©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 6, 83-100. Hannover 1994

Ökologische Charakterisierung des Caricetum davallianae durch Grundwasserstands- und pH-Messungen

- Thomas Flintrop, Göttingen -

Abstract

Measurements of ground-water level and pH were made in two transsekts and 164 relevés of wet grassland stands of German Mittelgebirge and Alps (*Caricion davallianae*, *Caricion fuscae, Calthion*). Using the relationship between these measurements and vegetation distinct limits are pointed out.

The measurements of ground-water level show that bogs of *Caricetum davallianae* differ from *Calthion*-meadows in usual summer minimum levels that do not decline more than 20 cm below surface level. Numerous meadow species do not or rarely occur in stands with minimum level above this ecological limit. The first transsect examplifies the fact that an additional nitrogen-input by fertilisation is not essential for existence of *Calthion*-meadows.

The measurements of pH in soil water show that the occurence of species typical to the *Caricion davallianae* and *Caricion fuscae* is related to pH value. If pH 6.1 is used to partition all stands in two groups the result is the most significant floristic difference of all other possible partitions by minimum pH. This pH limit corresponds to the Siliceous and the Calcareous soil buffer ranges.

1. Einleitung

Für die Kleinseggenrasen des *Caricetum davallianae* stellen Grundwasserhaushalt, Basenversorgung sowie Stickstoffversorgung wesentliche Standortfaktoren dar (vgl. DIERSSEN 1984:66, ELLENBERG 1986: Tab. 54 u. 56, GÖRS1963:23 ff.). Im folgenden soll auf die Frage eingegangen werden, inwieweit eine ökologische Charakterisierung des *Caricetum davallianae* anhand der beiden Faktoren Grundwasserhaushalt und Basenversorgung möglich ist. Um die Fragestellung beantworten zu können, werden die räumlich wie ökologisch zu den Kleinseggenrasen benachbarten Kontaktgesellschaften zum Vergleich herangezogen. In Deutschland bestehen diese Kontaktgesellschaften vorwiegend aus Feuchtwiesen des *Calthion* und *Molinion*, Kleinseggenrasen des *Caricion fuscae* sowie Hochstaudenfluren und Großseggenrieder des *Filipendulion* und *Magnocaricion*.

Im folgenden werden zunächst Grundwasserstands-Messungen vorgestellt, um die Differenzierung der Kleinseggenrasen gegenüber den Feuchtwiesen zu konkretisieren. In Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt wird dabei auch auf die Stickstoffversorgung dieser Vegetationstypen kurz eingegangen. In einem zweiten Teil schließen sich Untersuchungen zur Basenversorgung anhand von pH-Messungen an, um das *Caricion davallianae* gegenüber dem *Caricion fuscae* zu charakterisieren.

Bei beiden Themenbereichen werden zunächst Messungen entlang je eines Transsektes vorgestellt, die auf eine kausale Interpretation der Messungen abzielen. Daran anschließend werden die Ergebnisse anhand von zahlreichen überregionalen Messungen aus dem deutschen Mittelgebirgs- und Alpenraum untermauert.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Nicht näher behandelt werden sollen an dieser Stelle die Kontaktgesellschaften der Hochstaudenfluren und Großseggenrieder (*Filipendulion* und *Magnocaricion*), die in der kollinen und unteren montanen Stufe als Brachestadien von ehemals genutzten Kleinseggenrasen bzw. Feuchtwiesen auftreten (FLINTROP 1987: 94, 1990: 72).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden durch ein Stipendium der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft unterstützt.

2. Grundwasserhaushalt

2.1. Transsekt Meinetsberg

An einem Wiesenhang des Meißners in Nordhessen wurde 1984 von mir ein Vegetations-Transsekt mit acht Grundwasserstands-Meßrohren eingerichtet. An diesem Hang befinden sich mehrere Kleinseggenrasen des *Caricetum davallianae*, die in Feucht- und Frischwiesen eingebettet sind. Die Wiesenfläche liegt in ca. 440 m Höhe an dem nordexponierten Hang des Meinetsberges. Die Böden bestehen aus kalkreichem Verwitterungslehm von Kalk- und Mergelsteinen des Muschelkalk und Unteren Keupers. Die Wiese wird seit über 20 Jahren nicht gedüngt und regelmäßig einmal jährlich zwischen Mitte Juli und Anfang August gemäht. Der Großteil dieses Wiesenhanges ist von Glatthaferwiesen bedeckt, in die mehrere Quellen und Quellsümpfe eingelagert sind. Im Zentrum dieser Quellsümpfe befinden sich Kleinseggenrasen, die mehr oder weniger ringförmig von Feuchtwiesen umgeben sind, an die sich nach außen hin die umgebenden Glatthaferwiesen anschließen. Quer durch einen solchen Vegetationskomplex verläuft das 4,5 m lange Vegetations-Transsekt (siehe Tab. 1). Um die sehr rasche Vegetationsabfolge nachvollziehen zu können, besitzt jede der durch eine Spalte repräsentierten Aufnahmeflächen nur eine Größe von 1/4 m^2, 25 cm in der Breite und 1 m in der Länge quer zum Transsektverlauf.

