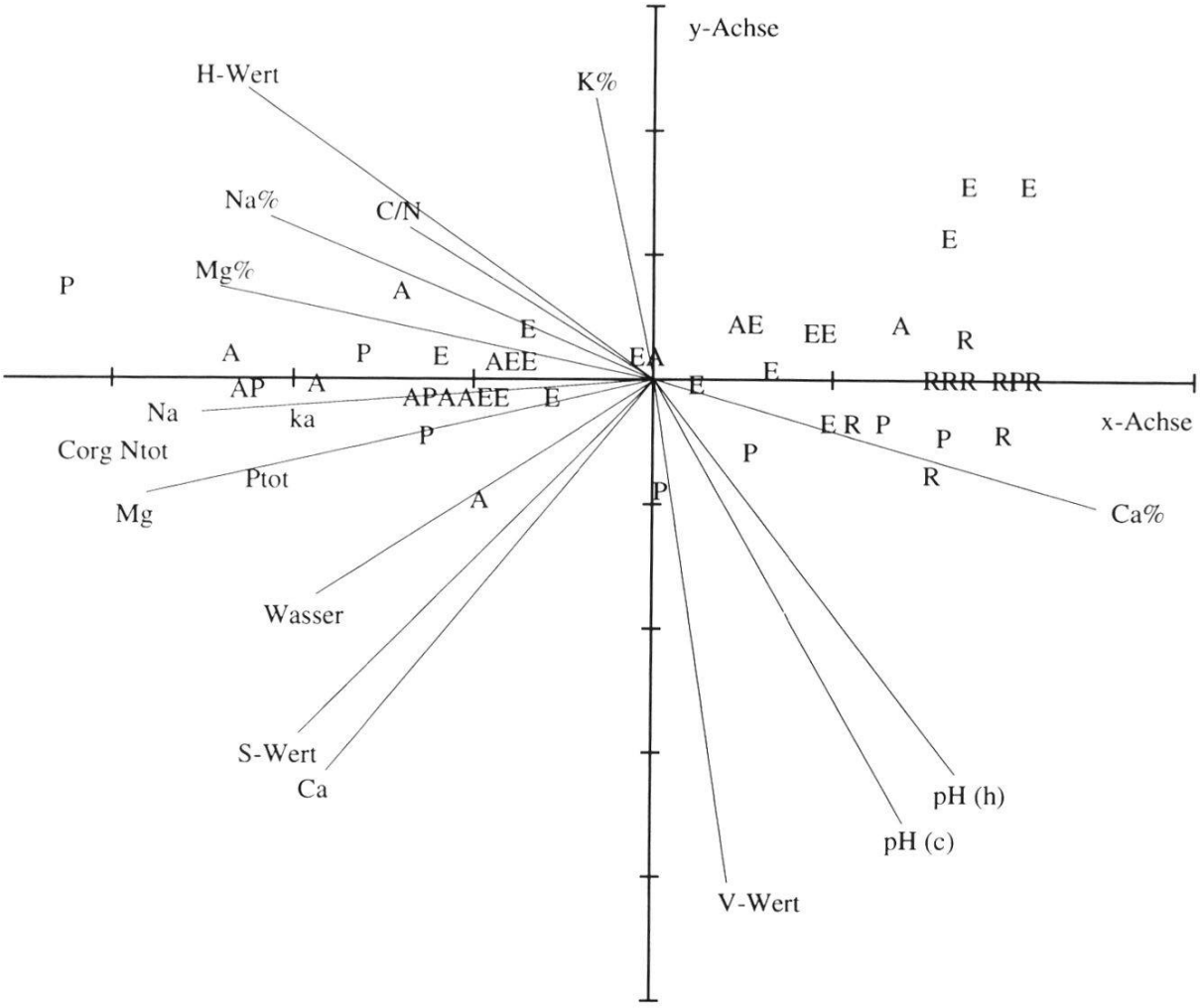

Fig. 11. Ordination der Untersuchungsstellen und der bodenchemischen Parameter 1986-1988 nach einer Hauptkomponentenanalyse.
Results of a principal component analysis of ground chemicals at the study sites 1986-1988.
Legende/*key:* E: *Carex elata*-Bestände, A: *Carex paradoxa*-Bestände, P: *Carex paniculata*-Bestände, R: *Carex riparia*-Bestände; Ptot: Gesamtphosphor/*total amount of phosphorus* (%), Ntot: Gesamtstickstoff/*total amount of nitrogen* (%), Corg: organischer Kohlenstoff/*organic carbon* (%), C/N: C/N-Verhältnis, Wasser: Wassergehalt/*water content* (%), K: Kalium (mval/100 g Boden), Na: Natrium (mval/100 g Boden), Mg: Magnesium (mval/100 g Boden), Ca: Calcium (mval/100 g Boden), -%: in %, pH(h): pH (H_2O), pH(c): pH ($CaCl_2$); H-Wert (%), S-Wert (%), V-Wert (%).

Der Mg-Gehalt steht unter den Bodenfaktoren zur Differenzierung der Grossseggengesellschaften an zweiter Stelle. Aus Fig. 13 werden für das *Caricetum elatae typicum* relativ tiefe Mg-Gehalte ersichtlich (1.14 bis 3.11 mval/100 g Boden). Im Durchschnitt höhere Mg-Gehalte sind im *Caricetum elatae comaretosum* (1.38 bis 6.91 mval/100 g Boden) und noch höhere

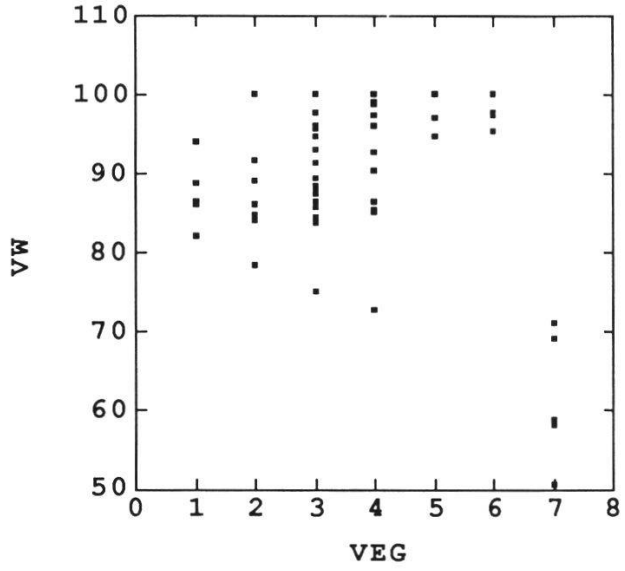

Fig. 12. Basensättigungsgrad (V-Wert) im Boden, 1986-1988.
Base saturation value (V-value) of the soil (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. VW: Basensättigungsgrad/*base saturation value,* V-Wert/*V-value* (%).

Werte im *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante (1.73 bis 12.1 mval/100 g Boden) festzustellen. Im gleichen Bereich liegen die Mg-Gehalte des *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung (1.59 bis 10.89 mval/100 g Boden), während die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* eher tiefere Mg-Gehalte aufweisen (0.28 bis 3 mval/100 g Boden). Ebenfalls tiefe Mg-Gehalte sind im *Caricetum ripariae* (0.36 bis 3.57 mval/100 g Boden) und im *Caricetum vesicariae* (0.15 bis 0.49 mval/100 g Boden) zu verzeichnen. Ein mit Fig. 13 vergleichbares Bild präsentieren die Ca-Gehalte und der Gehalt an $C_{org.}$ im Boden.
Die pH($CaCl_2$)-Werte sind in Fig. 14 dargestellt. Beim *Caricetum elatae typicum* nehmen sie eine Bandbreite von 5.4 bis 6.36, beim *Caricetum elatae comaretosum* von 5.05 bis 7.08 und beim *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante von 5.14 bis 6.94 ein. Die pH-Werte im *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung liegen im Bereich von 5.35 bis 7.27, diejenigen der gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* von 6.92 bis 7.38. Ebenfalls relativ hohe pH-Werte zeigt das *Caricetum ripariae* (6.88 bis 7.65), während diejenigen des *Caricetum vesicariae* demgegenüber tief sind (4.31 bis 5.47).

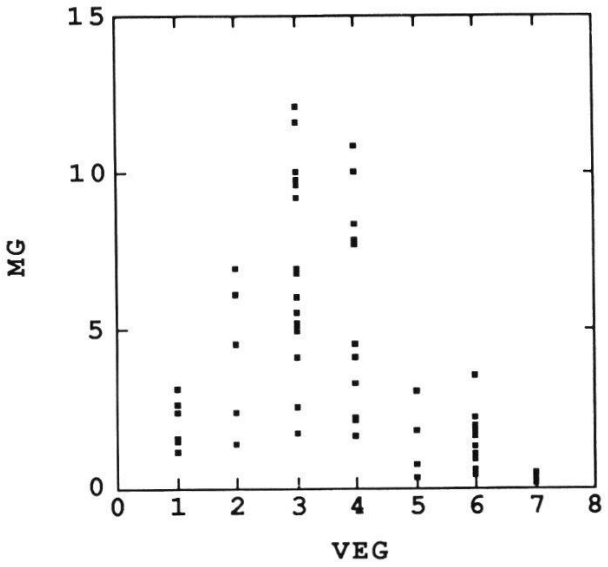

Fig. 13. Magnesium-Gehalte im Boden, 1986-1988.
Magnesium concentrations of the soil (1986-1988).
Legende: VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7:*Caricetum vesicariae*. MG: Mg-Gehalt/*Mg-concentrations* (mval/ 100 g Boden).

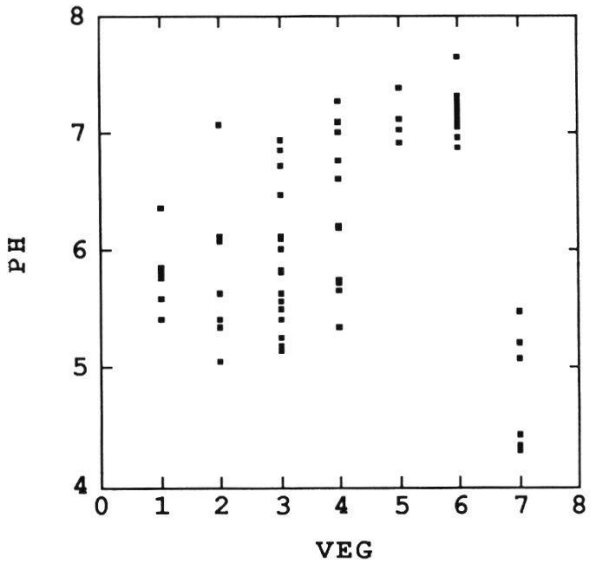

Fig. 14. PH($CaCl_2$) im Boden, 1986-1988.
PH ($CaCl_2$) of the soil (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. PH: pH($CaCl_2$).

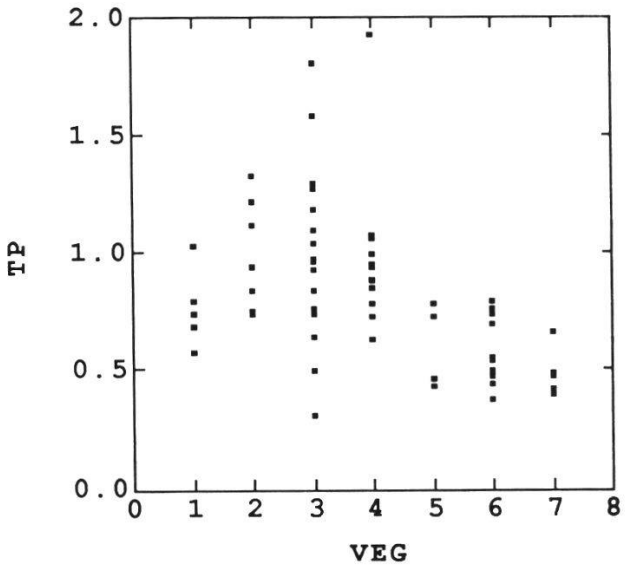

Fig. 15. Gesamtphosphor-Gehalte im Boden, 1986-1988.
Total phosphorus concentrations of the soil (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen/*study sites* 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. TP: Gesamtphosphor-Gehalte/*total phosphorus concentration* (‰ der Trockensubstanz/*of the dry substance*).

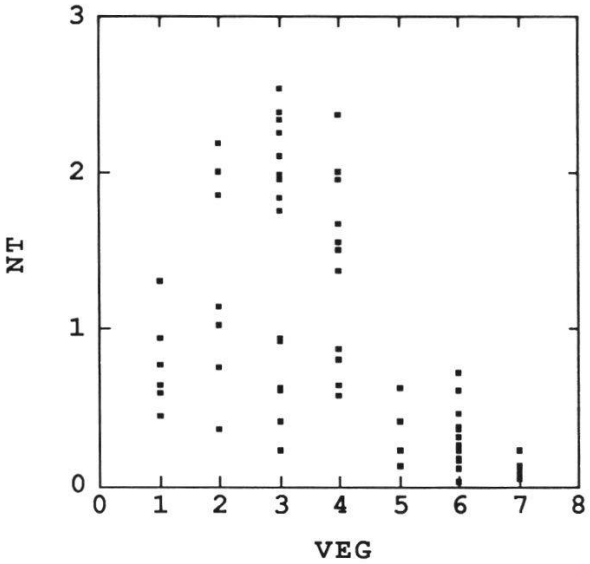

Fig. 16. Gesamtstickstoff-Gehalte im Boden, 1986-1988.
Total nitrogen concentrations of the soil (1986-1988).
Legende/*key:* VEG: Grosseggengesellschaften/*Magnocaricion associations,* 1: *Caricetum elatae typicum*, 2: *Caricetum elatae comaretosum*, 3: *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante, 4: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen 7, 8, 16, 20), 5: *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen 19, 22, 27), 6: *Caricetum ripariae*, 7: *Caricetum vesicariae*. NT: Gesamtstickstoff-Gehalte/*total nitrogen concentration* (‰ der Trockensubstanz/*of the dry substance).*

Weniger stark differenzierend, aber dennoch aufschlussreich sind die Gesamtphosphor- und die Gesamtstickstoff-Gehalte, welche in Fig. 15 und in Fig. 16 dargestellt sind.
Die Gesamtphosphor-Werte im *Caricetum elatae typicum* reichen von 0.057 bis 0.102%, diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum* von 0.074 bis 0.132% und diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante von 0.031 bis 0.18% der Trockensubstanz (T.S.). Das *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung weist Gesamtphosphor-Gehalte von 0.063 bis 0.192% T.S. auf, die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* von 0.043 bis 0.078% T.S. Beim *Caricetum ripariae* sind Gesamtphosphor-Gehalte von 0.037 bis 0.079% T.S. zu verzeichen, beim *Caricetum vesicariae* von 0.039 bis 0.066% T.S.
Die Gesamtstickstoff-Gehalte des *Caricetum elatae typicum* betragen 0.044 bis 0.131% T.S., diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum* von 0.035 bis 0.218% und diejenigen im *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante von 0.022 bis 0.254% T.S. Die Gesamtstickstoff-Gehalte im *Caricetum paniculatae* in seiner typischen Ausbildung liegen im Bereich von 0.058 bis 0.237% T.S. Tiefere Werte weisen die gestörten Untersuchungsstellen des *Caricetum paniculatae* (0.012 bis 0.062% T.S.), das *Caricetum ripariae* (0.002 bis 0.073% T.S.) und das *Caricetum vesicariae* (0.004 bis 0.022% T.S.) auf.

4.2.4. Bodenprofile

Die Bodenprofile der Untersuchungsstellen (Fig. 17) gleichen sich in ihrem Grundaufbau. Auf einen A_h- und eventuell einen anschliessenden A_a-Horizont folgt ein G_o-Horizont, welcher, soweit dies festgestellt werden konnte, von einem G_r-Horizont abgelöst wird.
Beim *Caricetum elatae typicum* folgt auf einen ca. 10 cm tiefen A_h- oder A_a-Horizont ein A_a- resp. ein G_o-Horizont. Bei ca. -30 cm grenzt auch der A_a-Horizont an einen G_o-Horizont.
Beim *Caricetum elatae comaretosum* wird ein ca. 10 cm tiefer A_h-Horizont von einem G_o-Horizont abgelöst, welcher ab ca. -30 cm von einem G_r-Horizont gefolgt wird.
Beim *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante folgt auf einen 20 cm tiefen A_h-Horizont ein A_a-Horizont, welcher nach weiteren 10 cm von einem G_o-Horizont begrenzt wird, oder direkt ein G_o-Horizont.

