Diskussion

Objekttyp: **Chapter**

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

Band (Jahr): **120 (1994)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

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.