Die ersten beiden Spalten, das heißt der erste halbe Meter des Transsektes, läßt sich als montan geprägte Glatthaferwiese ansprechen. Neben den typischen *Arrhenatheretum*-Arten wie *Arrhenatheretum elatius*, *Crepis biennis* und *Galium mollugo* treten hier *Crepis mollis, Trollius europaeus* und *Alchemilla monticola* auf. Auf dem nächsten halben Meter (Spalte 3-4) geht diese Wiese in eine Kohldistel-Feuchtwiese, ein *Valeriano-Cirsietum oleracei*, über. In dem Bereich der Feuchtwiese (Spalte 4-7) weist die Kohldistel Deckungsgrade von 50 bis über 80 % auf. Typische Arten sind neben der Kohldistel *Primula elatior*, *Deschampsia cespitosa, Carex panicea* oder *Valeriana dioica*. Auf diese Zone folgt im Transsektverlauf eine artenarme *Carex panicea*-Dominanzgesellschaft (Spalte 9-11). In einer etwa einen halben Meter breiten Übergangszone geht dieser Kleinseggenrasen schließlich in ein *Caricetum davallianae* über (Spalten 14-18). In diesem Davallseggen-Rasen treten neben der namengebenden Art *Carex flacca*, *Eriophorum latifolium* und typische Moosarten wie *Cratoneuron commutatum* oder *Campylium stellatum* auf.

Die hier geschilderte Vegetationsabfolge spiegelt sich nicht nur in der Artenzusammensetzung, sondern auch in der Struktur des Grünlandes wider. Die Abb. 1 zeigt einen typischen Schattenriß des Transsektes im Hochsommer, der am 8. Juli 1987 kurz vor der Mahd aufgenommen ist. Die gestrichelte und die gepunktete Linie geben den Bereich zwischen der Obergrenze der Hauptblattmasse und der mittleren absoluten Obergrenze der Krautschicht an. Nicht dargestellt ist die Geländeform des Transsektes, das in seinem Verlauf abfällt und zwischen dem laufenden Meter 0 und 4 einen Höhenunterschied von etwa einem Meter aufweist. Die Glatthaferwiese besitzt kurz vor ihrem Schnittzeitpunkt eine Höhe von 80 bis 120 cm, während die angrenzende Kohldistelwiese 50 bis 90 cm hoch aufragt. Demgegenüber erreichen die Kleinseggenrasen nur Höhen von 25 bis 40 cm. Diese Differenzierung der Vegetationsstruktur läßt sich im Mittelgebirgsraum durchaus verallgemeinern. So fallen in Wiesen eingebettete Kleinseggen-

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 1: Transsekt Meinetsberg (440 m üNN.)
Die Einträge geben die prozentuale Deckung pro Aufnahmefläche an;
: Deckung weniger als 5 %, 4 oder mehr Exemplare;
+ : Deckung weniger als 5 %, 1 bis 3 Exemplare.

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Laufende Meter	0			1				2				3				4		
Deckung Krautschicht [%]	100	100	100	100	100	100	100	85	90	85	95	95	90	85	80	85	75	
Deckung Moosschicht [%]	25	20	25	20	20	30	25	50	40	60	70	70	50	60	70	80	70	60
Artenzahl	34	40	32	27	22	21	17	14	14	13	12	13	17	19	17	16	18	19
Sanguisorba officinalis	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis mollis	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhinanthus minor	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trollius europaeus	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trisetum flavescens	5	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca pratensis	+	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arrhenatherum elatius	25	10	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Holcus lanatus	10	#	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Brachypodium pinnatum	10	5	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crepis biennis	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lathyrus pratensis	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	10	5	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Galium mollugo	#	#	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pimpinella major	#	#	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex acetosa	#	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phyteuma spicatum	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryum rubens	#	#	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fissidens taxifolius	#	#	#	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiomnium elatum s.l.	+	+	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	.	+	.	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plantago lanceolata	+	10	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Alchemilla monticola	#	#	#	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	10	5	5	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cirriphyllum piliferum	+	+	+	#	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pedinophyllum interruptum	#	+	#	5	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Festuca rubra	20	25	15	#	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Colchicum autumnale	10	10	20	+	#	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.
Eurhynchium swartzii	5	5	5	#	10	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scleropodium purum	5	5	5	10	5	+	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus squarrosus	#	#	#	#	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Primula elatior	+	+	5	#	#	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus acris	#	#	#	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophocolea bidentata	#	+	#	#	+	#	#	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex acutiformis	+	+	+	+	#	#	#	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ajuga reptans	+	.	+	+	.	#	20	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Deschampsia cespitosa	.	.	.	.	+	20	10	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ctenidium molluscum	.	+	.	.	+	10	+	#	#	10	#	.	.	.	.	.	+	+
Cirsium oleraceum	.	5	40	85	80	60	70	50	25	15	+	+	.	.	.	.	.	.
Carex panicea	.	.	15	10	15	10	35	60	50	60	45	40	40	25	15	10	25	25
Valeriana dioica	.	.	+	+	20	25	25	20	30	20	10	5	#	10	#	10	5	5
Calliergonella cuspidata	.	.	.	.	5	15	25	50	40	30	30	30	25	20	20	+	10	+
Crepis paludosa	.	.	.	.	+	#	#	15	10	#	#	15	20	5	10	10	5	#
Equisetum palustre	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	#
Eriophorum angustifolium	.	.	.	.	.	.	+	+	#	10	#	+	+	.	+	.	+	#
Cratoneuron filicinum	.	.	.	.	.	.	.	+	+	20	40	40	20	10	10	20	20	20
Fissidens adianthoides	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	#	#	20	+	#
Plagiomnium elatum	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	.	#	#	#	+	.	+	+
Bryum pseudotriquetrum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	#	#	+	#	#	#	#
Carex flacca	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	15	10	10	25	20	20	10	5
Carex davalliana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	60	45	50	60	45	60	40
Potentilla erecta	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	#	#	5	5	#	#	#
Equisetum arvense	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	#	#	#	#	#	#
Cratoneuron commutatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	25	30	40	40	40
Eriophorum latifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	#	+	#
Campylium stellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	#	#
Dactylorhiza majalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.
Riccardia pinguis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+
Thuidium delicatulum	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

je einmal kommen vor (Spalte Nr:Deckungsgrad): Acer pseudoplatanus (15:+), Agrostis tenuis (2:+), Avenochloa pubescens (2:+), Briza media (2:+), Cardamine pratensis (8:+), Crataegus spec. (3:+), Dicranum bonjeanii (6:+), Juncus articulatus (13:+), Parnassia palustris (14:+), Prunus spinosa (16:+), Triglochin palustre (14:+), Vicia cracca (4:+), Vicia sepium (2:+).