Beim *Caricetum paniculatae* folgt auf einen ebenfalls ca. 20 cm tiefen A_h-Horizont entweder ein A_a-Horizont und daran anschliessend ab -40 bis -60 cm ein G_o-Horizont oder direkt ein G_o-Horizont. Vereinzelt fehlt der A_h-Horizont und die Abfolge beginnt mit einem A_a-Horizont.
Beim *Caricetum ripariae* beginnt die Schichtung in der Regel auch mit einem A_h-Horizont, welcher bei ca. -10 cm von einem A_a-Horizont, bei -20 cm von einem G_o-Horizont und bei -30 cm von einem G_r-Horizont abgelöst

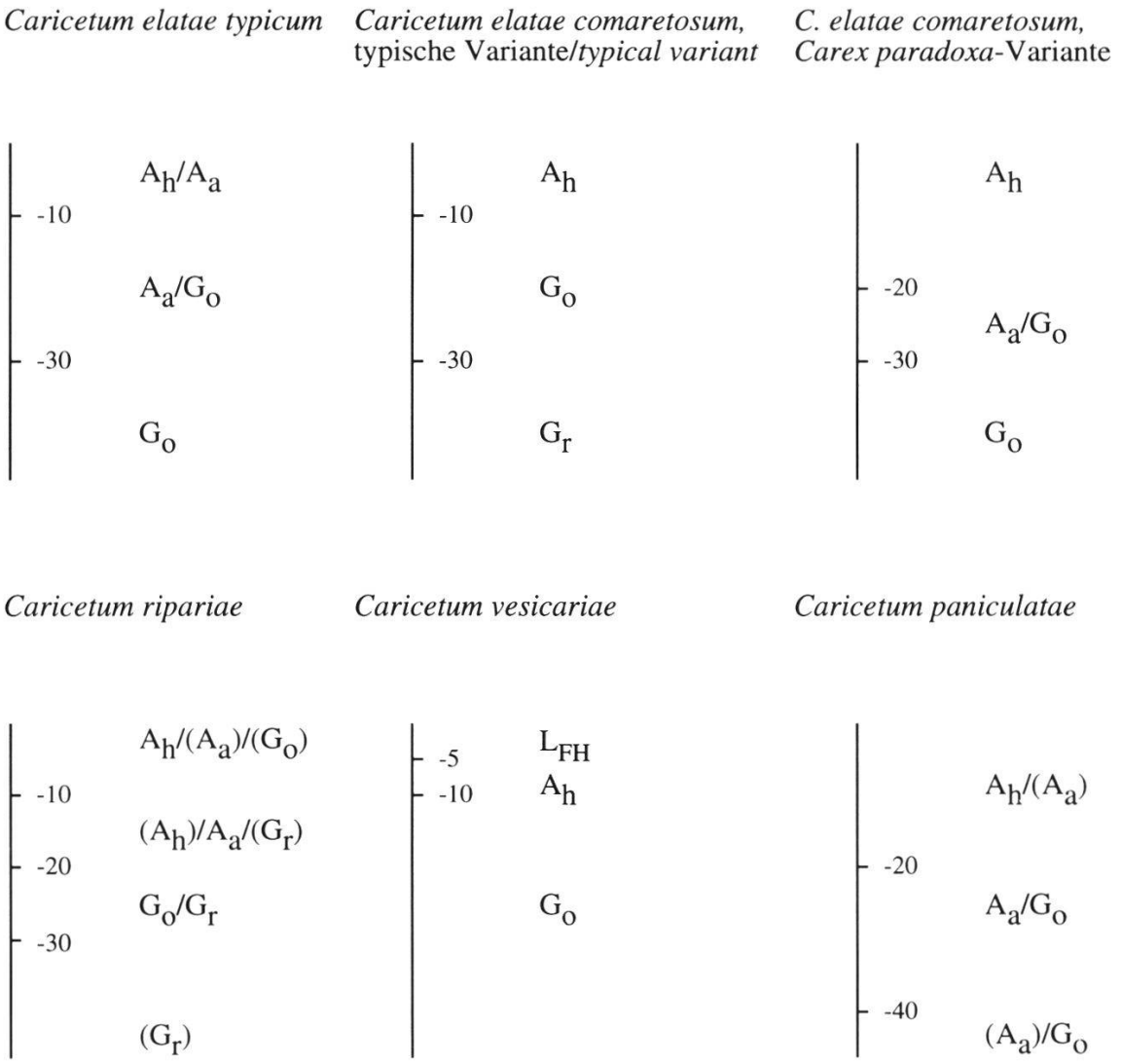

Fig. 17. Bodenprofile der untersuchten Grosseggengesellschaften in schematisierter Darstellung (Abkürzungen nach RICHARD et al. 1978). Legende: A_h/A_a: ein A_h- oder ein A_a-Horizont; $A_h/(A_a)$: meistens ein A_h-Horizont, selten auch ein A_a-Horizont.
Schematised soil profiles of Magnocaricion associations (abbreviations from RICHARD et al. 1978). Key: A_h/A_a: A_h- or A_a-horizon; $A_h/(A_a)$: mostly A_h-, seldom A_a-horizon.

wird. Diese Abfolge kann vereinzelt aber auch mit einem A_a- oder mit einem G_o-Horizont beginnen. In einer weiteren Variante fehlt der A_a-Horizont, dafür reicht der A_h-Horizont bis ca. 20 cm unter Flur.
Beim *Caricetum vesicariae* liegen innerhalb der obersten 5 cm von oben nach unten je eine L-, F- und H-Schicht übereinander. Bis -10 cm folgt ein A_h-Horizont, welcher von einem G_o-Horizont begrenzt wird.

4.2.5. Exponentielle Mitteltemperaturen

Zwischen den untersuchten Grosseggen-Dominanzbeständen oder -gesellschaften sind in bezug auf die exponentiellen Mitteltemperaturen über die Vegetationsperioden 1986, 1987 und 1988 keine deutlichen Unterschiede auszumachen (Tab. 12). Über dem Pflanzenbestand schwanken die Temperaturen zwischen 14.7 °C und 24.6 °C. Im Pflanzenbestand liegen die Temperaturen zwischen 14.8 °C bis 19.7 °C. Auf der Bodenoberfläche reicht das Spektrum von 11.0 °C bis 19.1 °C und 20 cm im Boden von 11.8 °C bis 15.5 °C.

4.2.6. Ergebnisse der Diskriminanzanalysen

Für die Auftrennung der vier Vegetationsgruppen, die jeweils von *Carex elata*, *Carex paradoxa*, *Carex paniculata* oder *Carex riparia* dominiert werden, wurden die 57 Standortsvariablen (Tab. 9, 10, 11 und 12 im Anhang) einer JANCEY-Rangierung unterworfen. Mit den zwanzig ersten Faktoren wurde anschliessend eine FISHER-Diskriminanzanalyse durchgeführt. Die Ordination der Untersuchungsstellen ist in Fig. 18 dargestellt.
Mit der x-Achse werden über 65%, mit der y-Achse noch 21% der Unterschiede zwischen den vier Gruppen erklärt. Mit beiden Achsen sind in erster Linie der S-Wert, der Mg-Anteil am S-Wert sowie der Mg-Gehalt im Boden assoziiert. Es zeigt sich eine relativ gute Auftrennung der vier Vegetationsgruppen auf die vier Quadranten der Ordination.
Nach dem gleichen Vorgehen wurden die pflanzensoziologischen Grosseggengesellschaften aufgetrennt. In diesem Fall wird die Datenstruktur mit einem Anteil von über 86% mit der x-Achse erklärt, die zum grössten Teil vom S-Wert und dem Ca-Gehalt im Boden aufgespannt wird. Dabei ergibt sich einzig eine gute Abtrennung des *Caricetum vesicariae* und des *Caricetum ripariae* von den übrigen Gesellschaften, die untereinander nicht unterscheidbar sind.

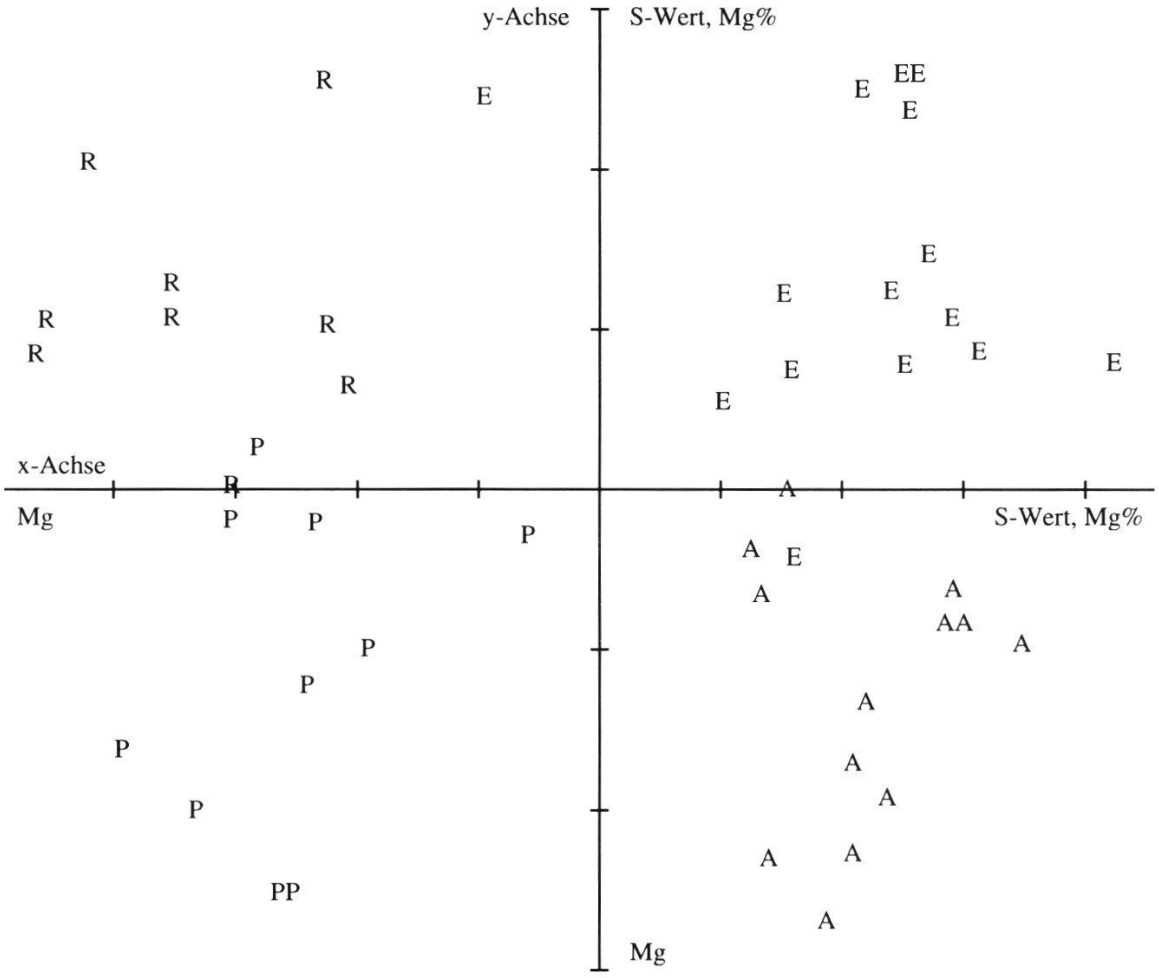

Fig. 18. Ordination der Untersuchungsstellen nach einer Diskriminanzanalyse (FISHER-Diskriminanzanalyse) mit den Werten (1986-1988) der zwanzig am besten differenzierenden Standortsfaktoren (nach einer JANCEY-Rangierung)
Graph of the study sites, according to a discriminant analysis with the values (1986 - 1988) of the twenty most discriminating factors (according to JANCEY ranking).
Legende/*key:* E: *Carex elata*-Bestände, A: *Carex paradoxa*-Bestände, P: *Carex paniculata*-Bestände, R: *Carex riparia*-Bestände; S-Wert/*S-value* (%), Mg: Magnesium (mval/100 g Boden), Mg%: Magnesium (in %).

5. DISKUSSION

5.1. VEGETATION

5.1.1. Pflanzensoziologische und numerische Klassifikation

Zur Klassifikation von Pflanzenbeständen sind pflanzensoziologische Methoden gebräuchlich, die mit Assoziationen als Bausteine eines Vegetationssystems operieren. Die Assoziationen werden durch Charakter- und Differentialarten definiert und als Pseudoorganismen aufgefasst, die bestimmte standörtliche Ansprüche aufweisen (CLEMENTS 1904, TANSLEY 1920, BRAUN-BLANQUET 1964). Ein jüngeres Konzept beruht auf numerischen Methoden, welche die Klassifikation von Pflanzenbeständen aufgrund ihrer Datenstruktur erlauben (ORLÓCI 1978, WHITTAKER 1978, WILDI 1986b). Auf diese Weise können Struktur und Dynamik der Vegetation "objektiver" analysiert werden.
Mit den für diese Arbeit erhobenen Vegetationsaufnahmen wurde von Dr. O. Wildi an der WSL in Birmensdorf ein Test (Decorana) durchgeführt, der die Länge des Gradienten anzeigt, in dem die Hälfte der Pflanzen-Arten wechselt (half change). Die berechnete Gradientenlänge ist sehr gross, was bedeutet, dass die Aufnahmen untereinander sehr verschieden sind. Dies bestätigt die mit den Vegetationsanalysen gemachten Erfahrungen, dass sich die Aufnahmen, abgesehen von den vorherrschenden *Carex*-Arten, nur schwer den einzelnen Grosseggengesellschaften zuordnen lassen.
Der Vergleich der pflanzensoziologischen Vegetationstabelle mit den Aufnahmegruppen, die durch Gruppierungs- und Hauptkomponentenanalysen zustandegekommen sind, zeigt, dass die pflanzensoziologisch definierten Grossseggengesellschaften nicht mit den Aufnahmegruppen aus den multivariaten Analysen übereinstimmen. Je stärker weniger häufige Arten gewichtet werden, desto deutlicher wird, dass die Artenzusammensetzung der einzelnen Aufnahmen von der Lokalität abhängig ist. Das lokal mögliche Vorkommen einer Art kann eine Ursache für Autokorrelation sein (GLEASON 1939, POORE 1964). Diese ist jedoch mit den heute gebräuchlichen Analysemethoden nicht nachweisbar (WILDI 1986a).
Der Vergleich mit anderen Arbeiten erfordert die Anwendung des pflanzensoziologischen Systems. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Vergleichsarbeiten räumlich, zeitlich und methodisch bedingte Differenzen aufweisen

können. Die multivariate Vegetationsanalyse ergibt ein detailliertes Bild der Datenstruktur der Vegetationsaufnahmen. Die Resultate dieser beiden unterschiedlichen Klassifikationsmethoden sind nicht übereinstimmend. Die Anwendung beider Methoden führt jedoch zu einer sinnvollen Relativierung der jeweiligen Gruppenbildungen.

5.1.2. Pflanzensoziologische Zuordnung

5.1.2.1. *Caricetum elatae*

Die Vegetationsaufnahmen vom Stadlersee und Chernensee (Untersuchungsstellen 12 und 13, Tab. 4) sind dem *Caricetum elatae typicum* zuzuordnen. Sie weisen eine relativ grosse Deckung von *Typhoides arundinacea* auf und sind mit vier bis fünf Arten äusserst artenarm im Vergleich zu Aufnahmen von z.B. KOCH (1926), LANG (1967, 1973), KLÖTZLI (1969), SCHLÄFLI (1972), AMMANN-MOSER (1975) und ROULIER (1983). Die Aufnahmen von ROULIER (1983) umfassen 7 bis 19 Arten, darunter die Assoziations-Charakterarten *Scutellaria galericulata*, *Peucedanum palustre*, *Senecio paludosus* und *Stachys palustris*.
Die Aufnahmen vom Stadlersee und Chernensee korrespondieren am besten mit der Variante mit *Typhoides arundinacea*, welche von BUTTLER (1987) am Neuenburgersee beschrieben wurde. Nach BERSET (1951) nimmt das *Caricetum elatae typicum* am Südufer des Neuenburgersees grosse Zonen ein, die sich anschliessend an das *Scirpo-Phragmitetum* oft bis zu den Büschen von *Frangula alnus* und *Salix cinerea* ausdehnen. Im Gegensatz zu den Aufnahmen von KOCH (1926) aus der Linthebene kommen in denjenigen vom Neuenburgersee auch *Carex riparia* vor, während dagegen *Poa palustris* völlig fehlt.
Weitere Beschreibungen von *Carex elata*-Beständen in der Schweiz stammen z.B. von STEINER (1914), ELLENBERG und KLÖTZLI (1967), BURNAND et al. (1977) und WERNER (1978). Aus dem Jura sind die Aufnahmen von GÉHU et al. (1972). Wichtige Literaturangaben zum europäischen Vergleich finden sich bei KLÖTZLI (1969).
Der *Carex elata*-Bestand im Vogelholz (Untersuchungsstelle 21), derjenige am Katzensee (Untersuchungsstelle 1) und der *Carex elata*-Bestand am Südufer des Greifensees mit Vorkommen von *Carex riparia* (Untersuchungsstelle 15) können zum *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante gezählt werden (KLÖTZLI 1969).

HÖHN-OCHSNER (1963) beschreibt Bestände von *Carex paradoxa* aus dem Chlepfimoos, Solothurn, und GÉHU et al. (1972) aus dem Jura, die von beiden Autoren als eigene Gesellschaft bezeichnet werden. Damit folgen sie der Auffassung von OBERDORFER (1977) und KOVÁCS (1957), wonach sich *Carex paradoxa*-Bestände floristisch und ökologisch von den *Carex elata*-Beständen abtrennen lassen. In den Vegetationsaufnahmen von HÖHN-OCHSNER (1963) zeigt *Carex elata* jeweils nur ein geringes oder gar kein Vorkommen, während *Carex paradoxa* einen Deckungswert von 4 oder 5 aufweist. Eine Vegetationsaufnahme aus dem Chrutzelried bei Gfenn-Dübendorf, Zürich, die *Carex paradoxa* mit Deckungsgrad von 1 resp. 2 enthält, ordnete HÖHN-OCHSNER (1966) dagegen dem *Caricetum elatae* zu. MESSIKOMMER (1928) beschrieb die Verlandungsgesellschaften und damit auch das *Caricetum elatae* rund um den Pfäffikersee. Er erwähnte jedoch kein Vorkommen von *Carex paradoxa* (Untersuchungsstellen 17 und 18). KLÖTZLI (1969) trennt die *Carex paradoxa*-Bestände nicht vom *Caricetum elatae* ab, sondern stellt sie ins *Caricetum elatae comaretosum*. Die vorliegenden Untersuchungen unterstützen diese Ansicht. Die Aufnahmen der Untersuchungsstellen 2, 3, 5, 9, 14, 17 und 18 entsprechen nach KLÖTZLI dem *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante (=*Carex appropinquata*-Variante). Vergleichbare Aufnahmen machte SCHLÄFLI (1972) am Barchetsee, Thurgau. Der Unterschied zur typischen Variante besteht hauptsächlich im Vorkommen von *Carex paradoxa*. Die Aufnahmen der Untersuchungsstellen 10 und 6 sind demnach ebenfalls dieser Einheit zuzuordnen. Hier ist nicht mehr *Carex paradoxa* sondern *Carex elata* die dominierende *Carex*-Art, die erstere ist aber dennoch vertreten. Die Übergänge von Steifseggen- zu Wunderseggendominierten Grosseggengesellschaften bei den Glattaltläufen (Untersuchungsstellen 5 und 6) sowie am Nerer See (Untersuchungsstellen 9 und 10) zählen demnach alle zum *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante. Am Katzensee ist ein Übergang von einem *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante (Untersuchungsstelle 2) zu einem *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante (Untersuchungsstelle 1) festzustellen.