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

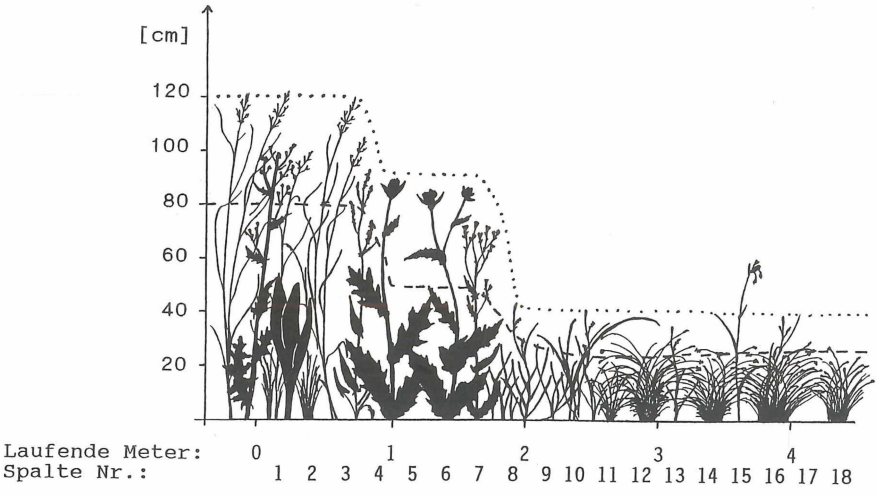


Abb. 1: Schattenriß des Transsektes Meinetsberg

····· : mittlere absolute Obergrenze der Krautschicht
- - - : mittlere Obergrenze der Hauptblattmasse

rasen im Hochsommer vor der Mahd regelrecht als niedrigwüchsige Senken innerhalb des umgebenden hochwüchsigen Graslandes ins Auge.

Um die Annahme zu belegen, daß der geschilderte Vegetationswechsel durch Unterschiede im Grundwasserhaushalt bedingt ist, habe ich entlang des Transsektes in 8 PVC-Rohren den Grundwasserstand gemessen. Die Rohre besitzen einem Durchmesser von 2,5 cm, eine Länge von gut 50 cm und sind seitlich mit Löchern versehen, damit ein ausreichender Kontakt zum Grundwasserkörper gegeben ist. Die Messungen sind an insgesamt 28 Terminen in den Jahren 1985 bis 1988 während der Monate April bis Oktober vorgenommen worden. Ziel dieser

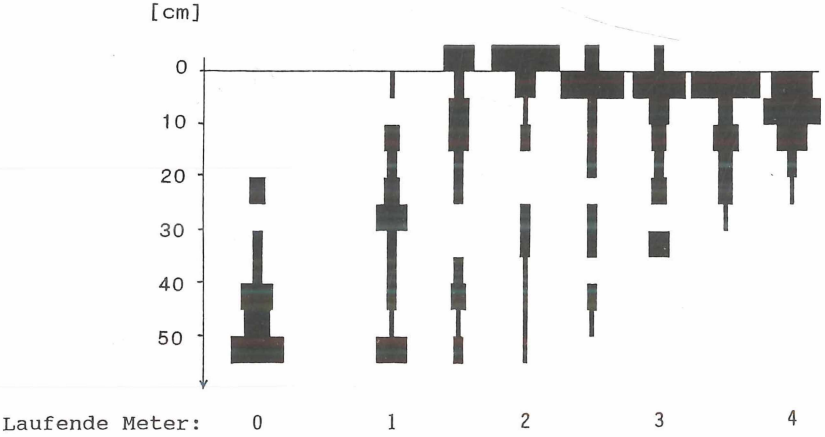


Abb. 2: Grundwasserstände des Transsektes Meinetsberg

▮ : 2 Meßwerte (28 Messungen pro Rohr)

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Messungen war dabei nicht, den mittleren Grundwasserstand zu dokumentieren, sondern vor allem über einen längeren Zeitraum hinweg die Extreme zu erfassen. Daher liegen die Zeitpunkte der Messungen größtenteils im April zur Zeit der Schneeschmelze sowie in sommerlichen Trockenperioden.

Eine zusammenfassende Darstellung der Grundwasserstände zeigt Abb. 2. In dieser Abbildung repräsentieren die 8 Säulen summarisch die Wasserstände in den jeweiligen Meßrohren. In der senkrechten ist der Abstand des Grundwasserstandes von der Bodenoberfläche in Intervallen von 5 cm aufgetragen. Die Breite der Säulen gibt die Anzahl der Messungen an, die in dem jeweiligen Intervall liegen, wobei die Untergrenze eines Intervalles immer zu dem jeweiligen Intervall dazugezählt wird; so reicht z.B. das erste Meßintervall von 0,5 cm bis einschließlich 5 cm unter Bodenoberfläche (= Flur). Während bei Darstellungen des Grundwasserstandes einzelner Meßpunkte üblicherweise Dauerlinien benutzt werden, bietet sich die hier gewählte Darstellung gerade für nebeneinander liegende Meßpunkte eines Transsektes an. Insgesamt ergibt sich an diesem Transsekt das Bild eines kuppelförmigen Grundwasserkörpers, der an der linken, hangaufwärtigen Seite sehr rasch zur Bodenoberfläche ansteigt und hangabwärts allmählich wieder absinkt. Dieses Absinken kommt bei dem gezeigten Transsekt zwar nur ansatzweise zum Ausdruck, an einem anderen Transsekt an demselben Wiesenhang (hier nicht gezeigt) konnte dies bei ansonsten gleichartiger Vegetationsabfolge jedoch deutlicher erfaßt werden.