5.1.2.2. *Caricetum paniculatae*

Die Vegetationsaufnahmen vom Mettmenhaslisee (Untersuchungsstellen 7 und 8) und vom Vogelholz (Untersuchungsstelle 20) sind den Aufnahmen des *Caricetum paniculatae* von KLÖTZLI (1969) zuzuordnen, die von den glei-

chen Lokalitäten stammen. Nach KLÖTZLI ist diese Grosseggengesellschaft durch die einzige Charakterart *Carex paniculata* gekennzeichnet. Seinen Angaben zufolge steht der *Carex paniculata*-Bestand am Mettmenhaslisee (Untersuchungsstellen 7 und 8) dem *Caricetum elatae typicum* nahe, während derjenige im Vogelholz (Untersuchungsstelle 20) mehr zum mesotrophen *Caricetum elatae comaretosum* hinneigt. Der *Carex paniculata*-Bestand am Verenenrain in Uster (Untersuchungsstelle 16) ist den Aufnahmen am Mettmenhaslisee zuzuordnen. Die drei übrigen *Carex paniculata*-Bestände, von der Bläsimüli in Russikon, vom Flachsee der Reuss und vom Étang de Bavelier im Jura (Untersuchungsstellen 19, 22 und 27), stellen die drei extremen Ausreisser innerhalb aller erhobenen Aufnahmen dar. Sie weisen jede für sich eine Reihe von Begleitarten auf, die in allen übrigen Aufnahmen nicht auftreten. Dies kann damit erklärt werden, dass es sich bei diesen drei Untersuchungsstellen um "gestörte Standorte" handelt. Der Teich bei der Bläsimüli ist schon länger ausgelaufen, so dass die umgebende Waldvegetation nun auch in den Moorbereich vordringen kann. Beim Flachsee der Reuss handelt es sich um einen Pionierstandort, der noch deutlich von der Vegetation des Uferdammes geprägt ist. Im Étang de Bavelier ist einerseits der Wasserstand erhöht worden, andererseits lässt sich ein starker Einfluss des umgebenden Intensivkulturlandes feststellen. Die dortige Aufnahme lässt sich eher den *Carex paniculata*-Beständen der höheren Lagen zuordnen, deren systematische Stellung bisher noch nicht geklärt worden ist, obwohl *Carex paniculata* dort ziemlich häufig auftritt. Die von HÖHN (1936) beschriebenen *Carex paniculata*-Quellfluren von Oberiberg (Kanton Schwyz) zeigen Ankläge sowohl an das *Cratoneurion* als auch vermehrt noch an das *Calthion*. Sie sind einer dauernden Quellwasserberieselung ausgesetzt, während die vielen Hochstauden Nährstoffreichtum anzeigen. BEGER (1923) stellt die *Carex paniculata*-Bestände, die er im Schanfigg (Kanton Graubünden) in der Umgebung von Tränkstellen vorfand, in die soziologische Nähe des *Molinietum*. GÉHU et al. (1972) präsentieren drei Vegetationsaufnahmen des *Caricetum paniculatae* aus dem Jura. Aufgrund der grossen Anzahl Arten der *Caricetalia fuscae* und der *Molinietalia* sowie der dichten Moosdeckung vermuten sie, dass diese Aufnahmen nicht mehr zum *Magnocaricion* gezählt werden können.

Für den europäischen Vergleich sei hier auf SCHLÜTER (1955) und JESCHKE (1963) verwiesen.

5.1.2.3. *Caricetum ripariae*

In Abweichung vom *Caricetum ripario-acutiformis* (SOD 1930) oder KOBENDZA (1930) werden die *Carex riparia*-Bestände von KNAPP und STOFFERS (1962) zu einer eigenen Gesellschaft, dem *Caricetum ripariae* gefasst, da *Carex acutiformis* trockenere Standorte bevorzugt als *Carex riparia*. Weitere Beschreibungen aus Mitteleuropa stammen z.B. von JESCHKE (1963) und PASSARGE (1964).
Die Vegetationsaufnahmen der Untersuchungsstellen 4, 11 und 28 - 31 lassen sich dem *Caricetum ripariae* zuordnen. *Carex riparia* stellt die einzige Charakterart der Assoziation dar. Die Vegetationsaufnahmen 29 - 31 entsprechen denjenigen von ROULIER (1983). Nach seinen Angaben und denjenigen von ANTONIAZZA (1979 und mündl. Mitt.) sind auch die Untersuchungsstellen am Südufer des Neuenburgersees ausgewählt worden.

5.1.2.4. *Caricetum vesicariae*

Nach KLÖTZLI (1969) ist das *Caricetum vesicariae* in der Schweiz nur selten in grossflächigen Reinbeständen vorzufinden, wie diese BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1963a) beschrieben hatte.
Kleinere Bestände sind jedoch häufig in Grosseggengesellschaften und zwar v.a. im *Caricetum elatae* eingestreut. Als Beispiel sei der Katzensee bei Zürich genannt oder das Untersuchungsgebiet Étang de Rougeat. In höheren Lagen kann das *Caricetum vesicariae* auch verzahnt mit dem *Caricetum rostratae* auftreten.

5.1.3. Biomasse und Nährstoffgehalt der *Carex*-Arten

Die Aufnahme von Nährstoffen und die Produktion von Biomasse ist artspezifisch und abhängig von verschiedenen Faktoren wie Klima, Wasserhaushalt und Nährstoffzufuhr. LÉON (1968), WILLIAMS (1968), YERLY (1970) und EGLOFF (1986) zeigten den Zusammenhang zwischen Grundwasserspiegelschwankungen, Sauerstoffzufuhr im Boden und Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen auf. Mit Nährstoffkreisläufen in der Vegetation von Feuchtgebieten beschäftigten sich z.B. KISTRITZ et al. (1983), GANZERT (1984), KARPATI und SZEGLET (1985).
Beim Vergleich zwischen den vier hinsichtlich Biomasse und Nährstoffgehalten untersuchten *Carex*-Arten (*Carex elata*, *Carex paradoxa*, *Carex*

paniculata, *Carex riparia*) fällt auf, dass *Carex elata* die geringsten Ca- und Mg-Gehalte aufweist. *Carex paradoxa* erweist sich als die grösste Biomasseproduzentin mit einer grossen unterirdischen Biomasse und zeigt die niedrigsten Gesamtphosphor-Gehalte. *Carex paniculata* ist ebenfalls eine grosse Biomasseproduzentin. Sie zeigt gegenüber den anderen *Carex*-Arten leicht erhöhte Gesamtstickstoff-Gehalte. *Carex riparia* produziert am wenigsten Biomasse, weist dafür die höchsten Gesamtphosphor-, Ca- und Mg-Gehalte auf, die vor allem in den Wurzeln lokalisiert sind.
Aufgrund der vorliegenden Resultate kann angenommen werden, dass bei *Carex riparia* im Herbst ein Rückzug von Phosphat aus den oberirdischen Pflanzenteilen in die Wurzeln stattfindet, bei *Carex elata* und *Carex paradoxa* höchstens in geringem Masse und bei *Carex paniculata* gar nicht. Diese internen Nährstoffkreisläufe sind z.B. von *Molinia coerulea* und *Schoenus ferrugineus* bekannt (MORTON 1977, KUHN et al. 1978, GANZERT 1984), die auf diese Weise relativ unabhängig von der Phosphatzufuhr sind.
Ein Zusammenhang zwischen den Nährstoffgehalten der untersuchten *Carex*-Arten und denjenigen von Boden oder Wasser der entsprechenden Untersuchungsstellen konnte nicht festgestellt werden. Dies entspricht den Aussagen von MALMER (1958) und BUTTLER (1987), dass von den Nährstoffverhältnissen am Standort nicht auf die Nährstoffgehalte in der Pflanze geschlossen werden kann. Auch die umgekehrte Ableitung ist nicht möglich.
Mit der Ausscheidung von Substanzen über die Wurzeln beeinflusst die Vegetation ihren Standort (SUMMERFIELD 1974, INGRAM 1983, CRAWFORD 1983). Nach TOLONEN und SEPPÄNEN (1976) nehmen Moorpflanzen Cl- und Na-Ionen direkt aus dem Wasser auf, während bei den übrigen Nährstoffen Ionenaustauschprozesse an der Oberfläche von Torfpartikeln stattfinden. Diese sind mit aktiver Ionenabsorption durch die Pflanze verbunden. In Anbetracht der komplizierten Mechanismen, die der Pflanze zur Nährstoffaufnahme dienen, ist ein Zusammenhang zwischen den Nährstoffen im Boden resp. im Wasser und in der Vegetation schwierig nachzuweisen. Entsprechende Untersuchungen stammen z.B. von GORE (1961a, 1961b), KLOPATEK (1975), SZCZEPANSKI (1979), TERRY und TANNER (1984), GOBAT (1984), BAYLEY et al. (1984), WILPISZEWSKA (1990), HAYATI und PROCTOR (1991).
Ein Vergleich der vorliegenden Resultate mit den wenigen Arbeiten, die dazu herbeigezogen werden können, ist wegen unterschiedlicher Methodik und Probenahmetechniken schwierig. Auch können die Resultate trotz gleichem Untersuchungsvorgehen innerhalb einer Art stark variieren.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976) stellte für diese vier *Carex*-Arten aus der Záhorie-Tiefebene etwas höhere Gesamtstickstoff- und K-Gehalte fest sowie etwas tiefere Gesamtphosphor- und Ca-Gehalte als die vorliegenden Ergebnisse. Einzig die Mg-Gehalte befinden sich im gleichen Bereich. Übereinstimmend mit den vorliegenden Resultaten weist BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ relativ niedrige Ca- und Mg-Gehalte bei *Carex elata* nach.
BUTTLER (1987) zeigt auf, dass von den untersuchten Pflanzengesellschaften am Südufer des Neuenburger Sees hinsichtlich der Produktivität der gesamten Vegetation das *Caricetum elatae* hinter dem *Cladietum marisci* mit 180 bis 475 g/m^2 an zweiter Stelle steht. Er ermittelte eine oberirdische Phytomasse (Biomasse und Streu) von *Carex elata* von rund 120 bis 250 g/m^2. Dies würde auf einer Fläche von 20 x 20 cm einem Gewicht von maximal 10 g entsprechen. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellte oberirdische Biomasse von *Carex elata* auf einer Fläche von 20 x 20 cm liegt mit durchschnittlich 200 g im August 1988 und 97 g im Oktober 1988 um ein mehrfaches höher. Dieser Unterschied ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass BUTTLER die abgemähten grünen Pflanzenteile eines *Carex elata*-Horstes und die Streu als oberirdische Phytomasse bezeichnet, während hier die Wurzeln im Bult, welcher sich über die Bodenoberfläche erhebt, auch dazu gezählt worden sind. Bei einer Extrapolation der vorliegenden Resultate auf Biomasse/m^2 müsste der Deckungsgrad der *Carex*-Bulten mitberücksichtigt werden. Da solchermassen berechnete Werte sehr unzuverlässig erscheinen, wurde darauf verzichtet. Mit einem einzelnen Beispiel soll aufgezeigt werden, dass auch die auf diese Weise dargestellte Biomasse von *Carex elata* deutlich über den Werten von BUTTLER liegen. An der Untersuchungsstelle 12 wurde im Oktober 1988 eine oberirdische Biomasse von 131 g auf einer Fläche von 20 x 20 cm festgestellt. Mit einer Deckung von 60% würde dies eine oberirdische Biomasse von 1965 g/m^2 ergeben.
BUTTLER (1987) vergleicht das *Caricetum elatae* mit *Typhoides arundinacea*, das am Südufer des Neuenburger Sees in nassen, oft überfluteten Zonen vorkommt, mit dem *Cladietum marisci* an etwas trockeneren Standorten. Er erklärt die fehlende Konkurrenzstärke von *Cladium mariscus* im nassen Bereich gegenüber *Carex elata* damit, dass letztere die Nährstoffressourcen dieses Standortes besser ausnützen kann. Die anfangs August 1985 von BUTTLER ermittelten Nährstoffgehalte in der oberirdischen Biomasse von *Carex elata* entsprechen etwa den vorliegenden Resultaten.

5.2. STANDORT

5.2.1. Wasserstände

Hohe Grundwasserstände sind ein allgemeines Charakteristikum der Standorte von Grosseggengesellschaften. Nach ELLENBERG (1986) spielen die Höhe und Dauer der Wasserüberflutung aber auch eine grosse Rolle für die Differenzierung verschiedener Grosseggengesellschaften. KLÖTZLI (1969) bezieht sich dementsprechend bei der Unterscheidung von Streuwiesengesellschaften im Mittelland der Nordschweiz auf verschiedene Dauerlinientypen. In seiner Arbeit sind zahlreiche Untersuchungen über den Einfluss des Grundwassers auf die Vegetation erwähnt. Arbeiten über den Grundwasserhaushalt von Flachmoorgesellschaften liegen z.B. von GODWIN und BARUCHA (1932), BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1965/66, 1968), NIEMANN (1963, 1973), SCHÄFER (1967), LÉON (1968), WILLIAMS (1968), YERLY (1970), GROOTJANS und TEN KLOOSTER (1980), EGLOFF und NAEF (1982), BUTTLER (1987), ELBER et al. (1991) vor.
Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen lassen keine eindeutige Zuordnung der Grosseggengesellschaften zu bestimmten Dauerlinientypen zu. Dennoch sind einige Tendenzen sichtbar, welche im Literaturvergleich abgestützt werden können.
Das *Caricetum elatae typicum* bei den Untersuchungsstellen 12 (Stadlersee) und 13 (Chernensee) zeichnet sich durch hohe Wasserstände und eine mehrwöchige Überflutungsdauer aus. Dies stimmt mit der dort ausgeprägten Bultbildung von *Carex elata* überein. *Carex elata* kann auf einem nassen Standort mit starken Wasserstandsschwankungen grosse Bulten bilden, während sie bei trockeneren Standortsverhältnissen in geschlossenen Rasen vorkommt (KLÖTZLI 1969). Nach KOCH (1926) bevorzugt das *Caricetum elatae* den Rand stehender Gewässer mit einem Sommerwasserstand von 30 bis 60 cm. Während dem Herbst- und Winterniederwasserstand ist jedoch der Boden zwischen den Bulten oft trocken. Dabei spricht er aber nur von der bultigen Ausbildung des *Caricetum elatae*. Ende letztes und zu Anfang dieses Jahrhunderts beschrieben die Vegetationskundler in blumigen Worten solche horstbildenden Grosseggenbestände (FRÜH und SCHRÖTER 1904). Als Beispiel wird hier KERNER (1863) angeführt, der aus dem ungarischen Tiefland die Bulten des *Caricetum elatae*, Zsombék-Formation genannt, als "braune Säulen" beschrieb, die unter Wasser stehen, so dass nur "die grünenden Köpfe über den Wasserspiegel wie aneinandergereihte Maul-

wurfshügel emporragen".
Nach LANG (1967) weist auch das Vorkommen von *Typhoides arundinacea* im *Caricetum elatae* auf schwankende Wasserstände hin. Die Wasserstände schwankten während der Vegetationsperiode von 1987 an den Untersuchungsstellen vom Stadlersee und Chernensee nur geringfügig und waren durchwegs über Flur. Grössere Schwankungen waren 1986 und 1988 festzustellen. Die maximale Grundwasseramplitude betrug rund 90 cm, die mit den Resultaten von ELBER et al. (1990) vergleichbar ist. Es ist auch anzunehmen, dass der Wasserstand während den Spätherbst- und den Wintermonaten um einiges tiefer liegt. BUTTLER (1987) hielt den Jahresverlauf der Grundwasserganglinie eines *Caricetum elatae* mit *Typhoides arundinacea* am Südufer des Neuenburgersees fest. Die Höchststände fielen jeweils in die Zeit von April bis Juni. Im Juli, August sank der Wasserspiegel stark unter Flur, während er im Winter nahe der Bodenoberfläche schwankte. KLÖTZLI (1969) spricht beim *Caricetum elatae typicum* von einer Jahresamplitude der Wasserstandsschwankungen von 130 cm (vgl. ELLENBERG 1986, HEJNY 1960, BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ 1968). Auch 1976 stellte BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ beim *Caricetum elatae* in der Záhorie-Tiefebene grosse Grundwasseramplituden fest. Diese lagen im Bereich von 115 bis 215 cm. Im Vergleich zu anderen von ihr untersuchten Grosseggengesellschaften trat das *Caricetum elatae* jeweils am feuchtesten Standort auf, da der Grundwasserspiegel nur wenig absank.
Die Artenarmut der Untersuchungsstellen 12 und 13 kann mit dem hohen Wasserstand und ev. auch mit der Beschattung durch *Typhoides arundinacea* erklärt werden. Nach KLÖTZLI (1967) tritt *Typhoides arundinacea* vor allem in Ausbildungen nährstoffreicher Standorte auf.
Allgemein zutreffend scheinen somit die Angaben von HESS et.al. (1976-80) zur Ökologie von *Carex elata* zu sein, wonach diese Böden besiedelt, die nur während des niedrigsten Wasserstandes nicht überschwemmt sind.
Die stark abfallenden Dauerlinien des *Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante (Untersuchungsstellen 1, 15 und 21) lassen sich nicht von denjenigen des *Caricetum elatae typicum* abtrennen, da diese in den Jahren 1986 und 1988 auch stark abfallen. Der Wasserstand sinkt aber nicht unter rund 40 cm unter Flur.
Das *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante (Untersuchungsstellen 2, 3, 5, 6, 9, 10, 14, 17, 18) weist deutlich niedrigere Höchstwasserstände auf (maximal 25 cm über Flur) als das *Caricetum elatae typicum* und erreicht eine Amplitude von maximal 70 cm. Dies stimmt mit

der Aussage von OBERDORFER (1977) überein, dass das *Caricetum elatae* nässere Standorte einnimmt als das *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante. Nach den Untersuchungen von BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976, 1986) in der Záhorie-Tiefebene sind die dortigen *Carex paradoxa*-Bestände nur ausnahmsweise überflutet. Der Grundwasserspiegel schwankt zum grössten Teil des Jahres im obersten Teil des Bodenprofils. Übereinstimmend mit den vorliegenden Resultaten sind die ausgeglichenen Wasserstandsschwankungen gegenüber den grossen Wasserstandsschwankungen beim *Caricetum elatae typicum* und dem *Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante. Der Wasserstand kann aber tiefer absinken als bei der letztgenannten Gesellschaft.

Beim *Caricetum paniculatae* (Untersuchungsstellen 7, 8, 16, 19, 20, 22, 27) ist die Varianz der Höchst- und Niedrigstwasserstände sehr gross. Auch bei Auslassung der drei "gestörten" Untersuchungsstellen (19, 22, 27) ergibt sich kein einheitliches Bild. Eine Differenzierung gegenüber dem *Caricetum elatae typicum* ist somit aufgrund der Dauerlinien nicht möglich. Dies stimmt mit den Beobachtungen von KLÖTZLI (1969) überein, der das *Caricetum paniculatae* standörtlich sehr nahe beim *Caricetum elatae typicum* ansiedelt. BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1968) dagegen stellt das *Caricetum paniculatae* in die Nähe des *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante, da sie bei beiden Gesellschaften einen ausgeglichenen Grundwasserstand feststellte. Diese unterschiedlichen Aussagen unterstützen die vorliegenden Beobachtungen, dass im *Caricetum paniculatae* sowohl grosse als auch kleine Grundwasserschwankungen auftreten können. Nach BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976) ist das *Caricetum paniculatae* auf eine ständige Wasserzufuhr angewiesen. Entsprechende Beobachtungen machten auch DE SLOOVER et al. (1979). Diese Wasserzufuhr ist an den Gräben, Bächen und in den Quellmooren der höheren Lagen gewährleistet, wo *Carex paniculata* in der Schweiz sehr häufig auftritt. Auch für die Untersuchungsstelle 22 am Flachsee der Reuss sowie für die *Carex paniculata*-Bestände am Klingnauer Stausee (MARTI 1984) trifft dieser Faktor offensichtlich zu. Für die übrigen Untersuchungsstellen können keine Aussagen dazu gemacht werden, da keine entsprechenden Messungen ausgeführt wurden.

Für das *Caricetum ripariae* (Untersuchungsstellen 4, 11, 28, 29, 30, 31) scheint die flache Dauerlinienform charakteristisch zu sein, die anhaltend hohe Wasserstände anzeigt, welche nur selten unter Flur absinken. Dies stimmt gut mit den Beobachtungen von PHILIPPI (1978) überein, der vom Altrheingebiet bei Russheim kleine *Carex riparia*-Bestände beschreibt, die

fast überall an Schilfröhrichte angrenzen. Sie sind auf flach überschwemmtem, erst im Spätsommer trockenfallendem Boden angesiedelt. Charakteristisch für ihren Standort sind alljährliche, längerdauernde Überflutungen. Extreme Hochwasser können sie jedoch zum Verschwinden bringen. Ähnliche Aussagen macht BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1968, 1976) von der Záhorie-Tiefebene, wo an ungestörter Stelle im *Caricetum ripariae* die Überflutung über 30 cm hoch war und bis Ende Juli andauerte. In der Trockenzeit gegen Ende August sank das Grundwasser nur bis 28 cm über Flur. BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976) sieht die optimale Entwicklung von *Carex riparia* in Abhängigkeit von einer weit in die Vegetationsperiode hineinreichenden Vernässung des Oberbodens. Wo durch Entwässerungsmassnahmen niedrigere Grundwasserstände vorherrschen, stellte sie eine geschwächte Vitalität von *Carex riparia* fest (1976). PHILIPPI (1977) bezeichnet das *Caricetum ripariae* als Ersatzgesellschaft des *Phragmitetum*, wobei diese Gesellschaften durch gleitende Übergänge miteinander verbunden seien.
Zwischen rund 20 und 40 cm unter Flur liegen die flachen Dauerlinien des *Caricetum vesicariae* (Untersuchungsstellen 23 - 26). Diese Resultate dürfen nicht als einzig mögliche Dauerlinienform betrachtet werden, da sie alle von der gleichen Lokalität stammen. BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976) hält Grundwasserganglinien des *Caricetum vesicariae* aus der Záhorie-Tiefebene fest, die im niederschlagsreichen Jahr 1966 zwischen 70 cm über Flur und 20 cm unter Flur schwankten und im trockeneren Jahr 1967 bis 100 cm unter Flur absanken. PHILIPPI (1977) sieht auch diese Gesellschaft als eine Ersatzgesellschaft des *Phragmitetum* an. Sie kann an flach überschwemmten Standorten aufkommen, während sie jedoch zu grosses Ansteigen des Wasserspiegels nicht erträgt (BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ 1968, PHILIPPI 1978).

5.2.2. Wasserchemismus

Da sich die Grosseggengesellschaften zu einem grossen Teil des Jahres im Einflussbereich des Grundwassers befinden, ist anzunehmen, dass der Wasserchemismus auch auf die Vegetationszusammensetzung einen Einfluss hat. Unter anderen befassten sich folgende Autoren in ihren Arbeiten mit dem Wasserchemismus von Feuchtgebieten: SJÖRS (1950), SCHÄFER (1967), YERLY (1970), GIES (1972), HÖLZER (1977), POTT (1983), PEDERSEN (1985), BUTTLER (1987), ZIMMERLI (1988).
Der Vergleich der Werte aus den Wasseranalysen des *Caricetum elatae typicum* (Untersuchungsstellen 12 und 13) mit dem *Caricetum elatae* mit

Tab. 7. Vergleich des Wasserchemismus beim *Caricetum elatae typicum* (Untersuchungsstellen 12 und 13) mit dem *Caricetum elatae, Typhoides arundinacea*-Variante von BUTTLER 1987.
Comparison of chemical contents in water in Caricetum elatae typicum (study sites 12 und 13) and Caricetum elatae, Typhoides arundinacea-variant of BUTTLER 1987.

Caricetum elatae typicum (12,13)		*Caricetum elatae* var. *Typh.arund.*, Aa-Horizont (BUTTLER 1987)	
		Durchschnittswerte *average values*	Variationskoeffizient *variation oefficient*
Ca	41.3 - 121 mg/l	165.4 mg/l	24.8
Mg	3.1 - 13.8 mg/l	4.7 mg/l	18.6
Leitf.	231 - 652 µS	845.6 µS	72.1
pH	6.94 - 7.34	6.9	4.0
K	0.6 - 20.4 mg/l	1.0 mg/l	43.2
Na	2.35 - 11 mg/l	1.8 mg/l	71.3
NO_3	0 - 430 µg/l	0.1 mg/l	277.6
PO_4	0 - 214 µg/l	0.1 mg/l	134.8

Typhoides arundinacea von BUTTLER (1987) zeigt, dass sich diese in einem ähnlichen Rahmen bewegen (Tab. 7). Der Standort des *Caricetum elatae* mit *Typhoides arundinacea* am Südufer des Neuenburgersees weist etwas höhere Ca-Gehalte und damit auch eine höhere Leitfähigkeit auf als diejenigen vom Stadlersee und vom Chernensee.
Im Bodenwasser des *Caricetum elatae typicum* konnte im Gegensatz zu den Befunden von KLÖTZLI (1969) kein signifikant höherer Phosphat- und Stickstoffgehalt festgestellt werden gegenüber den sogenannt mesotrophen Ausbildungen des *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante und dem *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante.
Die am besten differenzierenden Faktoren in bezug auf die untersuchten Grosseggengesellschaften sind nach den durchgeführten Varianzanalysen Ca- und Mg-Gehalt, Leitfähigkeit und pH. Diese Faktoren sind zusammen mit dem Partialdruck von CO_2 verantwortlich für das thermodynamische Gleichgewicht in einem kalkhaltigen wässrigen Milieu: $CaO(MgO) - H_2O - CO_2$ (STUMM und MORGAN 1970). Auch die von BUTTLER (1987) untersuchten Vegetationseinheiten lassen sich u.a. mit diesen Parametern unterscheiden.

Bei den vorliegenden Ergebnissen besteht zwischen der Leitfähigkeit und der Konzentration der Ca-Ionen eine deutliche Korrelation. Dies wird auch von ÄBERHARD (1972) nachgewiesen und BUTTLER (1987) stellt dies im *Caricetum elatae* mit *Typhoides arundinacea* ebenfalls fest. Nach ZIMMERLI (1988) ist die Leitfähigkeit erst bei pH-Werten > 5 geeignet, um als Mass für den Basengehalt eines Standortes zu gelten, was für die Untersuchungsgebiete dieser Arbeit zutrifft.
Verschiedene Autoren bestimmen die Zugehörigkeit eines Standortes zu ombrotrophen, mesotrophen oder eutrophen Verhältnissen nicht nur aufgrund der pH-Werte sondern auch mit der Konzentration der Ca-Ionen im Wasser (SJÖRS 1961, HEINSELMAN 1970, SONNESON 1970, LÖTSCHERT und GIES 1973, WAUGHMAN 1980, WILPISZEWSKA 1990).
Das Grundwasser nimmt aus dem Boden, den es durchfliesst, mineralisierte Nährstoffe auf. Neu infiltriertes Grundwasser zeigt hydrochemische Ähnlichkeit mit dem Regenwasser, das eine geringe Leitfähigkeit aufweist. Mit zunehmender Aufenthaltszeit im Boden steigt somit die Leitfähigkeit an (HEM 1970). In Regionen mit Ca-haltigem Muttergestein nimmt entsprechend die Konzentration der Ca-Ionen im Grundwasser zu.
Die Ca-Ionen im Grundwasser spielen eine wichtige Rolle für die Nährstoffverfügbarkeit eines Standortes. Mit zunehmender Konzentration an Ca-Ionen nimmt die Phosphatlöslichkeit ab. Durch einen indirekten Effekt auf die Bodenazidität beeinflusst die Konzentration der Ca-Ionen auch Mineralisierungsprozesse wie Ammonifikation und Nitrifikation. Dadurch erhält dieser Parameter seine offensichtliche standortsdeterminierende Bedeutung (KEMMERS 1986).
Übereinstimmend mit den Ergebnissen von LANFRANCHI (1985) und BUTTLER (1987) sind die vorliegenden Nährstoffwerte (NO_3, NH_4, PO_4, K) im Wasser nicht für eine Differenzierung der Vegetation geeignet. Nach der Hauptkomponentenanalyse zum Wasserchemismus unterscheiden sich die Untersuchungsstellen in bezug auf den Phosphatgehalt im Wasser. Diese Unterschiede ergeben sich aber unabhängig von der Zuordnung der Vegetation zu Grosseggen-Dominanzbeständen oder -gesellschaften. Wie die beiden Autoren ebenfalls anführen, hängt dies sicher damit zusammen, dass diese Nährstoffe aus dem Wasser sofort von der Vegetation aufgenommen werden, so dass die aktuellen Nährstoffgehalte im Wasser nichts über die Produktivität des Standortes aussagen (siehe auch ELLENBERG 1977, ELBER et al. 1991).
Ein weiterer wichtiger Faktor, der die Interpretation des Einflusses der Nährstoffgehalte im Wasser auf die Vegetation erschwert, ist die Grund-

wasserbewegung. Nährstoffarmes Grundwasser, das ein Flachmoor kontinuierlich durchfliesst, kann die Nährstoffansprüche der Vegetation gleichermassen erfüllen wie nährstoffreicheres wenig mobiles Grundwasser. Nicht die aktuelle Nährstoffkonzentration im Grundwasser sondern die Nachschubrate der Nährstoffionen ist ausschlaggebend (INGRAM 1967, YERLI 1970, BICK 1985, ZIMMERLI 1988).
Aufgrund der Wasseranalysen kann zwar nicht das aktuelle Nährstoffangebot ermittelt werden, doch ist wenigstens die Relation zwischen dem Nitrat- und dem Ammoniumangebot aufschlussreich. Ein Vergleich der Nitrat- und der Ammoniumgehalte im Wasser ergibt, dass einzig bei *Carex riparia* der Nitratgehalt überwiegt, während bei den übrigen Grosseggenbeständen zum grösseren Teil Ammonium vorliegt. Nach JANIESCH (1981, in ELLENBERG 1986) weisen einige *Carex*-Arten nasser Standorte, insbesondere *Carex elata,* keine Nitratreduktase auf und verwerten somit nur geringe Mengen von Nitrat. Sie nutzen vorwiegend das an Nassstandorten vorhandene Ammoniumangebot.

5.2.3. Boden

Der Boden ist geprägt von der Geologie, dem Wasserhaushalt und der Vegetation des Standortes. Eine Bodenuntersuchung gibt somit die Integration dieser verschiedenen Parameter über einen längeren Zeitraum wieder. Die in dieser Arbeit untersuchten Bodenprofile zählen zu den hydromorphen Böden, mit denen sich u.a. ZOBRIST (1935), BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1963b, 1965/66), LÉON (1968), YERLY (1970), GOBAT (1984), BUTTLER et al. (1985) und BUTTLER (1987) befassten.
Die Bodenprofile der untersuchten Grosseggengesellschaften weisen mehr oder weniger übereinstimmend einen humushaltigen Mineralerdehorizont über einem Gleyhorizont auf (Fig. 17). Der Humusanteil im A-Horizont ist unter aeroben oder hydromorphen Bedingungen zersetzt worden, während die Gley-Horzionte von Oxidations- und Reduktionszonen gezeichnet sind. Die Oxidationszone liegt im Schwankungsbereich des Wasserspiegels, wogegen die Reduktionszone durch Wassersättigung und Sauerstoffmangel entsteht. Aufgrund der Bodenprofile ist beim *Caricetum ripariae* und auch beim *Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante auf anhaltend hohe Wasserstände zu schliessen. Dies stimmt mit den Grundwasserstandsmessungen überein, die bei diesen beiden Grosseggengesellschaften ein Absinken des Grundwasserspiegels auf höchstens rund 40 cm unter Flur

anzeigten.
Nach OBERDORFER (1977) ist das *Caricetum elatae* auf nährstoffreichen, oft kalkhaltigen Schlammböden zu finden, auch über torfigem Untergrund, an flach überschwemmten Stellen bis zur Mittelwasserlinie. Es kann Grundwasserschwankungen gut ertragen und kommt an etwas nässeren Standorten vor als das *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante, das er als eigene Gesellschaft (*Caricetum appropinquatae*) auffasst. Dieses kommt nach seinen Aussagen auf feuchten bis nassen, anmoorigen und nur mässig nährstoffreichen, meist kalkhaltigen Böden vor. Auch nach den von ELLENBERG (1986) berechneten N-Zahlen anhand von Vegetationsaufnahmen von BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1976, 1978) ist das *Caricetum elatae comaretosum*, *Carex paradoxa*-Variante schlecht mit Nährstoffen versorgt.
In bezug auf die Nährstoffgehalte im Boden weisen die drei untersuchten Varianten des *Caricetum elatae* jedoch keine signifikanten Unterschiede auf. Auffällig ist einzig der verhältnismässig tiefe Mg-Gehalt beim *Caricetum elatae typicum.*
Das *Caricetum paniculatae* bezeichnet OBERDORFER (1977) als Grosseggengesellschaft auf mineralischem bis anmoorigem, basenreichem, z.T. kalkhaltigem Grund, das Stellen mit quelligem Wasser bevorzugt. Aufgrund der vorliegenden Bodenuntersuchungen ist es in die Nähe des *Caricetum elatae* zu stellen.
Das *Caricetum ripariae* soll nach OBERDORFER (1977) auf feuchten bis nassen, nährstoff- und kalkreichen, schlammigen Böden vorkommen. Die vorliegenden Resultate der Bodenanalysen zeigen gegenüber dem *Caricetum elatae* und dem *Caricetum paniculatae* tiefere Gesamtstickstoff- und Gesamtphosphorgehalte, höhere pH-Werte und einen höheren Basensättigungsgrad.
Die von den Aussagen OBERDORFERS (1977) und ELLENBERGS (1986) abweichenden Resultate können wiederum darauf zurückgeführt werden, dass die Nährstoffgehalte im Boden keinen direkten Aufschluss über die tatsächliche Nährstoffversorgung der Vegetation geben.
BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ (1963b) stellt die Abhängigkeit der vorliegend untersuchten Grosseggengesellschaften vom Pufferungsvermögen des Bodens dar. Dabei weist das *Caricetum elatae* das beste Pufferungsvermögen im Boden auf, gefolgt vom *Caricetum paniculatae* und dem *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante (*Caricetum appropinquatae*). Das *Caricetum ripariae* und das *Caricetum vesicariae* zeigen ein relativ schlechtes Pufferungsvermögen im Boden. Da pro Grosseggengesellschaft

jeweils nur eine Untersuchungsstelle in der SW-Slowakei resp. in Schlesien in bezug auf das Pufferungsvermögen im Boden analysiert wurde, lassen sich diese Aussagen jedoch nicht verallgemeinern.
Nach der Hauptkomponentenanalyse zum Bodenchemismus trennt der Gesamtstickstoffgehalt im Boden die Untersuchungsstellen gut, aber unabhängig von der Vegetationszuordnung auf. Bessere Resultate wären von Stickstoffinkubationsversuchen zu erwarten.
Von einigen Autoren wird Phosphat als limitierender Wachstumsfaktor angesehen (WILLIAMS 1968, EGLOFF 1983, BUTTLER 1987). Die Löslichkeit von Phosphat in vernässten Böden untersuchten z.B. MOHANTY und PATNAIK (1976) und LANFRANCHI (1983).
Nach der Überflutung eines Bodens zeigt sich ein starker Anstieg der Phosphatkonzentration im Bodenwasser, gefolgt von einer langsamen Abnahme, bis sich ein für die Bodenart charakteristisches Gleichgewicht einstellt (PONNAMPERUMA 1972). Der Konzentrationsanstieg wird auf eine verstärkte Diffusion von Phosphat zurückgeführt (MAHTAB et al. 1971, TURNER und GILLIAM 1976), aber auch auf Effekte der anaeroben Verhältnisse. In sauren Böden steigt der pH infolge von Reduktionsvorgängen, was in der Hydrolyse von Fe- und Al-Phosphaten resultieren kann. Infolge des Sauerstoffmangels werden zur Phosphatadsorption befähigte Fe(III)-Oxide reduziert, so dass eine Phosphatfreisetzung stattfindet (PATRICK et al. 1973, WILLETT 1985). In alkalischen Böden sinkt der pH durch den Anstieg des Partialdruckes von CO_2, was zu der Auflösung der dort vorherrschenden Ca-Phosphat-Mineralien führen kann. Die längere Zeit nach der Überflutung einsetzende Konzentrationsabnahme von Phosphat wird mit Adsorptions- und Fällungsreaktionen erklärt. Nach diesen Aussagen ist die grösste Phosphatlöslichkeit bei pH-Werten zwischen 5 und 6 zu erwarten. WELP et al. (1983) fanden jedoch in ihren Untersuchungen in diesem pH-Bereich die niedrigste Phosphatlöslichkeit, während sie bei extrem sauren oder basischen Bedingungen die Erwartungen überstieg. Sie führen dies auf komplizierte Ad- und Desorptionsreaktionen von Fe-Phosphaten auch in carbonathaltigen Böden zurück. Nach LANFRANCHI (1983) sind in bezug auf die Phosphatlöslichkeit die Redoxverhältnisse neu zu interpretieren und auch der Einfluss der organischen Substanz zu berücksichtigen. Wie schon angeführt, beeinflusst auch die Konzentration der Ca-Ionen die Phosphatlöslichkeit (KEMMERS 1986).
Die Phosphatkonzentration in der Bodenlösung ist im allgemeinen sehr klein, denn der wichtige Pflanzennährstoff wird von der Vegetation aufgenommen oder im Boden fixiert. Wie schon erwähnt, sind in der vorliegenden Arbeit

keine Unterschiede zwischen den untersuchten Grosseggengesellschaften festzustellen. Das pflanzenverfügbare Phosphat wird vor allem durch den Anteil an leichtlöslichen Phosphaten im Boden und deren Nachlieferungsgeschwindigkeiten bestimmt. Da die Lösungsgeschwindigkeit mit den gebräuchlichen Methoden nicht feststellbar ist, müssen die Ergebnisse der Untersuchungen der Phosphatgehalte im Boden in Relation zum Pflanzenertrag interpretiert werden (MUNK 1971/72).

5.2.4. Temperatur

Die untersuchten Grosseggengesellschaften sind mit den gemessenen exponentiellen Mitteltemperaturen, die eine Grösse für den Wärmegenuss darstellen, nicht voneinander abzutrennen. Es lässt sich somit nicht belegen, dass das *Caricetum paniculatae* im Mittelland nur in schattigen Lagen der Konkurrenz von *Carex elata* gewachsen ist (KLÖTZLI 1967). Aufgrund der Höhenverbreitung der untersuchten Grosseggen ist trotzdem ein gewisser Einfluss der Temperaturverhältnisse anzunehmen. *Carex elata* und *Carex paradoxa* sind in der kollinen und montanen Stufe anzutreffen. *Carex paniculata* tritt häufig, *Carex vesicaria* selten auch in der subalpinen Stufe auf, wo niedrigere Mitteltemperaturen vorherrschen. Nach ELLENBERG (1986) ist das*Caricetum ripariae* eine verhältnismässig wärmeliebende Grosseggengesellschaft ist, was mit der Verbreitung dieser Art in der kollinen Stufe übereinstimmt.