Unter der Glatthaferwiese am Beginn des hier dargestellten Transsektes liegt der Grundwasserspiegel meist tiefer als 40 cm unter Flur, wobei er im April bzw. Mai jedoch durchaus auch bis auf 20 cm unter der Bodenoberfläche ansteigen kann. Der Bereich der Kohldistelwiese (laufende Meter 1 bis 1,5) zeichnet sich demgegenüber durch einen Schwankungsbereich der Wasserstände aus, der von der Bodenoberfläche bis in größere Bodentiefen reicht. Während drei der vier Untersuchungsjahre sank hier der Grundwasserstand im Hochsommer tiefer als 50 cm unter Flur ab; im Hochsommer 1987 wurde dagegen nur eine maximale Tiefe von 28 cm festgestellt. Ein ähnliches Wasserregime weist die *Carex panicea*-Gesellschaft auf (laufende Meter 2 bis 2,5). In diesem Bereich tritt jedoch im Frühjahr das Quellwasser mit einem so starken Wasserdruck zu Tage, daß eine bis zu 7 cm hohe Wassersäule über Bodenoberfläche meßbar war. Solche Überflutungen durch starke Quellschüttungen im Frühjahr in Kombination mit einem sommerlichen Wasserstand von nur noch 30 bis 40 cm unter Flur sind eventuell typische Standortbedingungen einer von mehreren Autoren beschriebenen *Carex panicea*-Gesellschaft (siehe z.B. PHILIPPI1963: 120). Am ausgeglichensten ist der Grundwasserstand an den beiden letzten Meßrohren (laufende Meter 3,5 und 4). Hier, in dem *Caricetum davallianae*, tritt das Grundwasser nicht an der Oberfläche aus und sinkt andererseits maximal bis 27 cm unter Flur ab. Der mittlere Wasserstand liegt hier während der Vegetationsperiode meist zwischen Bodenoberfläche und einer Tiefe von 15 cm unter Flur. Lediglich bei der spätsommerlichen Trockenperiode 1988 sanken die Grundwasserstände in den beiden Meßrohren tiefer als 20 cm unter Bodenoberfläche ab. Die maximalen Wasserstände wurden an nahezu allen Meßrohren in drei der vier Jahre des Untersuchungszeitraumes zur Zeit der Schneeschmelze im April bis Anfang Mai erreicht; die Minima traten fast durchgehend in den Monaten Juli bis September auf. Dabei wurden die vier niedrigsten Meßwerte an allen Meßrohren des Transsektes in dem trockenen Hochsommer 1988 erreicht. Diese Werte dürften in etwa auch das absolute Minimum angeben, auf das der Wasserstand in diesem Quellbereich absinkt.

Die vorliegenden Messungen legen die These nahe, daß sich die verschiedenen Vegetationstypen aufgrund von Unterschieden im jeweiligen Grundwasserregime einstellen. Bevor diese These mit weiteren Messungen unterlegt wird, soll jedoch noch darauf eingegangen werden, ob nicht die Stickstoffversorgung als weiterer Standortfaktor den Vegetationswechsel entlang des Transsektes bedingen könnte. So werden von ELLENBERG die *Calthion*-Feuchtwiesen als gedüngtes Grünland den ungedüngten, oligotrophen Kleinseggenrasen gegenübergestellt (ELLENBERG 1986: Abb. 438 u. 439). Demgegenüber betont KLAPP (1965: 216 ff.), daß mehr als die Hälfte der

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

von ihm untersuchten *Calthion*-Wiesen keine oder eine nur sehr geringe Düngung erhalten. NOWAK (1992: 43) verweist darüberhinaus auf die aktuelle Verbreitung von ungedüngten Feuchtwiesen des Verbandes *Calthion* in seinem westhessischen Untersuchungsgebiet. Auch bei dem vorliegenden Transsekt kann man die Stickstoffzufuhr von außen als Ursache für den Vegetationswandel ausschließen. Die gesamte Wiesenfläche wird von den Eigentümern seit über 20 Jahren nicht gedüngt. Und falls ein Stickstoffeintrag durch das Quellwasser erfolgen würde, so müßte ja gerade der nasse Bereich der Kleinseggenrasen am nährstoffreichsten sein, und nicht die Kohldistelwiesen!

Eine grundsätzlich andere Frage ist, ob sich - unabhängig von einer Zufuhr von außen - das Mineralstickstoffangebot infolge von Mineralisation in den Böden von Feuchtwiesen und Kleinseggenrasen unterscheidet. Untersuchungen von LEON (1968) und WILLIAMS (1968) zeigen, daß die sommerlich abtrocknenden Böden unter den Feuchtwiesen relativ hohe, die dauernassen Böden des *Caricetum davallianae* jedoch äußerst niedrige Mineralisationsraten aufweisen (ELLENBERG 1968: 196 ff.). Dieses Mineralstickstoffangebot ist jedoch meines Erachtens nach kein neuer, zusätzlicher Standortfaktor, sondern ergibt sich aufgrund der bereits genannten Faktoren Grundwasserhaushalt und Basenversorgung (vgl. ELLENBERG 1968, GROOTJANS et al. 1985: Tab. 5).

2.2. Überregionale Grundwassermessungen

Während die bisher vorgestellten Grundwassermessungen nur einen einzelnen Bestand dokumentieren, werden im folgenden überregionale Messungen vorgestellt. In Tab. 2 sind 112 eigene Vegetationsaufnahmen aus dem Mittelgebirgs- und Alpenraum mit Grundwasserdaten zusammengestellt. Die Aufnahmen dieser synoptischen Tabelle repräsentieren sowohl Feuchtwiesen wie Kleinseggenrasen mit kalk- bzw. basenreichem Grundwasser. Die Zahlenangaben stellen prozentuale Häufigkeiten pro Spalte dar, d.h. die Tabelle wie ist wie eine Stetigkeitstabelle mit prozentualen Stetigkeitsangaben zu lesen. In den 5 Spalten sind die Aufnahmen von links nach rechts mit ansteigendem Grundwasserstand zusammengefaßt; Spalte 1 umfaßt die Aufnahmen mit einem Grundwasserstand von tiefer als 20 cm unter Flur, Spalte 5 diejenigen mit einem Grundwasserstand an der Bodenoberfläche.

Zu jeder Fläche liegt nur eine Messung zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme vor. Diese 112 Messungen wurden dabei in verschiedenen Jahren, aber alle im Hochsommer vorgenommen, d.h. zu einer Zeit, in der die Feuchtwiesen ihren tiefsten Wasserstand erreichen, während die Kleinseggenrasen meist noch einen Wasserstand zwischen Oberfläche und 15 cm unter Flur aufweisen. Dadurch ist es möglich, anhand von nur einmaligen Messungen aussagekräftige Unterschiede zu belegen.

In den ersten beiden Spalten der Tabelle, mit Grundwasserständen von 15 cm unter Flur oder tiefer, kommt eine Artengruppe von knapp 20 Wiesen- und Feuchtwiesenarten vor, die bei höheren Grundwasserständen weitgehend fehlt. Zu dieser Artengruppe von *Filipendula ulmaria* zählen beispielsweise die Arten *Juncus conglomeratus, Filipendula ulmaria, Polygonum bistorta, Primula elatior, Lychnis flos-cuculi* oder *Cirsium oleraceum*. Weniger deutlich setzt sich die Artengruppe von *Holcus lanatus* gegenüber den Spalten 3 bis 5 ab. Demgegenüber treten in den Aufnahmen der Spalten 2 bis 5, d.h. bei Grundwasserständen von 20 cm unter Flur oder höher, für das *Caricion davallianae* typische Arten mit hohen prozentualen Häufigkeiten auf. Zu dieser Artengruppe von *Carex davalliana* zählen *Carex davalliana, Eriophorum angustifolium, Parnassia palustris, Eriophorum latifolium* und *Triglochin palustre*. Die folgenden Arten der *Pinguicula vulgaris*-Gruppe wie *Juncus alpino-articulatus, Tofieldia calyculata* oder *Primula farinosa* sind ebenfalls typische Arten des *Caricetum davallianae*. Diese Arten weisen im Gegensatz zu denen der *Carex davalliana*-Gruppe in den ersten beiden Spalten nur geringe Stetigkeiten auf. Dies darf jedoch nicht als Reaktion auf zu niedrige Wasserstände interpretiert werden. Die geringe

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 2: Artenzusammensetzung von Feuchtwiesen und Kleinseggenrasen in Abhängigkeit vom Grundwasserstand (ausgewählte Gefäßpflanzen). Jeweils einmalige Messungen im Hochsommer (1. Juli - 15. Aug.); Häufigkeitsangaben als prozentuale Stetigkeit pro Spalte; n = absolute Anzahl der Meßwerte pro Art.