5.3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die multivariaten Auswertungen der Vegetationsaufnahmen ergaben Vegetationsgruppen, die von *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* und *Carex riparia* dominiert werden. Nach der Diskriminanzanalyse lassen sich diese am besten mit dem S-Wert (Summe der Ca-, Mg-, K-, Na-Anteile) und dem Mg-Gehalt im Boden differenzieren. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die Auswahl der Untersuchungsgebiete mit nur zwei Probeflächen des *Caricetum elatae typicum* und vier Probeflächen des *Caricetum vesicariae* von der gleichen Lokalität eine deutlichere Differenzierung erlaubt, als dies bei einer grösseren Anzahl von Untersuchungsstellen dieser beiden Gesellschaften aus verschiedenen Lokalitäten möglich gewesen wäre.

Die mit pflanzensoziologischen Kriterien ermittelten Grosseggengesellschaften sind nach diesem Verfahren nicht gut auftrennbar. Wenn die untersuchten Grosseggenbestände überhaupt aufgetrennt werden sollen, so ist dies mit Vorteil aufgrund der dominierenden Grossegge vorzunehmen und nicht nach dem Vorkommen einer Grossegge als Charakterart und der übrigen Artenzusammensetzung.
Nach den Varianzanalysen sind neben dem ebenfalls differenzierenden Mg-Gehalt im Boden auch der Leitfähigkeit im Wasser (mit dem Ca- und dem Mg-Gehalt, sowie dem pH) eine gewisse differenzierende Rolle für die Grosseggen-Dominanzbestände und -gesellschaften anzurechnen.
Die Parameter Mg-Gehalt und S-Wert im Boden, pH, Leitfähigkeit und Ca-Gehalt im Wasser stellen das komplexe Zusammenspiel von Boden, Wasser und Vegetation in einem bestimmten, anhand dieser Faktoren messbaren Zustand dar. Sie können aber nicht als entscheidende Standortsfaktoren für das Vorkommen dieser *Carex*-Arten angesehen werden. Wichtiger scheint die Nährstoffversorgung der *Carex*-Arten mit Phosphat und Stickstoff zu sein.
Für die untersuchten *Carex*-Arten ergibt sich folgendes Bild (die Begriffe "hohe" oder "tiefe Werte" sind immer als relativ im Vergleich zu den übrigen *Carex*-Arten zu verstehen):
Die Phosphat-, Ammonium- und Nitrat-Konzentrationen im Grundwasser lassen keine standörtliche Differenzierung zu. Einzig bei *Carex riparia* lässt sich ein grösseres Nitratangebot im Wasser nachweisen, während die Standorte der anderen *Carex*-Arten mehr mit Ammonium versorgt werden. Die Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoff-Gehalte im Boden sind einzig bei *Carex riparia* tiefer als bei *Carex elata, Carex paradoxa* und *Carex paniculata. Carex riparia* und *Carex paniculata* weisen jedoch durchschnittlich etwas höhere Phosphatgehalte in der Pflanze auf als *Carex elata* und *Carex paradoxa* mit jeweils ähnlichen Werten. *Carex paniculata* zeigt zudem etwas höhere Stickstoffgehalte als die anderen drei Arten.
ATWELL et al. (1980) führten experimentelle Untersuchungen der Phosphor-Aufnahme verschiedener *Carex*-Arten von oligotrophen bis eutrophen Standorten durch. Dabei konnten sie keine signifikanten Variationen der Aufnahmegeschwindigkeit feststellen. VEERKAMP et al. (1980) kommen aufgrund ihrer Experimente zum Schluss, dass die Fähigkeit von *Carex*-Arten, einen Phosphatpool anzulegen, wichtig ist für die Adaption an nährstoffarme Standorte. Die vorliegend untersuchten *Carex*-Arten besiedeln jedoch durchwegs eher eutrophe Standorte, so dass eine Phosphat-Anreicherung überflüssig ist.

Hohe Phosphat- und Stickstoffgehalte in der Pflanze lassen demnach auf eine sehr gute, niedrigere Gehalte auf eine entsprechend weniger gute Versorgung mit diesen Nährstoffen schliessen.

Wegen der grossen Wasserstandsschwankungen und der lang andauernden Überflutungen ist am Standort von *Carex elata* mit einer guten Phosphat-Löslichkeit zu rechnen. Die Phosphat-Gehalte in der Pflanze sind aber geringer als bei *Carex paniculata* und *Carex riparia,* die eine noch grössere Phosphatzufuhr erhalten. Bei einer grösseren Anzahl an Untersuchungsstellen mit *Carex elata*, wäre jedoch auch mit einer grösseren Amplitude zu rechnen. *Carex elata* ist an lang anhaltende Überflutungen angepasst, da sie das unter anaeroben Standortsverhältnissen angebotene Ammonium nutzen kann.
Bei *Carex paradoxa* (im *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante) sind Phosphat- und Stickstoffgehalte in der Pflanze ebenfalls relativ gering im Vergleich zu *Carex paniculata* und *Carex riparia*. Das ausgeprägte Wurzelsystem lässt zudem eine Anpassung an etwas nährstoffärmere Verhältnisse erkennen (VEERKAMP et al. 1980). Gegenüber dem Standort von *Carex elata* besteht die einzige deutliche Differenzierung in den durchschnittlich tieferen Wasserständen. Dies könnte zu einer geringeren Phosphatverfügbarkeit führen und einer Vergrösserung des Nitrat- gegenüber dem Ammoniumangebot. Es ist anzunehmen, dass *Carex paradoxa* auf etwas trockenere Standortsverhältnisse mit einem grösseren Nitratangebot angewiesen ist.
Gegenüber *Carex elata* und *Carex paradoxa* weist *Carex paniculata* (im *Caricetum paniculatae*) höhere Phosphatgehalte in der Pflanze auf. Dies lässt auf eine gute Phosphatlöslichkeit schliessen, die durch die zum Teil grossen Wasserstandsschwankungen gefördert wird. Auch die Stickstoffgehalte in der Pflanze sind etwas höher als bei den anderen drei Arten. *Carex paniculata* ist wie *Carex elata* zum Teil lang andauernden Überflutungen ausgesetzt. Es ist jedoch anzunehmen, dass *Carex paniculata* nicht vorwiegend Ammonium verwertet, sondern auf eine Nitratzufuhr angewiesen ist, die bei wassergesättigtem Boden nur über einen Wasserzufluss erfolgen kann. Damit lässt sich auch das häufige Vorkommen von *Carex paniculata* an Gräben und Bächen in höheren Lagen erklären.
Der Standort von *Carex riparia* (im *Caricetum ripariae*) weist relativ tiefe Gesamtphosphor- und Gesamtstickstoffgehalte im Boden auf. Lang andauernde Überflutungen begünstigen aber auch hier die Phosphatlöslichkeit. Mit der relativ geringen Biomasseproduktion ist *Carex riparia* von einer viel

geringeren Nährstoffzufuhr abhängig als *Carex elata, Carex paradoxa* und *Carex paniculata*, so dass schon ein relativ geringes Phosphatangebot zu einem grossen Phosphatgehalt in der Pflanze führt. In den Wurzeln findet zudem eine Phosphat-Anreicherung im Herbst statt. Die langen Überflutungszeiten kann *Carex riparia* in bezug auf die Stickstoffzufuhr nur überstehen, falls sie wie *Carex elata* vor allem Ammonium verwertet, oder, was eher anzunehmen ist, durch Wasserzufluss mit Nitrat gespiesen wird.

Die untersuchten *Carex*-Arten und die nach ihnen benannten pflanzensoziologischen Gesellschaften überschneiden sich in den Amplituden der verschiedene untersuchten Standortsfaktoren, so dass die Standorte nicht eindeutig voneinander abzugrenzen sind. Das *Caricetum elatae typicum* verfügt über die weiteste Amplitude, während die anderen Grosseggengesellschaften mit Einschränkungen innerhalb der gleichen Amplitude angesiedelt sind. Dies wirft die Frage auf, ob eine Unterteilung in verschiedene Assoziationen gerechtfertigt ist.
Die untersuchten Pflanzengesellschaften besitzen nach SUCCOW (1974) eine weite standörtliche Amplitude und durchlaufen sukzessionsbedingt unterschiedliche ökologische Stadien, was zu Verschiebungen in der charakteristischen Artenkombination führt. "Die Standortverhältnisse innerhalb der Entwicklungsreihe eines Dominanzbestandes sind weit stärker unterschieden als die Standortunterschiede verschiedener herkömmlicher Assoziationen innerhalb des gleichen Entwicklungszustandes eines Moores" (SUCCOW 1974). Mit dieser Begründung ordnet SUCCOW (1988) die untersuchten Vegetationseinheiten alle dem *Ranunculo-Magnocaricetum* (W. Koch 26) Succ. (70) 74 zu.
Angesichts der sich überlappenden Standortsamplituden der vorliegend untersuchten Grosseggengesellschaften, die lediglich Tendenzen in bezug auf die Nährstoffversorgung und den Wasserhaushalt aufzeigen, kann dieser Ansicht durchaus zugestimmt und diese Gesellschaften zu einem *Magnocaricetum* zusammengefasst werden. Falls dieses *Magnocaricetum* dennoch weiter unterteilt werden sollte, so müssten diese Einheiten nach der dominierenden *Carex*-Art benannt werden. Innerhalb dieser Grosseggenbestände lassen sich Dominanzbestände dieser *Carex*-Arten etwas besser standörtlich differenzieren als Assoziationen, die allein aufgrund des Vorkommens einer dieser *Carex*-Arten gebildet werden.
Zum Schluss sei nochmals darauf hingewiesen, dass das häufige Vorkommen von *Carex elata*-Beständen im Gegensatz zu den übrigen untersuchten

Grosseggenbeständen in der Schweiz mit weiteren autökologischen Parametern in Verbindung gebracht werden sollte. Neben den Ansprüchen und Anpassungsfähigkeiten in bezug auf die Nährstoffversorgung oder den Wasserhaushalt und neben der Konkurrenzkraft spielen sicher auch die Fortpflanzung und die Verbreitung der untersuchten *Carex*-Arten eine wichtige Rolle bei dieser ungleichen Verteilung. Auch die Bewirtschaftung kann einen Einfluss auf das Vorkommen dieser *Carex*-Arten haben.

ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit werden die Standortsbedingungen von Grosseggenbeständen untersucht, die von *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* und *Carex riparia* dominiert werden. Pflanzensoziologisch können diese Bestände folgenden Assoziationen zugeordnet werden: *Caricetum elatae typicum; Caricetum elatae comaretosum,* typische Variante; *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante; *Caricetum paniculatae; Caricetum ripariae; Caricetum vesicariae.*
Die Untersuchungsgebiete befinden sich zum grossen Teil im Kanton Zürich, mit einigen weiteren Stellen am Flachsee der Reuss (AG), am Südufer des Neuenburgersees und im Jura.
Es wurden Vegetationsaufnahmen ausgeführt, die einerseits in einer Vegetationstabelle nach Charakter- und Differentialarten geordnet, und andererseits mit multivariaten Analysen gruppiert wurden.
Zur standörtlichen Differenzierung wurden während den Vegetationszeiten von 1986 bis 1988 monatlich Wasserstandsmessungen und wasserchemische Analysen (pH, Leitfähigkeit, Ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg) durchgeführt. Im Herbst entnommene Bodenproben wurden ebenfalls chemischen Analysen (C_{org}, pH, Ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg) unterworfen. Zudem wurden Analysen der Nährstoffgehalte (N-tot, P-tot, C_{org}, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu) im ober- und unterirdischen Pflanzenmaterial und Biomassebestimmungen ausgeführt. Es wurden die exponentiellen Mitteltemperaturen gemessen.
Die Standortsdaten wurden mit Hauptkomponentenanalysen ausgewertet sowie mit Varianz- und Diskriminanzanalysen zu den Vegetationsgruppen in Bezug gebracht.
Die Untersuchungsstellen unterscheiden sich untereinander, ohne Bezug auf die Vegetationsgruppen, vor allem durch die Leitfähigkeit (mit Ca- und Mg- Gehalt) und den Phosphatgehalt im Wasser sowie durch den Gesamtstickstoffgehalt, den Gehalt an organischem Kohlenstoff und den Basensättigungsgrad im Boden. Es handelt sich durchwegs um Anmoorböden.
Die Auftrennung der Grosseggen-Dominanzbestände von *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* und *Carex riparia* mit den Standortsfaktoren gelingt besser als diejenige der pflanzensoziologischen Assoziationen. In beiden Fällen ist der S-Wert (Summe des Ca-, Mg-, K- und Na-Gehaltes) im Boden ein wichtiger diskriminierender Faktor. Im weiteren sind auch dem Mg-Gehalt im Boden und der Leitfähigkeit im Wasser eine differenzierende Rolle zuzusprechen.
Wie in der Diskussion dargelegt wird, sind diese Faktoren jedoch nicht als entscheidend für das Vorkommen dieser Grosseggenbestände anzusehen. Wichtiger scheint die Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff und Phosphat zu sein, die von den periodisch hohen Wasserständen und den Überflutungen beeinflusst wird. Die Phosphatversorgung der Pflanzen ist von der Phosphatlöslichkeit im Boden abhängig, die durch das Wasserregime beeinflusst wird. Bei der Stickstoffversorgung ist ausschlaggebend, ob die *Carex*-Art wie *Carex elata* vor allem Ammonium, das unter anaeroben Bedingungen anfällt, oder Nitrat verwertet. Im letzteren Fall ist sie bei lang andauernden Überflutungen auf eine Nitratzufuhr durch Wasserfluss angewiesen. Die Stickstoff- und Phosphatversorgung dieser *Carex*-Arten lässt sich nicht durch die Gehalte im Boden und im Wasser ermitteln. Besser geeignet sind die Nährstoffgehalte in den Pflanzen. *Carex paniculata* weist durchschnittlich etwas höhere Stickstoff- und Phosphatgehalte auf als *Carex elata* und *Carex paradoxa. Carex riparia* hat etwas höhere Phosphatgehalte als diese beiden Grosseggen-Arten. Für diese vier *Carex*-Arten wird die Phosphat- und Stickstoffversorgung in Abhängigkeit vom Wasserregime beschrieben.
Bei den Nährstoffgehalten in den Pflanzen zeigen sich Überschneidungen der Amplituden zwischen den verschiedenen *Carex*-Arten, wie dies auch bei den Standortsbedingungen

der Fall ist. Aus diesem Grund wird empfohlen, diese Grosseggenbestände zu einem *Magnocaricetum* zusammenzufassen. Falls trotzdem eine Unterteilung vorgenommen werden soll, so ist diese nach der dominierenden *Carex*-Art vorzunehmen.

SUMMARY

In the present study particular interest is focused on the site conditions of *Magnocaricion* associations which are dominated by *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* and *Carex riparia.* The associations are: *Caricetum elatae typicum; Caricetum elatae comaretosum,* typical variant; *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-variant; *Caricetum paniculatae; Caricetum ripariae; Caricetum vesicariae.*
Most of the study sites are situated in Kanton Zürich. Further sites are at the border of the lake of the Reuss (Kanton Aargau), at the southern border of the lake of Neuenburg, and in the Jura.
The phytosociological relevés of the study sites were grouped, first, according to the characteristic and differential species and second, by multivariate analysis.
During the vegetation periods from 1986 to 1988 the ground-water table was monthly measured and water samples were chemically analysed (pH, electrical conductivity, ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg). Soil samples were taken in autumn and chemical analyses were carried out for C_{org}, pH, ortho-PO_4, P-tot, NO_3, NH_4, Na, K, Ca, Mg. Furthermore, the above- and belowground tissue nutrient concentrations (N-tot, P-tot, C_{org}, K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu) of the *Carex* species and their biomass were investigated. The exponential mean temperatures were measured.
A principal component analysis was carried out using the data of the site conditions. Their relation to the vegetation groups was investigated by discriminant and variant analyses.
The study sites show differences in the electrical conductivity and the posphorus concentrations of the water, the total nitrogen and the organic carbon concentrations and the V-value of the soil. (All studied soils belong to the "Anmoor"-soils.) These differences do not clearly correlate to the vegetation groups.
The vegetation groups formed by multivariate analyses are better differentiated than the vegetation groups formed by characteristic species. In both cases the S-value of the soil is one of the most discriminant factors. Moreover the Mg-concentrations of the soil and the electrical conductivity of the water also play a differential role.
However, the occurrence of these *Magnocaricion* associations at a certain site is not explained by these factors. The uptake of nitrogen and phosphorus by the plants seems to be more important. This is influenced by the periodically high water levels and floodings. The uptake of phosphorus depends on the solubility in the soil, which is related to the water regime. The nitrogen uptake depends on the ability of the plants to use ammonium instead of nitrate. If the plants use only nitrate, the water flow is important. The nitrogen and phosphorus uptake cannot be demonstrated by the water and soil data, but can be seen by the nitrogen and phosphorus concentrations of the plants. *Carex paniculata* has higher average nitrogen and phosphorus concentrations and *Carex riparia* higher average phosphorus concentrations than *Carex elata* and *Carex paradoxa.* For these four *Carex* species the uptake of nitrogen and phosphorus in relation to the water regime is discussed.
The present study demonstrates that the nutrient concentrations of the *Carex* species as well as the site conditions of the studied associations do not differ significantly. Therefore it is proposed to categorise these six associations as one - *Magnocaricetum* - with the possible further sub-division of the dominating *Carex* species.

LITERATURVERZEICHNIS

AEBERHARD F., 1972: Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Burgmoos (Bern-Solothurn). Diss.Univ.Bern. 105 S.

ANTONIAZZA M., 1979: Les oiseaux nicheurs des marais non boisés de la rive sud-est du lac de Neuchâtel. Lizenziatsarbeit Univ. Neuchâtel. 138 S.

AMMAN-MOSER B., 1975: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr.Geobot.Landesaufn. Schweiz 56. 76 S.

ARMSTRONG R.A. und MCGEHEE R., 1980: Competitive exclusion. Am.Nat. *115*, 151-170.

ATWELL B.J., VEERKAMP M.T., STUIVER C.E.E., KUIPER P.J.C., 1980: The uptake of phosphate by *Carex* species from oligotrophic to eutrophic swamp habitats. Physiol.Plant. *49*, 487-494.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ E., 1963a: Zur Systematik der europäischen Phragmitetea. Preslia *35*, 118-122.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ E., 1963b: Abhängigkeit einiger Magnocaricetalia- und Molinietalia-Gesellschaften vom Pufferungsvermögen ihrer Böden. BIOLÓGIA, Bratislava XVIII,/*10*, 713-729.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ E., 1965/66: Die Sumpf- und Wiesen-Pflanzengesellschaften der Mineralböden südlich des Zabreh bei Hlucin. Vegetatio *13*, 1-51.