Spalte Nr.		1	2	3	4	5
Wasserstand unter Flur von			15	6	1	0
Wasser bis		>20	-20	-14	-5	
Zahl der Aufnahmen (n=112)		24	15	22	17	34
Filipendula ulmaria-Gruppe:						
Juncus conglomeratus	(n=17)	58	6	.	5	2
Sanguisorba officinalis	(n=21)	58	13	13	11	.
Centaurea jacea	(n=26)	62	13	9	11	14
Anthoxanthum odoratum	(n=20)	58	6	18	5	.
Filipendula ulmaria	(n=27)	70	60	.	5	.
Polygonum bistorta	(n=22)	66	40	.	.	.
Poa trivialis	(n=21)	54	40	9	.	.
Geum rivale	(n=14)	37	26	.	5	.
Rumex acetosa	(n=18)	45	40	.	.	2
Vicia cracca	(n=27)	79	33	9	.	2
Primula elatior	(n=25)	66	33	9	.	5
Ajuga reptans	(n=22)	50	46	4	11	.
Colchicum autumnale	(n=23)	58	40	4	11	.
Angelica sylvestris	(n=21)	45	40	4	5	5
Deschampsia cespitosa	(n=28)	75	33	4	5	8
Lychnis flos-cuculi	(n=24)	58	40	9	5	2
Trollius europaeus	(n=33)	83	33	9	5	14
Lathyrus pratensis	(n=34)	83	46	13	11	5
Cirsium oleraceum	(n=29)	58	60	18	5	2
Myosotis nemorosa	(n=15)	33	20	9	11	.
Holcus lanatus-Gruppe:						
Holcus lanatus	(n=35)	83	40	27	17	.
Cardamine pratensis	(n=39)	70	53	27	17	14
Galium uliginosum	(n=37)	70	53	36	11	5
Lotus uliginosus	(n=35)	62	40	36	23	5
Caltha palustris	(n=36)	41	46	27	23	26
Festuca rubra	(n=46)	95	46	45	23	5
Carex nigra	(n=50)	87	53	40	29	20
Ranunculus acris	(n=52)	100	60	40	17	20
Carex davalliana-Gruppe:						
Carex davalliana	(n=75)	37	86	72	70	73
Eriophorum angustifolium	(n=55)	29	60	59	47	52
Parnassia palustris	(n=70)	25	53	72	88	73
Eriophorum latifolium	(n=49)	16	40	68	41	50
Triglochin palustre	(n=16)	.	26	9	29	14
Pinguicula vulgaris-Gruppe:						
Pinguicula vulgaris	(n=46)	4	20	40	47	73
Carex hostiana	(n=36)		20	40	41	50
Aster bellidiastrum	(n=36)	4	20	22	41	58
Tofieldia calyculata	(n=40)	4	13	40	52	55
Juncus alpino-articulatus	(n=37)	4	6	31	47	58
Primula farinosa	(n=36)	4	6	36	52	50
Schoenus ferrugineus	(n=23)	.	6	22	29	35
Eleocharis quinqueflora	(n=19)	4	.	4	23	38
Carex panicea-Gruppe:						
Carex panicea	(n=96)	91	80	90	94	76
Carex flacca	(n=61)	79	46	50	58	41
Valeriana dioica	(n=75)	75	86	77	52	52
Crepis paludosa	(n=59)	70	73	59	52	26
Molinia caerulea	(n=73)	62	40	72	64	73
Briza media	(n=50)	54	33	59	35	38
Equisetum palustre	(n=64)	50	93	45	47	58
Cirsium palustre	(n=45)	50	60	31	47	26
Potentilla erecta	(n=85)	45	73	90	94	79
Equisetum arvense	(n=52)	43	66	63	35	32
Dactylorhiza majalis	(n=28)	41	33	36	17	5
Succisa pratensis	(n=51)	33	40	45	58	50
Carex flava	(n=27)	25	13	18	29	29
Juncus articulatus	(n=35)	25	46	36	41	20
Epipactis palustris	(n=34)	20	26	45	29	29

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 3: Artenzusammensetzung von Feuchtwiesen und Kleinseggenrasen (ausgewählte Gefäßpflanzen), nach Artengruppen geordnet. Aufnahmematerial wie bei Tab. 2; Häufigkeitsangaben als prozentuale Stetigkeit pro Spalte.

Spalte Nr.	1	2	3	4	5
Zahl der Aufnahmen (n=112)	30	11	12	17	42
Filipendula ulmaria-Gruppe:					
Filipendula ulmaria	83	.	.	11	.
Polygonum bistorta	73	.	.	.	.
Geum rivale	43	.	.	5	.
Rumex acetosa	53	9	.	5	.
Deschampsia cespitosa	76	9	8	.	7
Juncus conglomeratus	50	18	.	.	.
Sanguisorba officinalis	50	18	.	11	4
Anthoxanthum odoratum	50	27	8	.	2
Poa trivialis	60	27	.	.	.
Vicia cracca	76	36	.	.	.
Myosotis nemorosa	36	36	.	.	.
Ajuga reptans	60	27	.	.	2
Lychnis flos-cuculi	66	27	8	.	.
Lathyrus pratensis	89	27	16	11	.
Primula elatior	66	18	16	.	2
Centaurea jacea	53	.	16	.	19
Trollius europaeus	73	9	58	.	7
Colchicum autumnale	53	9	.	35	.
Angelica sylvestris	53	.	.	29	.
Cirsium oleraceum	69	9	8	35	.
Holcus lanatus-Gruppe:					
Holcus lanatus	80	63	8	17	.
Lotus uliginosus	66	72	8	5	11
Galium uliginosum	80	81	8	11	2
Cardamine pratensis	76	90	8	23	2
Festuca rubra	96	90	16	17	4
Ranunculus acris	100	100	41	17	7
Caltha palustris	50	72	83	.	7
Carex nigra	89	81	75	17	4
Carex davalliana-Gruppe:					
Carex davalliana	50	36	100	64	80
Parnassia palustris	23	90	66	64	80
Eriophorum angustifolium	33	54	66	82	40
Eriophorum latifolium	6	45	66	47	61
Triglochin palustre	6	9	.	47	11
Pinguicula vulgaris-Gruppe:					
Juncus alpino-articulatus	.	.	91	.	61
Aster bellidiastrum	.	.	75	.	64
Pinguicula vulgaris	.	.	41	5	95
Carex hostiana	.	.	41	5	71
Tofieldia calyculata	.	.	41	.	83
Primula farinosa	.	.	25	.	78
Eleocharis quinqueflora	.	.	25	23	28
Schoenus ferrugineus	.	.	.	.	54
Carex panicea-Gruppe:					
Carex panicea	89	100	83	100	73
Valeriana dioica	80	90	83	82	40
Crepis paludosa	76	90	66	70	14
Carex flacca	66	72	33	76	38
Molinia caerulea	50	36	58	64	85
Briza media	53	54	66	29	35
Equisetum palustre	63	18	66	70	54
Potentilla erecta	43	100	100	82	83
Equisetum arvense	53	100	16	35	40
Succisa pratensis	36	63	33	47	50
Cirsium palustre	56	63	.	82	16
Dactylorhiza majalis	40	63	8	47	.
Juncus articulatus	23	90	8	76	9
Epipactis palustris	20	36	25	52	28
Carex flava	16	9	58	11	28

Stetigkeit resultiert vielmehr in erster Linie daher, daß in den beiden ersten Spalten vorwiegend Aufnahmen von *Calthion*-Feuchtwiesen aus dem nördlichen Mittelgebirgsraum enthalten sind, in dem die Arten der *Pinguicula vulgaris*-Gruppe nicht bzw. kaum verbreitet sind. Die Arten der

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

letzten Gruppe, der *Carex panicea*-Gruppe, weisen in der Tabelle keine klare Präferenz hinsichtlich des Wasserstandes auf. Das dürfte bei manchen Arten wie z.B. *Carex flacca* oder *Briza media* etwas überraschen.