BALÁTOVÁ-TULCÁCKOVÁ E., 1968: Grundwasserganglinien und Wiesengesellschaften. Acta Sci.nat.Brno *2 (2)*, 1-37.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ E., 1972: Flachmoorwiesen im mittleren und unteren Opava-Tal (Schlesien), Vegetace CSSR A4, Praha. 200 S.

BALÁTOVÁ-TULÁCKOVÁ E., 1976: Rieder und Sumpfwiesen der Ordnung Magnocaricetalia in der Záhorie-Tiefebene und dem nördlich angrenzenden Gebiete. Vegetácia CSSR B3, Bratislava. 258 S.

BAUMANN E., 1915: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). Mitt. Thurg.Natf.Ges 21. 32 S.

BAYLEY S.E., ZOLTEK J., HERMANN A.J., DOLAN T.J., TORTORA L., 1985: Experimental manipulation of nutrients and water in a freshwater marsh: effects on biomass, decomposition and nutrient accumulation. Limnol. Oceanogr. *30/3*, 500-512.

BEGER H., 1923: Assoziationsstudien in der Waldstufe des Schanfiggs. Beilage zum Jb.Natf.Ges. Graubünden *62*, 97-147.

BERSET J., 1951: La végétation de la réserve de Cheyres et des rives avoisinantes du lac de Neuchâtel. Bull.Soc.Frib.Sc.Nat. *40*, 65-94.

BERTHET P., 1960: La mesure écologique de la température par détermination de la vitesse d' inversion du saccharose. Vegetation 9, 197-207.

BOHNE H., GROEPLER P., DITTMER M., 1958: Beitrag zur Bestimmung der Gesamtphosphorsäure des Bodens mit Überchlorsäure. Zeitschrift Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde 82/1, 42-49.

BRAUN-BLANQUET J., 1964: Pflanzensoziologie. (3. Aufl.). Springer, Wien. 845 S.

BURNAND J., 1972: Zur Vegetation des "Sees", Gemeinde Neerach. Vegetationskundliches Gutachten zuhanden des Amtes für Landschaftsschutz des Kantons Zürich. 2 S. (Polykopie).

BURNAND J. und ZÜST S., 1976/77: Inventar der Feuchtgebiete des Kantons Zürich im Auftrag der Fachstelle für Naturschutz, Amt für Raumplanung des Kantons Zürich. 4 Ordner und Karten.

BURNAND J.-D., CHERIX D., MORET J.-L., DE ROGUIN L., 1977: La végétation du marais des Monneaux. Bull.Soc.Vaud.Sc.Nat. 351, *73*, 247-262.

BUTTLER A., 1987: Étude écosystemique des marais non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel (Suisse): Phytosociologie, pédologie, hydrodynamique et hydrochimie, pro-

duction végétale, cycles biogéochimiques et influence du fauchage sur la végétation. Diss.Univ.Neuchâtel. 284 S.

BUTTLER A., 1990: Quelques aspects climatiques dans les marais non boisés de la rive sud du Lac de Neuchâtel (Suisse). Bull.Soc.Neuchâtel.Sci.Nat. *113*, 217-230.

BUTTLER A., BUECHE M., CORNALI PH., GOBAT J.-M., 1985: Historischer und ökologischer Überblick über das Südostufer des Neuenburger Sees. TELMA *15*, 31-42.

BUTTLER A. und GALLANDAT J.-D., 1989: Phytosociologie des prairies humides de la rive sud du Lac de Neuchâtel (Suisse) et modèle de succession autogène. Phytocoenologia *18(1)*, 129-158.

BUTTLER A. und GOBAT J.-M., 1991: Les sols hydromorphes des prairies humides de la rive sud du Lac de Neuchâtel (Suisse). Bull.Ecol. *22* (3-4), 405-418.

BROGGI, 1990: Inventar der Flachmoore von nationaler Bedeutung. Entwurf für die Vernehmlassung. BUWAL, 79 S.

CHESSON P.L. und WARNER R.R., 1981: Environmental variability promotes coexistence in lottery competitive systems. Am.Nat. *117*, 923-943.

CLEMENTS F.E., 1904: The Development and Structure of Vegetation. Studies in the Vegetation of the State III. Bot. Survey of Nebraska. 175 S.

COMINS H.N. und NOBLE I.R., 1985: Dispersal, variability, and transient niches: species coexistence in a uniformly variable environment. Am.Nat. *126*, 706-723.

CRAWFORD R.M.M., 1983: Root survival in flooded soils. In: GORE A.J.P. (Hrsg.), Ecosystems of the World. 4A. Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. General studies. Elsevier Scientific Publ. Comp., Amsterdam, 257-283.

DE SLOOVER J., DUMONT J.-M., LEBRUN J., 1979: Les groupements à *Carex paniculata* L. en Ardenne. Doc.phytosoc., Lille, *IV*, 903-916.

DIETL W., 1975: Die landschaftsökologische Bedeutung der Flachmoore. Beispiel: Davallseggenrieder. Jb.Ver.z.Schutze d.Bergwelt e.V., München *40*, 47-64.

EGLOFF T., 1983: Der Phosphor als primär limitierender Nährstoff in Streuwiesen (*Molinion*), Düngungsexperiment im unteren Reusstal. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *50*, 119-148.

EGLOFF T., 1986: Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *89*, 183 S.

EGLOFF T. und NÄF E., 1982: Grundwasserstandsmessungen in Streuwiesen des unteren Reusstales. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *49*, 154-194.

EWALD K.C., 1978: Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. Berichte EAFV *191*, 55-308.

ELBER F., MARTI K., NIEDERBERGER K., 1991: Pflanzenökologische und limnologische Untersuchung des Reussdelta-Gebietes (Kanton Uri). Aufnahme des Ist-Zustandes von 1987/88. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *105*. 272 S.

ELLENBERG H., 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: WALTER H. (Hrsg.), Einführung in die Phytologie *6*, 1, 136 S.

ELLENBERG H., 1977: Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. Oecol.Plant. 12(1), 1-22.

ELLENBERG H., 1986: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. (4. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 989 S.

ELLENBERG H. und KLÖTZLI F., 1967: Vegetation und Bewirtschaftung des Vogelreservates Neeracher Riet. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *37*, 88-103.

FRAHM J.-P. und FREY W., 1983: Moosflora. UTB, Ulmer, Stuttgart. 522 S.

FRÜH J. und SCHRÖTER C., 1904: Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie. II. Lief., Bern. 750 S.

GANZERT C., 1984: Nährstoffverlagerung bei *Molinia coerulea* und *Schoenus ferrugineus* in präalpinen Mooren. Diplomarbeit, Technische Universität München. 88 S. (Poly-

kopie).

GÉHU J.-M., RICHARD J.-L., TUXEN R., 1972: Compte-rendu de l' excursion de l' Association Internationale de Phytosociologie dans le Jura an Juin 1967. Doc.phytosoc. *2*, 1-44.

GIES T., 1972: Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. Diss.Bot. *20*, 184 S.

GLEASON H.A., 1939: The individualistic concept of the plant association. Amer.Midl.Nat. *21*, 91-100.

GOBAT J.-M., 1984: Étude des contacts entre tourbières acides et marais alcalins dans le Haut-Jura suisse. Diss. Univ. Neuchâtel. 255 S.

GODWIN H. und BARUCHA F.R., 1932: Studies in the ecology of Wicken Fen. II: The fen water table and its control of plant communities. J. Ecology *20*, 157-191.

GORE A.J.P., 1961a: Factors limiting plant growth on high-level blanket peat. I. Calcium and phosphate. J. Ecol. *49*, 399-402.

GORE A.J.P., 1961b: Factors limiting plant growth on high-level blanket peat. II. Nitrogen and phosphate in the first year of growth. J. Ecol. *49*, 605-616.

GROOTJANS A.P. und TEN KLOOSTER W.Ph., 1980: Changes of ground water regime in wet meadows. Acta Bot.Neerl. *29* (5/6), 54 -554.

GRUBB P.J., 1977: The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. Biol.Rev.Camb.Philos.Soc. *39*, 107-145.

GRÜNIG A., 1978: Die Vegetationsentwicklung im Flachseegebiet. Vorläufige Hinweise zu den laufenden Untersuchungen. In: Reusstalforschung ETH Zürich, 2. Zwischenbericht zum Gesamtprojekt anläss. des wiss. Seminars vom 21. Feb./27.Apr. 1978, 164-169.

GRÜNIG A., 1987: Zum Wandel der Flusslandschaft in der aargauischen Reusstalebene. Jb.Stiftg. Reusstal 1987, 29-43.

GUTERSOHN H., 1969: Geographie der Schweiz, Bd. III, Mittelland. 2. Teil. Kümmerly und Frey, Bern. 367 S.

HAYATI A.A. und PROCTOR M.C.F., 1991: Limiting nutrients in acid-mire vegetation: peat and plant analyses and experiments on plant responses to added nutrients. J. Ecol.*79*, 75-95.

HANTKE R., 1967: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. Natf. Ges.Zürich *112*, 91-122.

HARDIN G., 1960: The competitive exclusion principle. Science, Wash. D.C. *131*, 1292-1297.

HEINSELMAN M.L., 1970: Landscape evolution, peatland types and the environment in the Lake Agassiz Peatlands Natural Area, Minnesota. Ecol.Monogr. *40*, 235-261.

HEJNY S., 1960: Ökologische Charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den slowakischen Tiefebenen (Donau- und Theissgebiet). Bratislava (SAV). 489 S.

HEM J.D., 1970: Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. 2nd ed.Geol. survey water-supply paper 1473. US Government Printing Office, Washington DC, USA.

HESS H.E., LANDOLT E., HIRZEL R., 1976-1980: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. (2. Aufl.). Birkhäuser, Basel. 3 Bde. 2690 S.

HÖHN W., 1936: Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges., Festband Rübel 46, 365-411.

HÖHN-OCHSNER W., 1963: Untersuchungen über die Vegetationseinheiten und Mikrobiozönosen im Chlepfimoos bei Burgäschi, Solothurn. Mitt.Naturf.Ges.Solothurn *21*, 5-52.

HÖHN-OCHSNER W., 1964: Moorlandschaften des Kantons Zürich. Vjschr.Natf.Ges.Zürich *109*, 17-25.

HÖHN-OCHSNER W., 1966: Das Moorreservat Chrutzelried bei Gfenn-Dübendorf ZH. Seine Pflanzen- und Tierwelt. Vjschr.Natf.Ges.Zürich *111*, 399-432.

HÖLZER A., 1977: Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. Diss.Bot. *36*, 195 S.

INGRAM H.A.P. 1967: Problems of hydrology and plant distribution in mires. J.Ecol. *55*, 711-724.

INGRAM H.A.P. 1983: Hydrology. In: GORE A.J.P. (Hrsg.), Ecosystems of the world. 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor. General studies. Elsevier Scientific Publ. Comp., Amsterdam, 67-158.

JÄCKLI H., 1964: Geologie von Kloten. In: Kloten, vom Bauerndorf zur Flughafenstadt. Orell-Füssli, Zürich. 13 S.

JANIESCH P., 1981 (in ELLENBERG 1986): Ökophysiologische Untersuchungen an *Carex*-Arten aus Erlenbruchwäldern. Habilitationsschr. Fachber.Biol.Univ.Münster i.W., 123 S.

JAQUAT Ch., 1980: Étude phytosociologique et carte de deux étangs: étang de Lucelle, étang de Bavelier. Actes Soc.Jurass.Èmulat. *83*, 115-127.

JESCHKE L., 1963: Die Wasser- und Sumpfvegetation im Naturschutzgebiet "Ostufer der Müritz". Limnologica 1, 475-545.

JUNG G.P., 1969: Beiträge zur Morphogenese des Zürcher Oberlandes im Spät- und Postglazial. Vjschr.d.Natf.Ges.Zürich *114*, 293-406.

KARPATI V. und SZEGLET P., 1985: Die Veränderung des Bioelementgehaltes bei *Phragmites australis* und *Typha angustifolia*. BFB-Bericht *55*, 67-70.

KELLER L., 1969/70: Étude des groupements végétaux de la réserve de Cheyres. Bull.Soc.Frib.Sc.Nat. *59*, 47-59.

KEMMERS R.H., 1986: Calcium as hydrochemical characteristic for ecological states. Techn.Bull. ICW 47. 16 S.

KERNER A., 1863: Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck, 350 S.

KESSLER E., 1977: Erhaltung und Neuschaffung von Feuchtbiotopen in der intensiv genutzten Kulturlandschaft. Ausschnitt aus der Naturschutzarbeit in der aargauischen Reussebene. Schweizer Naturschutz *43*, 1/77, 8 - 10 und 2/77, 10-12.

KESSLER E. und MAURER R., 1979: Fallbeispiel Reusstalsanierung. Exkursion vom 20. Sept. 1979. Regierungsrat des Kts. Aargau (Hrsg.), 3. Europäische Ministerkonferenz für Umweltschutz in der Schweiz, Aarau. 32 S.

KISTRITZ R.V., HALL K.J., YESAKI I., 1983: Productivity, detritus flux and nutrient cycling in a *Carex lyngbyei* tidal marsch. Estuaries *6/3*, 227-236.

KLOPATEK J.M., 1975: The role of emergent macrophytes in mineral cycling in a freshwater marsh. In: HOWELL F.G., GENTRY J.B., SMITH M.H. (Hrsg.), Mineral cycling in southeastern ecosystems. Techn.Cent.Off.Publ.Aff., Augusta-Georgia, 367-394.

KLÖTZLI F., 1967a: Vegetation und Bewirtschaftung des Vogelreservates Neeracher Riet. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *37*, 88-103.

KLÖTZLI F., 1967b: Umwandlung von Moor- und Sumpfgesellschaften durch Abwässer im Gebiet des Neeracher Riets. Ber.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *37*, 104-112.

KLÖTZLI F., 1969: Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorwiesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beitr.Geobot.Landesaufn.Schweiz *52*, 296 S.

KLÖTZLI F., 1973: Waldfreie Nassstandorte der Schweiz. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *51*, 15-39.

KLÖTZLI F., 1975: Verpflanzung von Mooren. Garten und Landschaft 1/75, *85*, 23-38.

KLÖTZLI F., 1980: Zur Verpflanzung von Streu- und Moorwiesen. Erfahrungen von 1969-80. Aus: Tagungsbericht ANL 5/80: 41-50.

KLÖTZLI F., 1981: Zur Reaktion verpflanzter Ökosysteme der Feuchtgebiete. Dat.Dok. Umweltsch. Stuttgart (Univ. Hohenheim) *31*, 107-117.

KLÖTZLI F. und KEEL A., 1976: Verpflanzung von Streu- und Moorwiesen im Raume des Klotener Riets bei Zürich.

KLÖTZLI F., MEYER M., ZÜST S., 1973: Exkursionsführer (im Rahmen des Symp. über Nassstandorte der Ostalpin-Dinarischen Ges.). Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *51*, 40-95.

KLÖTZLI F. und OKUTOMI K., 1965: Vegetationskarte des Katzenseegebietes. Mst. 1:10 000. Deponiert: Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich.

KNAPP R. und STOFFERS A.L., 1962: Über die Vegetation von Gewässern und Ufern im mittleren Hessen und Untersuchungen über den Einfluss von Pflanzen auf Sauerstoffgehalt, Wasserstoffionenkonzentration und die Lebensmöglichkeit anderer Gewächse. Ber.oberhess.Ges.Natur- u. Heilk., natw. Abt., Giessen, N.F. 32, 90-141.

KOBENDZA R., 1930: Les Rapports Phytosociologiques dans l'ancienne grande Forêt des Kampinos. (Poln. mit franz. Zus.f.). Planta polonica II. 200 S.

KOCH W., 1926: Die Vegetationseinheiten der Linthebene, unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Jb.Natw.Ges.St.Gallen *61*, 144 S.

KOCH W. und KUNZ H., 1954: Bidens radiata Thuill. als neue Schweizerpflanze. Ber.Schweiz.Bot.Ges. *64*, 179-184.

KOVÁCS M., 1957: Die Magnocaricion-zönosen des Nógráder Florendistrikts. (Ungarisch, mit dt. Zusammenfassung). Bot.Közlem.*47*, 135-155.

KUHN U., LEUPI E., OBERHOLZER H., TSCHATSCHLER B., 1978: Naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung von Naturschutz- und Erholungsgebieten. Diplomarbeit. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 236 S. (Polykopie).

KUNDLER P., 1954: Zur Anwendung der Invertzuckermethode für standortskundliche Temperaturmessungen. Z.Pflanzenernähr.Düng.Bodenk. 66, 239-246.

LANDOLT E., 1971: Bedeutung und Pflege von Biotopen. In: Schutz unseres Lebensraumes. Verlag Huber, Frauenfeld, 187-193.

LANDOLT E., 1973: Pflanzen und nasse Standorte. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich *51*, 8 - 15.

LANFRANCHI M., 1983: Eine Arbeit zur Methodik der Phosphoruntersuchung und zum Verhalten der Bodenphosphate einer Streuwiese unter dem Einfluss einer Phosphordüngung. Diplomarbeit, Labor für Bodenkunde, Inst. f. Lebensmittelwiss. ETH. 81 S. (Polykopie).

LANFRANCHI M., 1985: Standortskundliche Untersuchungen in den Schwingrasenkomlexen des Robenhausenriedes am Pfäffikersee, vom Spätsommer und Herbst 1984. Deponiert: ARP, Kanton Zürich, Fachstelle Naturschutz; Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 3 Teile. Ca. 70 S. (Polykopie).

LANG G., 1967: Die Ufervegetation des westlichen Bodensees. Arch.Hydrobiol. *4*, 437-574.

LANG G., 1973: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. Pflanzensoziologie *17*. Gustav Fischer Verlag, Jena. 451 S.

LEÓN R., 1968: Balance d´eau et d´azote dans les prairies à litière des alentours de Zürich. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *41*, 2-67.

LEVIN S.A., 1970: Community equilibria and stability, and an extension of the competitive exclusion principle. Am.Nat. *104*, 413-423.

LÖTSCHERT W. und GIES T., 1973: Untersuchungen über den Kationengehalt im Hochmoor. I. Abstufungen in den Vegetationskomplexen. Flora *162*, 215-243.

LÜTZKE R., 1963: Über die Problematik von Temperaturmessungen mit der eT-Methode bei lokalklimatologischen und standortskundlichen Untersuchungen. Arch.Forstwesen *12*, 1053-1065.

MACARTHUR R. und LEVINS R., 1964: Competition, habitat selection, and character displacement in a patchy environment. Proc.Natl.Acad.Sci.USA *51*, 1207-1210.

MAHTAB S.K., GODFREY C.L., SWOBODA A.R., THOMAS G.W., 1971: Phosphorus diffusion in soils: I. The effect of applied P, clay and water content of soil. Soil Sci.Soc.Am.Proc. *35*, 393-397.

MALMER N., 1958: Notes on the Relation between the Chemical Composition of Mire Plants and Peat. Bot. Notiser *111/1*, 274-288.

MARTI K., 1984: Zum Standort seltener Flachmoortypen: Das Rispenseggenmoor im Mittelland. Diplomarbeit. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 69 S. (Polykopie).

MAYER M., 1939: Ökologisch-pflanzensoziologische Studien über die *Filipendula Ulmaria-Geranium palustre* Assoziation. Beitr.Geobot.Landesaufn.Schweiz *23*, 64 S.

MESSIKOMMER E., 1928: Verlandungserscheinungen und Pflanzensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees. Vjschr.Natf.Ges.Zürich LXXIII, 286-306.

MOHANTY S.K. und PATNAIK S., 1975: Effect of submergence on the physico-chemical and chemical changes in different rice soils. 1. Kinetics of pH, Eh, C and N. Acta Agron. Acad.Sci. Hungary *24*, 446-451.

MORET J.-L., 1986: Écologie des groupements végétaux dans la zone d`atterrissement de la basse plaine vaudoise du Rhône. FNSRS: Subside N° 3.218 - 0.82. Présentation des résultats. 54 S.

MORTEN A.J., 1977: Mineral nutrient pathways in a Molinietum in autumn and winter. J.Ecol. *65*, 993-999.

MUNK H., 1971/72: Phosphatdüngung - Phosphatverfügbarkeit. Die Phosphorsäure *29*, 35-56.

NIEMANN E., 1963: Beziehungen zwischen Vegetation und Grundwasser. Ein Beitrag zur Präzisierung des ökologischen Zeigerwertes von Pflanzen und Pflanzengesellschaften. Arch.Nat.schutz Ldsch.forsch. *3 (1)*, 3-36.

NIEMANN E., 1973: Grundwasser und Vegetationsgefüge. Nova Acta Leopoldina, Leipzig *38(6)*, 172 S.

OBERDORFER E., 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. (2. Aufl.). Fischer, Stuttgart, New York. 311 S.

ORLÓCI L., 1978: Multivariate analysis in vegetation research. (2. Aufl.). Junk, The Hague. 451 S.

PALLMANN H., EICHENBERGER E., HASLER A., 1940: Eine neue Methode der Temperaturmessung bei ökologischen oder bodenkundlichen Untersuchungen. Ber.Schweiz. Bot. Ges. 50, 337-362.

PASSARGE H., 1954: Örtliche Beobachtungen über jahreszeitliche Schwankungen des Grunwasserstandes. Arch. Forstwes. *3*, 475-486.

PASSARGE H., 1964: Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen Flachlandes I. Pflanzensoziologie 13, Jena. 324 S.

PATRICK W.H.Jr., GOTOH S., WILLIAMS B.G., 1973: Strengite dissolution in flooded soils and sediments. Science *179*, 564-565.

PEDERSEN E.F., 1985: Investigations of drain water quality and leaching of nutrients from marsh and deep peat soil 1971-84. Tidsskr.Planteavl *89*, 319-329.

PFADENHAUER J., 1985: Moore als Bestandteile einer gesunden Landschaft. Bedeutung, Gefährdung und Schutz. Arcus *5*, München, 203-210.

PFADENHAUER J., FISCHER W.R., SCHEGK L., 1985: Nährstoffgehalte im Porenwasser von Niedermoor-Extensivgrünland des Alpenvorlandes. Z.f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung *26*, 34-42.

PHILIPPI G., 1977: Vegetationskundliche Beobachtungen an Weihern des Strombergebietes um Maulbronn. Veröff.Landesst. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. *44/45*, 9-50.

PHILIPPI G., 1978: Die Vegetation des Altrheingebietes bei Russheim. Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. *10*, 103-267.

PONNAMPERUMA F.N., 1972: The chemistry of submerged soils. Adv.Agron. *24*, 29-96.

POORE M.E.D., 1964: Integration in the plant community. J.Ecol. *52*, 213-226.

POTT R., 1983: Die Vegetationsabfolgen unterschiedlicher Gewässertypen Nordwestdeutschlands und ihre Abhängigkeit vom Nährstoffgehalt des Wassers. Phytocoenologia

11(3), 407-430.

PRADERVAND G., 1981: Cartographie de la réserve naturelle de Champ-Pittet. Travail de certificat, Institut de Botanique de l´Université de Lausanne. 38 S. (Polykopie).

RESCIGNO A. und RICHARDSON I.W., 1965: On the competitive exclusion principle. Bull.Math. Biophys.Suppl. *27*, 85-89.

RICHARD F., LÜSCHER P., STROBEL T., 1978: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. Bd. 1, Kap. Grundlagen, 16-34.

ROCHOW M., 1951: Die Pflanzengesellschaften des Kaiserstuhls. Verlag Gustav Fischer, Jena, 140 S.

ROULIER C., 1983: Contribution à l´étude phytosociologique des groupements végétaux non boisés de la rive sud du lac de Neuchâtel. Bull.Soc.Frib.Sc.Nat. *72 (1/2)*, 75-125.

SCHÄFER R., 1967: Caractères et évolution des activités microbiennes dans une chaîne de sols hydromorphes mésotrophiques de la plaine d' Alsace. Rev.Ecol.Biol.Sol.IV, Paris 3/4, 385 - 437, 567-592.

SCHLÄFLI A., 1972: Vegetationskundliche Untersuchungen am Barchetsee und weiteren Toteisseen der Umgebung Andelfingens. Mitt.Thurg.Natf.Ges. 40, 20-84.

SCHLÜTER H., 1955: Das Naturschutzgebiet Strausberg. Feddes Rep. Bh. *135*, 260-350.

SCHMITZ W., 1964: Messprobleme bei reaktionskinetischen Untersuchungen mit dem Kreispolarimeter dargestellt am Beispiel der reaktionskinetischen Temperaturmessung. Zeiss Mitt. *3*, 227-249.

SCHMITZ W. und VOLKERT E., 1959: Die Messung von Mitteltemperaturen auf reaktionskinetischer Grundlage mit dem Kreispolarimeter und ihre Anwendung in Klimatologie und Bioökologie, speziell in Forst- und Gewässerkunde. Zeiss Mitt. *1*, 300-337.

SCHRÖTER C. und WILCZEK E., 1904: Notice sur la flore littorale de Locarno. Boll.Soc.ticinese di Scienze Naturali *1*, 11-29.

SINDELAR K., 1987: Tendenzen zur Veränderung der Vegetation im Urner Reussdelta nach der Dammöffnung. Diplomarbeit. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 69 S. + Anhang. + Karte. (Polykopie).

SJÖRS H., 1950: The relation between vegetation and elecrolytes in north swedish mire waters. Oikos *2*, 241-258.

SJÖRS H., 1961: Some chemical properties of the humus layer in Swedisch natrual soils. Bull.Roy.School For. *37*, 1-51.

SOÒ R., 1930: Beiträge zur Kenntnis der Flora und Vegetation des Balatongebietes II. (Ung. mit dt. Zus.f.). Arb.d.I.Abt.Ung.Biol.Forsch.inst., Tihany, 169-185.

STAUBLI P., 1986: Pflanzensoziologische Neukartierung des Naturschutzgebietes Katzensee (Kt. Zürich) und Vergleich der Ergebnisse mit den Vegetationskarten von 1965 und 1978. Diplomarbeit. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 65 S. (Polykopie).

STEINER A., 1914: Verlandungen im Gebiete der Elfenau bei Bern. Mitt.Natf.Ges.Bern 1914, 40 S.

STRASSER W., 1972: Die Vegetation des Seeliwaldes im Reutigenmoos südlich von Thun mit besonderer Berücksichtigung der Bryophyten. Diss.Univ.Bern. 206 S.

STUMM W. und MORGAN J.J., 1970: Aquatic Chemistry. Wiley Interscience, New York London Sydney Toronto. 583 S.

SUCCOW M., 1974: Vorschlag einer soziologischen Neugliederung der mineralbodenwasserbeeinflussten wachsenden Moorvegetation Mitteleuropas unter Ausklammerung des Gebirgsraums. Feddes Repert. *85/1*, 57-113.

SUCCOW M., 1988: Landschaftsökologische Moorkunde: am Beispiel d. Moore d. DDR. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 340 S.

SUKOPP H., BÖCKER R., KÖSTER G.-H., 1974: Nutzung von Schutzgebieten durch Forschung und Lehre. Natur und Landschaft *49*, S. 123.

SUMMERFIELD R.J., 1974: The reliability of mire water chemical analysis data as an index of plant nutrient availability. Plant Soil *40*, 97-106.

SZCZEPANSKI A., 1979: Ecology of macrophytes in wetlands. Pol.ecol.Stud. *4/4*, 45-94.

TANSLEY A.G., 1920: The classification of vegetation and the concept of development. J.Ecol. *8*, 118-148.

TERRY W.S. und TANNER G.W., 1984: Mineral concentration within freshwater marsh plant communities. J.Freshwater Ecol. *2/5*, 509-518.

TILMAN D., 1980: Resources: a graphical-mechanistic approach to competition and predation. Am.Nat. *116*, 362-393.

TURNER F.T. und GILLIAM J.W., 1976: Increased P diffusion as an explanation of increased P availability in flooded rice soils. Plant and Soil *45*, 365-377.

VAN DER MAAREL E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio *39*, 2, 97-144.

VEERKAMP M.T. und KUIPER P.J.C., 1982: The uptake of potassium by *Carex* species from swamp habitats varying from oligotrophic to eutrophic. Physiol.Plant. *55*, 237-241.

VEERKAMP M.T., CORRÉ W.J., ATWELL B.J., KUIPER P.J.C., 1980: Growth rate and phosphate utilization of some *Carex* species from a range of oligotrophic to eutrophic swamp habitats. Physiol.Plant. *50*, 237-240.

WAUGHMAN G.J., 1980: Chemical aspects of the ecology of some south German peatlands. J.Ecol. *68*, 1025-1046.

WELP G., HERMS U., BRÜMMER G., 1983: Einfluss von Bodenreaktion, Redoxbedingungen und organischer Substanz auf die Phospahtgehalte der Bodenlösung. Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde *146*, 38-52.

WERNER P., 1978: Les groupements végétaux des marais de Bercher et Cua Boussan (VD). Bull.Soc.Vaud.Sc.Nat. 353, *74*, 69-82.

WETTSTEIN O., 1913: Heimatkunde des Kantons Zürich - Darstellung von Land und Volk. Schulthess u. Co, Zürich. 273 S.

WHITTAKER R.H. (Hrsg.), 1978: Classification of Plant Communities. Junk, The Hague/ Boston. 408 S.

WILDI O., 1985: A package for the analysis of vegetation data by microcomputers. Abstracta Botanica *9*, 153-159.

WILDI O., 1986a: Integration von Theorie und Analytik in der Vegetationskunde. Veröff. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *87*, 190-204.

WILDI O., 1986b: Analyse vegetationskundlicher Daten. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *90*. 226 S.

WILDI O. und ORLÓCI L., 1983: Management and Multivariate Analysis fo Vegetation Data. EAFV Birmensdorf, Ber. *215*. 139 S.

WILDI O. und ORLÓCI L., 1988: MULVA-4 - a package for multivariate analysis of vegetation data. 122 S. (Polykopie).

WILHELM M., 1987: Tendenzen zur Veränderung der Vegetation im Urner Reussdelta nach der Dammöffnung. Diplomarbeit. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich. 68 S. + Anhang. + Karte. (Polykopie).

WILLETT I.R., 1985: The reductive dissolution of phosphated ferrihydrite and strengite. Aust.J.Soil Res. *23*, 237-244.

WILLIAMS T., 1968: The nitrogen relations and other ecological investigations on wet fertilized meadows. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *41*, 69-193.

WILPISZEWSKA I., 1990: Productivity and chemical valorization of mire vegetation in postglacial agricultural landscape. Ecol.pol. *38/1*, 3-72.

YERLY M., 1970: Écologie comparée des prairies marécageuses dans les Préalpes de la Suisse occidentale. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *44*, 122 S.

ZELLER W., ZUBER E., KLÖTZLI F., 1968: Das Schutzgebiet Mettmenhaslisee, Niederhasli. Vjschr.Naturf.Ges.Zürich *113*, 373-405.

ZIMMERLI St., 1988: Vegetation und Standort von Schwingrasen in der Schweiz. Veröff. Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich *102*, 105 S.

ZOBRIST L., 1935: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoe*netum nigricantis* im nordostschweizerischen Mittellande. Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz *18*, 144 S.

Adresse der Autorin: Karin MARTI
Geobotanisches Institut ETH
Stiftung Rübel
Zürichbergstr. 38
CH-8044 Zürich

Tab. 8.1. Durchschnittliche Biomasse und Nährstoffgehalte von *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* und *Carex riparia.*
Average biomass and nutrient content of Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata and Carex riparia.

	B8/88	B10/88	Bw10/88			N Pf87	N W87	N 8/88	N 88H	N 88B	P Pf87	P W87	P 8/88	P 88H	P 88B
C. elata	200.71	97.29	518.29			1.21	0.76	1.32	0.95	0.81	1.39	1.01	1.03	0.82	1.06
S	56.87	126.42	382.59			0.25	0.33	0.22	0.24	0.36	0.26	0.21	0.21	0.26	0.43
A	7	7	7			7	6	7	7	7.00	7	6	7	7	6
C. paradoxa	312.00	165.50	1081.00			1.07	0.52	1.31	1.02	0.88	1.11	0.76	0.99	0.74	0.81
S	62.15	141.59	585.74			0.32	0.36	0.13	0.16	0.21	0.30	0.37	0.37	0.14	0.25
A	4	4	4			3	2	4	4.00	4	3	2	4	4	4
C. paniculata	196.40	113.00	1064.00			1.45	1.14	1.51	1.34	1.06	1.74	0.88	1.48	1.23	0.82
S	68.10	76.89	197.67			0.14	0.33	0.20	0.25	0.41	0.50	0.61	0.42	0.23	0.22
A	5	6	6			4	4	5	6	6	4	4	5	6	6
C. riparia	81.50	49.33	82.00			1.26	0.93	1.11	1.11	0.66	1.95	1.26	1.63	1.41	2.00
S	45.97	12.80	52.52			0.19	0.28	0.40	0.40	0.14	0.57	0.64	0.86	0.63	2.18
A	6	6	6			3	3	6	6	4	3	3	6	6	4
	C Pf87	C W87	C 8/88	C 88H	C 88B	Ca Pf87	CaW87	Ca 8/88	Ca 88H	Ca 88B	MgPf87	MgW87	Mg 8/88	Mg 88H	Mg 88B
C. elata	46.58	45.85	48.10	47.32	44.66	0.72	0.87	0.88	0.97	1.23	0.14	0.12	0.14	0.15	0.14
S	1.01	5.50	0.50	1.87	5.29	0.31	0.17	0.23	0.16	0.58	0.04	0.05	0.03	0.07	0.06
A	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6
C. paradoxa	47.31	48.91	46.36	46.53	47.05	0.98	1.06	1.77	2.01	1.88	0.17	0.12	0.28	0.25	0.17
S	0.98	2.15	0.50	1.24	2.44	0.41	0.32	0.20	0.40	0.34	0.04	0.08	0.10	0.10	0.03
A	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4
C. paniculata	44.92	48.02	45.68	45.89	45.02	1.77	2.13	1.58	1.90	3.79	0.20	0.16	0.29	0.26	0.17
S	1.72	2.97	0.86	0.91	4.91	0.80	0.96	0.76	0.35	2.85	0.10	0.05	0.13	0.09	0.08
N	4	4	5	6	6	4	4	5	6	6	4	4	5	6	6
C. riparia	44.77	45.38	44.54	43.88	39.25	0.82	1.86	1.16	2.13	4.73	0.11	0.15	0.16	0.20	0.32
S	0.60	0.25	2.74	1.97	5.26	0.15	0.74	0.76	1.43	2.14	0.02	0.01	0.04	0.04	0.10
A	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4

Legende/*key:* B8/88: oberirdische Biomasse/*aboveground biomass,* August 1988 (g/400 cm^2), B10/88: oberird. Biomasse/*aboveground biomass,* Oktober 1988 (g/400 cm^2), Bw10/88: unterird. Biomasse/*belowground biomass,* Oktober 1988 (g/24000 cm^3); Pf87: oberirdisches Pflanzenmaterial/*aboveground plant material,* Juli 1987, W87: unterirdisches Pflanzenmaterial/*belowground plant material,* Juli 1987, 8/88: oberirdisches grünes Pflanzenmaterial/*aboveground green plant material,* August 1988, 88H: oberirdische grüne Pflanzenteile/*aboveground green plant material,* Oktober 1988, 88B: Wurzeln aus der obersten Bodenschicht/*roots from the topsoil,* Oktober 1988. P: Gesamtphosphor/*total phosphorus* (^{o}/oo T.S./*dry substance);*N: Gesamtstickstoff/*total nitrogen,* C: Gesamtkohlenstoff/*total carbon,* Ca: Calcium, Mg: Magnesium (% T.S./*dry substance).* S: Standardabweichung/*standard deviation,* A: Anzahl/*number.*

Tab. 8.2. Durchschnittliche Biomasse und Nährstoffgehalte von *Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata* und *Carex riparia.*
Average biomass and nutrient content of Carex elata, Carex paradoxa, Carex paniculata and Carex riparia.