Um zu überprüfen, ob die mit Hilfe von Grundwasserstands-Messungen gebildeten Artengruppen von *Filipendula ulmaria* und *Carex davalliana* auch eine floristische Differenzierung erlauben, wurden als nächster Schritt dieselben 112 Aufnahmen nach den vier oben genannten Artengruppen sortiert (siehe Tab. 3). Tab. 3 zeigt, daß sich diese ökologischen Artengruppen auch sehr gut zu einer floristisch-soziologischen Gliederung benutzen lassen. So treten in den Aufnahmen der Spalte 1 jeweils mindestens acht Arten der *Filipendula ulmaria*-Gruppe auf. Zusammen mit der Präsenz von Arten der *Holcus lanatus*-Gruppe ermöglicht diese Artenkombination die Zuordnung der Aufnahmen zum *Calthion*, wobei der größte Teil als *Valeriano-Cirsietum oleracei* anzusprechen ist. In den Aufnahmen der Spalte 2 treten dagegen nur bis zu fünf Arten der *Filipendula ulmaria*-Gruppe auf, bei gleichzeitig stärkerer Präsenz von Arten der *Carex davalliana*-Gruppe. Diese Bestände stehen floristisch an der Grenze zwischen den Kleinseggenrasen und den Feuchtwiesen und lassen sich nicht ohne weiteres einem dieser Vegetationstypen zuordnen. Demgegenüber können die Spalten 3 bis 5 aufgrund der Präsenz der Arten der *Carex davalliana*- und der *Pinguicula vulgaris*-Gruppe bei gleichzeitig weitgehendem Fehlen von Arten der *Filipendula ulmaria*- und der *Holcus lanatus*-Gruppe dem *Caricetum davallianae* zugeordnet werden. An dieser Tabelle wird jedoch auch deutlich, daß sich die Artengruppen von *Filipendula ulmaria* und *Holcus lanatus* nicht mit der Gruppe von *Carex davalliana* ausschließen. So tritt gerade die namengebende *Carex davalliana* oft auch in Feuchtwiesen auf (siehe Sp.1).

Grundwasserstandsmessungen aus Feuchtwiesen des *Calthion* liegen schon in verhältismäßig großer Zahl vor. Nahezu alle Autoren belegen Grundwasserstände, die in niederschlagsreichen Zeiträumen nahe der Bodenoberfläche liegen und in hochsommerlichen Trockenperioden regelmäßig bis in Tiefen von 40 bis 95 cm, im Extremfall sogar bis zu 130 cm, unter Flur absinken (Dierschke 1969: Abb. 2, Ellenberg 1952: 27, v. Möller 1956: Tafel 16 a-c, Niemann 1963: Abb. 14, Tüxen 1954: Abb. 8-10). Die meisten dieser Autoren stellen dabei auch einige Feuchtwiesen vor, bei denen die regelmäßigen Minima lediglich bei 25 cm unter Flur liegen und in denen dann bezeichnenderweise zahlreiche Arten der bodensauren Kleinseggenrasen mit relativ hohen Deckungsgraden vertreten sind.

Gegenüber den *Calthion*-Feuchtwiesen zeichnet sich der Grundwasserhaushalt eines *Caricetum davallianae* anhand der eigenen Messungen durch einen ganzjährig ausgeglichen Grundwasserstand aus, der größtenteils zwischen Bodenoberfläche und einer Tiefe von 20 cm unter Flur liegt. Ganz ähnliche Ergebnisse erhielt W.F. Möller (1987: 510) für ein in der Eifel gelegenes *Caricetum davallianae* anhand einer Meßreihe im Hochsommer. Praktisch exakt gleiche Maxima, Minima und mittlere Wasserstände wie in der vorliegenden Untersuchung ermittelte Yerly (1970: Blatt 4) über drei Jahre in den Schweizer Randalpen. B.& K. Dierssen belegen aus dem Schwarzwald einen Bestand als *Caricetum davallianae campylietosum stellati* mit einem Wasserstands-Minimum von 25 cm und einer lang andauernden Überstauungsphase, in der der Grundwasserstand ca. 3 cm über Flur liegt (B.& K. Dierssen 1984: 188).