	K Pf87	K W87	K 8/88	K 88H	K 88B	Na Pf87	Na W87	Na 3/88	Na 88H	Na 88B	Mn Pf87	MnW87	Mn 8/88	Mn 88H	Mn 88B
C. elata	1.61	0.66	1.44	0.96	0.27	4.90E-02	6.37E-02	4.29E-03	4.71E-03	5.30E-02	2.46E-02	1.92E-02	2.79E-02	5.69E-02	1.33E-02
S	0.52	0.59	0.31	0.29	0.17	3.28E-02	4.15E-02	8.46E-03	4.54E-03	4.50E-02	3.09E-02	1.82E-02	9.12E-03	4.99E-02	6.53E-03
N	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6
C. paradoxa	1.37	0.20	1.20	0.62	0.21	2.50E-02	4.40E-02	7.50E-04	1.75E-03	1.65E-02	1.53E-02	1.70E-02	1.83E-02	2.25E-02	3.25E-02
S	0.67	0.06	0.21	0.09	0.09	2.65E-03	4.81E-02	9.57E-04	3.50E-03	7.05E-03	4.04E-03	0.00E+00	8.26E-03	8.19E-03	1.63E-02
N	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4
C. paniculata	1.58	0.54	1.28	1.00	0.18	3.77E-02	6.05E-02	4.00E-04	4.17E-03	4.47E-02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.05
S	0.49	0.68	0.44	0.36	0.09	2.06E-02	4.60E-02	8.94E-04	6.15E-03	1.95E-02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.06
N	4	4	5	6	6.00	4	4	5	6	6.00	4	4	5	6	6.00
C. riparia	2.16	0.84	1.23	1.11	0.34	0.06	0.11	0.13	0.09	0.11	0.03	0.02	0.05	0.03	0.02
S	0.38	0.09	0.23	0.44	0.13	0.05	0.06	0.11	0.06	0.03	0.01	0.01	0.04	0.02	0.01
N	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4

	Fe Pf87	FeW87	Fe 8/88	Fe 88H	Fe 88B	Zn Pf87	ZnW87	Zn 8/88	Zn 88H	Zn 88B	Cu Pf87	CuW87	Cu 8/88	Cu 88H	Cu 88B
C. elata	3.87E-02	2.15E-01	1.19E-02	5.64E-02	0.69	2.14E-03	4.17E-03	2.00E-03	4.14E-03	1.05E-02	5.71E-04	8.33E-04	4.86E-04	5.14E-04	1.45E-03
S	5.00E-02	1.35E-01	6.01E-03	4.38E-02	0.35	6.90E-04	2.14E-03	8.16E-04	2.91E-03	5.68E-03	2.93E-04	6.25E-04	3.02E-04	3.44E-04	3.27E-04
N	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6	7	6	7	7	6
C. paradoxa	2.90E-02	1.10E-01	1.00E-02	4.88E-02	1.51	2.33E-03	5.00E-03	2.50E-03	5.75E-03	8.25E-03	4.67E-04	6.50E-04	5.25E-04	5.75E-04	1.20E-03
S	1.57E-02	4.24E-03	4.32E-03	1.47E-02	1.43	5.77E-04	4.24E-03	5.77E-04	3.59E-03	5.97E-03	1.53E-04	7.07E-05	2.06E-04	1.71E-04	5.29E-04
N	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4	3	2	4	4	4
C. paniculata	0.03	0.15	0.03	0.05	1.83	2.25E-03	3.00E-03	2.80E-03	5.00E-03	8.17E-03	6.00E-04	8.75E-04	5.40E-04	5.83E-04	1.50E-03
S	0.02	0.11	0.02	0.02	1.50	1.26E-03	1.41E-03	8.37E-04	3.69E-03	2.48E-03	8.16E-05	5.00E-05	2.30E-04	1.83E-04	7.51E-04
N	4	4	5	6	6	4	4	5	6	6	4	4	5	6	6
C. riparia	0.03	0.71	0.09	0.20	0.80	3.00E-03	4.33E-03	1.83E-03	5.67E-03	5.50E-03	9.33E-04	1.90E-03	5.17E-04	1.02E-03	3.93E-03
S	0.02	0.40	0.17	0.19	0.13	1.00E-03	5.77E-04	7.53E-04	3.98E-03	5.77E-04	4.51E-04	1.08E-03	1.17E-04	4.49E-04	2.53E-03
N	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4	3	3	6	6	4

Legende/*key:* B8/88: oberirdische Biomasse/*aboveground biomass,* August 1988 (g/400 cm^2), B10/88: oberird. Biomasse/*aboveground biomass,* Oktober 1988 (g/400 cm^2), Bw10/88: unterird. Biomasse/*belowground biomass,* Oktober 1988 (g/24000 cm^3); Pf87: oberirdisches Pflanzenmaterial/*aboveground plant material,* Juli 1987, W87: unterirdisches Pflanzenmaterial/*belowground plant material,* Juli 1987, 8/88: oberirdisches grünes Pflanzenmaterial/*aboveground green plant material,* August 1988, 88H: oberirdische grüne Pflanzenteile/*aboveground green plant material,* Oktober 1988, 88B: Wurzeln aus der obersten Bodenschicht/*roots from the topsoil,* Oktober 1988.K: Kalium, Na: Natrium, Mn: Mangan, Fe: Eisen, Zn: Zink , Cu: Kupfer (% T.S./*dry substance).* S: Standardabweichung/*standard deviation,* A: Anzahl/*number.*

Tab. 9. Grundwasserstandsmessungen 1986 - 1988 im *Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae* und *Caricetum vesicariae*.
Groundwater level measurements 1986 - 1988 in Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae and Caricetum vesicariae.

U	G	J	V	min	max	mit	üb	amp
12	1	86	*C. elatae typ.*	-5	48	21	21	53
12	1	87	*C. elatae typ.*	20	41	29	24	21
12	1	88	*C. elatae typ.*	-33	50	13	11	83
13	1	86	*C. elatae typ.*	15	53	36	24	38
13	1	87	*C. elatae typ.*	17	39	28	24	22
13	1	88	*C. elatae typ.*	-58	34	-4	7	92
1	2	86	*C. elatae com.*	-6	18	1	12	24
1	2	87	*C. elatae com.*	-5	12	4	15	17
1	2	88	*C. elatae com.*	-10	19	1	3	29
15	2	86	*C. elatae com.*	-30	8	-7	6	38
21	2	86	*C. elatae com.*	-42	50	-8	6	92
21	2	87	*C. elatae com.*	-37	52	-3	7	89
21	2	88	*C. elatae com.*	-36	22	-7	3	58
2	3	86	*C. elatae com., p.*	-4	21	3	12	25
2	3	87	*C. elatae com., p.*	-4	12	4	11	16
2	3	88	*C. elatae com., p.*	-14	13	-6	3	27
3	3	86	*C. elatae com., p.*	-2	5	1	6	7
3	3	87	*C. elatae com., p.*	-3	7	1	7	10
3	3	88	*C. elatae com., p.*	-14	4	-7	3	18
5	3	86	*C. elatae com., p.*	-80	-10	-39	0	70
6	3	86	*C. elatae com., p.*	-50	0	-24	0	50
9	3	86	*C. elatae com., p.*	-20	10	-2	15	30
9	3	87	*C. elatae com., p.*	-15	8	-3	12	23
9	3	88	*C. elatae com., p.*	-3	8	2	7	11
10	3	86	*C. elatae com., p.*	-20	20	10	21	40
10	3	87	*C. elatae com., p.*	-29	21	-1	12	50
10	3	88	*C. elatae com., p.*	-14	25	11	11	39
14	3	86	*C. elatae com., p.*	-33	4	-19	3	37
14	3	87	*C. elatae com., p.*	0	22	7	3	22
14	3	88	*C. elatae com., p.*	-23	5	-11	3	28
17	3	86	*C. elatae com., p.*	-17	5	-7	6	22
18	3	86	*C. elatae com., p.*	-19	5	-8	6	24
7	4	86	*C. paniculatae*	9	17	24	24	8
7	4	87	*C. paniculatae*	12	19	15	24	7
7	4	88	*C. paniculatae*	-6	16	4	20	22
8	4	86	*C. paniculatae*	6	17	10	24	11
8	4	87	*C. paniculatae*	0	18	8	20	18
8	4	88	*C. paniculatae*	-3	13	3	7	16
16	4	86	*C. paniculatae*	-12	12	0	12	24
16	4	87	*C. paniculatae*	2	14	6	11	12
16	4	88	*C. paniculatae*	-22	2	-12	3	24
20	4	86	*C. paniculatae*	-42	50	-6	6	92
20	4	87	*C. paniculatae*	-32	50	-3	7	82
20	4	88	*C. paniculatae*	-40	22	-9	3	62
19	5	86	*C. paniculatae*	-28	0	-10	0	28
22	5	87	*C. paniculatae*	15	52	30	24	37
22	5	88	*C. paniculatae*	10	21	16	24	11
27	5	87	*C. paniculatae*	-39	0	-17	0	39
27	5	88	*C. paniculatae*	-1	8	3	11	9
4	6	86	*C. ripariae*	10	30	20	24	20
4	6	87	*C. ripariae*	18	32	26	24	14
4	6	88	*C. ripariae*	-42	28	-18	3	70
11	6	86	*C. ripariae*	5	21	9	24	16
11	6	87	*C. ripariae*	4	27	15	24	23
11	6	88	*C. ripariae*	8	23	15	24	15
28	6	87	*C. ripariae*	-2	13	8	20	15
28	6	88	*C. ripariae*	9	16	11	24	7
29	6	87	*C. ripariae*	25	39	28	24	14
29	6	88	*C. ripariae*	19	29	24	24	10
30	6	87	*C. ripariae*	-11	0	-8	0	11
30	6	88	*C. ripariae*	-14	9	-4	3	23
31	6	87	*C. ripariae*	-20	27	-7	7	47
31	6	88	*C. ripariae*	-40	4	-16	3	44
23	7	87	*C. vesicariae*	-68	-15	-45	0	53
24	7	87	*C. vesicariae*	-53	-15	-40	0	38
25	7	87	*C. vesicariae*	-45	-27	-35	0	18
25	7	88	*C. vesicariae*	-30	-9	-18	0	21
26	7	87	*C. vesicariae*	-48	-24	-38	0	24
26	7	88	*C. vesicariae*	-47	-2	-23	0	45

Legende/*key:* U: Untersuchungsstelle/*study site*, G: Vegetationsgruppe/*vegetation group*, J: Untersuchungsjahr/*date of study*, V: pflanzensoziologische Vegetationseinheit/*phytosociolocical vegetation unit*, min: minimaler Wasserstand/*minimal waterlevel*, max: maximaler Wasserstand/*maximal water level*, mit: mittlerer Wasserstand/*mean water level* (cm über oder unter (-) Flur/*cm above or below ground*), üb: Überflutungsdauer/*duration of flooding* (Woche/*weeks*), amp: Amplitude/*amplitude* (cm), *C.: Caricetum, typ.: typicum, com.: comaretosum, p.: Carex paradoxa*-Variante/*variant.*

Tab. 10. Mittelwerte der Wasseranalysen 1986-1988 im *Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae* und *Caricetum vesicariae.*
Mean values of water analyses 1986-1988 in Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae and Caricetum vesicariae.

	oP(µg/l)	S	A		Leitf. (µS)	S	A
E	41.71	58.10	24	E	388.25	178.31	24
C	23.67	32.03	18	C	500.05	116.27	19
A	16.61	25.63	72	A	483.95	156.11	74
P	33.12	59.09	58	P	533.50	165.25	58
R	19.98	30.11	61	R	637.02	190.16	61
V	22.11	14.08	28	V	121.32	49.01	28
	P-tot(µg/l)	S	A		Na (mg/l)	S	A
E	70.75	67.47	24	E	5.26	3.32	24
C	66.53	47.38	18	C	12.21	30.66	19
A	43.49	33.61	72	A	3.90	1.88	72
P	58.95	89.12	58	P	11.43	11.70	58
R	38.28	35.77	61	R	5.11	2.37	61
V	76.29	58.52	28	V	4.57	3.95	28
	NH4 (µg/l)	S	A		K (mg/l)	S	A
E	296.42	511.68	24	E	6.35	5.04	23
C	347.00	507.85	18	C	2.19	1.75	19
A	442.18	655.74	72	A	1.94	1.89	72
P	399.02	562.54	58	P	2.08	1.83	58
R	708.03	957.87	61	R	4.23	3.06	61
V	1272.14	991.91	28	V	1.69	0.76	28
	NO3 (µg/l)	S	A		Ca (mg/l)	S	A
E	87.33	132.32	24	E	70.28	32.48	24
C	179.39	274.17	18	C	100.80	25.51	19
A	281.28	744.54	90	A	91.56	27.25	72
P	130.34	208.98	58	P	103.45	38.30	58
R	1925.15	2976.02	61	R	116.09	36.05	61
V	88.32	99.48	28	V	15.74	9.73	28
	pH	S	A		Mg (mg/l)	S	A
E	7.13	0.27	24	E	7.13	4.07	24
C	6.82	0.38	19	C	12.11	5.46	19
A	6.90	0.36	74	A	12.15	4.41	72
P	7.14	0.49	58	P	12.46	7.59	58
R	7.57	0.43	61	R	13.65	7.52	61
V	6.32	0.53	28	V	1.14	0.46	28

Legende/*key:* E: *Caricetum elatae typicum*, C: *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante/*typical variant,* C: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante/*variant,* P: *Caricetum paniculatae*, R: *Caricetum ripariae*, V: *Caricetum vesicariae;* S: Standardabweichung/*standard deviation,* A: Anzahl/*number;* op: Orthophosphat/*ortho phosphate,* P-tot: Gesamtphosphor/*total phosphorus,* NH4: Ammonium, NO3; Nitrat, ph: pH, Leitf.: Leitfähigkeit/*electrical conductivity,* Na: Natrium, K: Kalium, Ca: Calcium, Mg: Magnesium. (Untersuchungsstellen/*study sites* s. Tab. 11).

Tab. 11. Mittelwerte der Bodenanalysen 1986-1988 im *Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae* und *Caricetum vesicariae.*
Mean values of soil analyses 1986-1988 in Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae and Caricetum vesicariae.

		pH-c	pH-h	Ptot	C/N	Ntot	Corg	Wass.	Ca	Mg	A
E	M	5.79	6.17	0.75	13.90	0.78	11.29	58.07	31.79	2.03	6
	S	0.32	0.32	0.15	2.04	0.31	6.07	17.09	9.08	0.77	
C	M	5.81	6.14	0.99	16.05	1.33	21.85	70.39	55.09	4.37	7
	S	0.68	0.71	0.23	2.24	0.69	12.67	19.33	22.35	2.35	
A	M	5.87	6.16	1.02	15.19	1.65	26.03	72.93	61.12	7.09	18
	S	0.56	0.61	0.41	3.03	0.79	13.99	18.25	24.73	3.25	
P	M	6.33	6.69	0.98	16.56	1.39	24.08	73.04	63.35	5.70	11
	S	0.66	0.58	0.34	3.33	0.60	13.24	19.23	25.21	3.36	
P*	M	7.11	7.48	0.60	15.48	0.35	5.00	52.38	43.84	1.43	4
	S	0.20	0.23	0.18	3.84	0.22	3.08	12.72	21.31	1.22	
R	M	7.18	7.63	0.56	14.26	0.31	4.05	44.84	33.56	1.50	14
	S	0.19	0.31	0.15	4.23	0.19	2.32	11.31	19.31	0.84	
V	M	4.81	5.49	0.47	15.13	0.10	1.30	18.69	7.39	0.29	6
	S	0.51	0.41	0.10	6.75	0.06	0.48	6.01	2.54	0.12	

		K	Na	Ca%	Mg%	Ka%	Na%	S-Wert	H-Wert	V-Wert	A
E	M	0.26	0.16	92.97	5.88	0.71	0.45	34.24	4.76	87.72	6
	S	0.22	0.07	1.12	1.12	0.38	0.13	9.97	2.00	3.85	
C	M	0.32	0.53	91.14	7.20	0.54	1.12	60.31	8.08	87.70	7
	S	0.18	0.26	2.61	3.13	0.24	0.90	23.67	5.69	6.85	
A	M	0.48	0.27	88.69	10.26	0.67	0.38	68.95	7.62	89.42	18
	S	0.62	0.20	3.11	2.61	0.75	0.17	27.71	4.73	6.07	
P	M	0.36	0.68	89.77	8.60	0.55	1.23	70.07	5.71	91.29	11
	S	0.43	0.43	6.29	5.80	0.51	0.99	25.34	6.21	8.31	
P*	M	0.23	0.08	95.96	3.24	0.58	0.22	45.59	0.61	97.92	4
	S	0.09	0.07	2.95	2.68	0.24	0.28	22.08	0.74	2.60	
R	M	0.18	0.06	94.28	4.93	0.62	0.17	35.31	0.32	98.97	14
	S	0.10	0.04	2.96	2.88	0.31	0.08	19.74	0.47	1.52	
V	M	0.11	0.05	94.24	3.68	1.46	0.62	7.83	4.32	63.10	6
	S	0.01	0.04	1.02	0.86	0.43	0.48	2.66	0.44	8.63	

Legende/*key:* E: *Caricetum elatae typicum* (Untersuchungsstellen/*study sites* 12, 13), C: *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante/*typical variant* (1, 15, 21), C: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante/*variant* (2, 3, 5, 6, 9, 10, 14, 17, 18), P: *Caricetum paniculatae* (7, 8, 16, 20), P*: *Caricetum paniculatae* (gestörte Standorte/*disturbed sites,* 19, 22, 27), R: *Caricetum ripariae* (4, 11, 28, 29, 30, 31), V: *Caricetum vesicariae* (23, 24, 25, 26); M: Mittelwert/*mean value,* S: Standardabweichung/*standard deviation,* Anz.: Anzahl/*number;* pH-c: pH ($CaCl_2$), pH-h: pH (H_2O), Ptot: Gesamtphosphor/*total phosphorus* (‰), C/N: C/N-Verhältnis/*ratio,* Ntot: Gesamtstickstoff/*total nitrogen* (%), Corg: Gesamtkohlenstoff/*total carbon* (%), Wass.: Wasser/*water* (%), Ca: Calcium, Mg: Magnesium, K: Kalium, Na: Natrium (mval/100g Boden/*soil),* S-Wert (%), H-Wert (%), V-Wert (%).

Tab. 12. Durchschnittliche exponentielle Mitteltemperaturen 1986-1988 im *Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae* und *Caricetum vesicariae.*
Average exponential mean temperatures 1986-1988 in Caricetum elatae, Caricetum paniculatae, Caricetum ripariae and Caricetum vesicariae.

	A 86-88	S	A		B 86-88	S	A
E	17.98	1.62	6	E	16.37	1.42	6
C	17.08	0.51	5	C	16.83	1.88	5
A	18.45	1.19	19	A	18.68	1.47	19
P	16.98	1.42	15	P	16.42	1.45	15
R	17.99	4.21	14	R	16.40	1.68	14
V	17.26	0.96	5	V	17.85	1.09	5
	C 86-88	S	A		D 86-88	S	A
E	15.61	1.65	6	E			
C	15.19	1.23	5	C	14.34	0.91	5
A	16.26	1.69	19	A	14.24	1.25	19
P	14.71	2.09	12	P	13.73	1.35	13
R	14.86	1.25	14	R	14.13	1.20	12
V	16.83	1.13	4	V	15.37	0.79	5

Legende/*key:* E: *Caricetum elatae typicum* (Untersuchungsstellen/*study sites* 12, 13), C: *Caricetum elatae comaretosum*, typische Variante/*typical variant* (1, 21), C: *Caricetum elatae comaretosum, Carex paradoxa*-Variante/*variant* (2, 3, 5, 6, 9, 10, 14, 17, 18), P: *Caricetum paniculatae* (7, 8, 16, 19, 20, 22, 27), R: *Caricetum ripariae* (4, 11, 28, 29, 30, 31), V: *Caricetum vesicariae* (24, 25, 26); A 86-88: Mitteltemperaturen/*mean temperatures* 110 cm über dem Boden/*above ground,* B 86-88: 60 cm über dem Boden/*above ground,* C 86-88: auf der Bodenoberfläche/*on ground surface,* D 86-88: 20 cm im Boden/*below ground;* S: Standardabweichung/*standard deviation,* A: Anzahl/*number.*