Wesentlich niedrigere absolute Grundwasserstands-Minima stellen Görs(1951: 208ff.) und Leon (1968: 34) aus dem Deutschen Alpenvorland bzw. dem Schweizer Mittelland fest. Dort sanken die Grundwasserstände in den *Caricetum davallianae*-Rasen auf bis zu 50 cm (bei Leon in einem Fall sogar bis 90 cm) unter Flur ab. Anzumerken ist dabei jedoch, daß die Grundwasserstände bei Leon im ersten untersuchten Hochsommer durchweg höher als 30 cm unter Flur lagen. Beide Untersuchungen umfaßten dabei jedoch nur einen Zeitraum von einer bzw. zwei Vegetationsperioden, so daß diese sehr niedrigen Wasserstandsminima durchaus auch sehr selten auftretende Ereignisse sein können. Selten auftretende Extreme der Wasserstände dürfen jedoch meines Erachtens nach hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Vegetation nicht überinterpretiert werden. Statt dessen sollten zur Charakterisierung der Vegetationstypen regelmäßig auftretende

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Minima und Maxima verwendet werden, die sich erst anhand von mehrjährigen Untersuchungen ermitteln lassen. Grundsätzlich mag es aber auch der Fall sein, daß in den Kleinseggenrasen sowohl im Schweizer als auch Deutschen Alpenvorland die Grundwasserstände stärker als im Mittelgebirgsraum absinken können, ohne daß in größerem Umfang Arten der Kohldistelwiesen in die Bestände einzudringen vermögen. In diesem Zusammenhang sei nur kurz darauf verwiesen, daß die räumlich benachbarten Kontaktgesellschaften in den Untersuchungsgebieten von LEON und GÖRS nicht *Calthion*-Wiesen, sondern *Molinion*-Wiesen sind (GÖRS1951: 179, LEON 1968: 12).

3. Basenversorgung

Bisher wurde gezeigt, daß sich Unterschiede im Grundwasserhaushalt mit der floristischen Differenzierung von Kleinseggenrasen des *Caricetum davallianae* und Feuchtwiesen des *Calthion* parallelisieren lassen. Demgegenüber bestehen zwischen den Grundwasserständen in den Kleinseggenrasen des *Caricion fuscae* und denen des *Caricion davallianae* keine prinzipiellen Unterschiede (vgl. B.& K. DIERSSEN 1984: 62, NIEMANN 1963: Abb. 10). Statt dessen unterscheiden sich diese Kleinseggenrasen grundsätzlich hinsichtlich ihrer Basenversorgung (ELLENBERG 1986: 430). Daher soll im folgenden eine genauere Differenzierung der Verbände *Caricion davallianae* und *Caricion fuscae*, und damit auch des *Caricetum davallianae* und des *Caricetum fuscae*, anhand des pH-Wertes des Bodenwassers vorgestellt werden.

3.1. Transsekt Priesberger Moos

Räumlich benachbarte Kleinseggenrasen des *Caricetum davallianae* und des *Caricetum fuscae*, an denen sich unmittelbar die floristischen und ökologischen Unterschiede erfassen lassen, sind in Mitteleuropa sehr selten. Häufiger treten solche Vegetationskomplexe jedoch am Rande von Mooren in den Kalkalpen auf. So wurde das im folgenden beschriebene Transsekt in dem in den Salzburger Alpen gelegenen Priesberger Moos aufgenommen. Das etwa 250 m lange und 120 m breite Moor liegt in etwa 1370 m Höhe in einer weitläufigen Almweide. Es besteht aus einem zentralen Torfkörper, der von einem Lagg umgeben ist. In dieses Moor fließt von Südwesten ein Bach hinein, der den Südteil des Torfkörpers sowie die randlichen Laggbereiche mit kalkreichem Wasser versorgt (siehe Abb. 3). Der gesamte Moorbereich wird von einer Rinderherde der nahen Alm zusammen mit den umliegenden Wiesen beweidet. Die Laggbereiche werden von *Carex rostrata*-Riedern sowie subalpinen Naßwiesen eingenommen. Der zentrale Moorkörper ist im südlichen, mit dem Bachwasser versorgten Teil von einem *Caricetum davallianae* bedeckt. Die nördliche Hälfte des Moores wird dagegen von *Trichophorum cespitosum*-Rasen eingenommen. Zwischen den im Spätsommer rostrot gefärbten *Trichophorum*-Rasen und den gelblich-grünen *Caricetum davallianae*-Rasen ist eine markante Vegetationsgrenze ausgebildet.

Dieser Vegetationswechsel auf dem Moorkörper wurde mit einem 60 m langen Transsekt erfaßt, indem in Abständen von 4 Metern entlang der Transssektstrecke je 1 m^2 große Flächen vegetationskundlich aufgenommen wurden (siehe Tab. 4). Das Transsekt beginnt in der nördlichen Hälfte des Moores und endet in der südichen Hälfte (siehe Abb. 3). Die ersten sieben Teilflächen zeichnen sich neben dem Vorkommen von *Carex pauciflora* und *Drosera rotundifolia* durch mehrere *Sphagnum*-Arten wie *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium*, *Sphagnum capillifolium* oder auch *Sphagnum magellanicum* aus. Da zugleich mit *Eriophorum angustifolium, Carex nigra* und *Carex echinata* drei typische Arten des *Caricion fuscae* mit hoher Konstanz auftreten, zu denen sich mit *Sphagnum palustre*, *Calliergon stramineum* und *Viola palustris* noch weitere gesellen, läßt sich dieser Bereich des Moores als subalpine Form eines *Caricetum fuscae*

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

ansprechen. Mit den Spalten 8 und 9 folgen zwei artenarme Flächen, bei denen eine Moosschicht fehlt. Bei dem laufenden Meter 35 (zwischen Spalte 9 und 10) kreuzt das Transsekt die oben genannte Vegetationsgrenze. Auf der 4 m langen Strecke zur nächsten Aufnahmefläche steigt die Deckung der Krautschicht auf 50 % an und zahlreiche neue Arten treten auf. Dazu zählen typische *Caricion davalliane*-Arten wie *Pinguicula vulgaris*, *Carex davalliana*, *Eriophorum latifolium* oder *Carex hostiana*. Weitere Arten wie die Moose *Drepanocladus revolvens* und *Riccardia pinguis* sowie die Segge *Carex flacca* setzen in den nächstfolgenden Flächen ein.

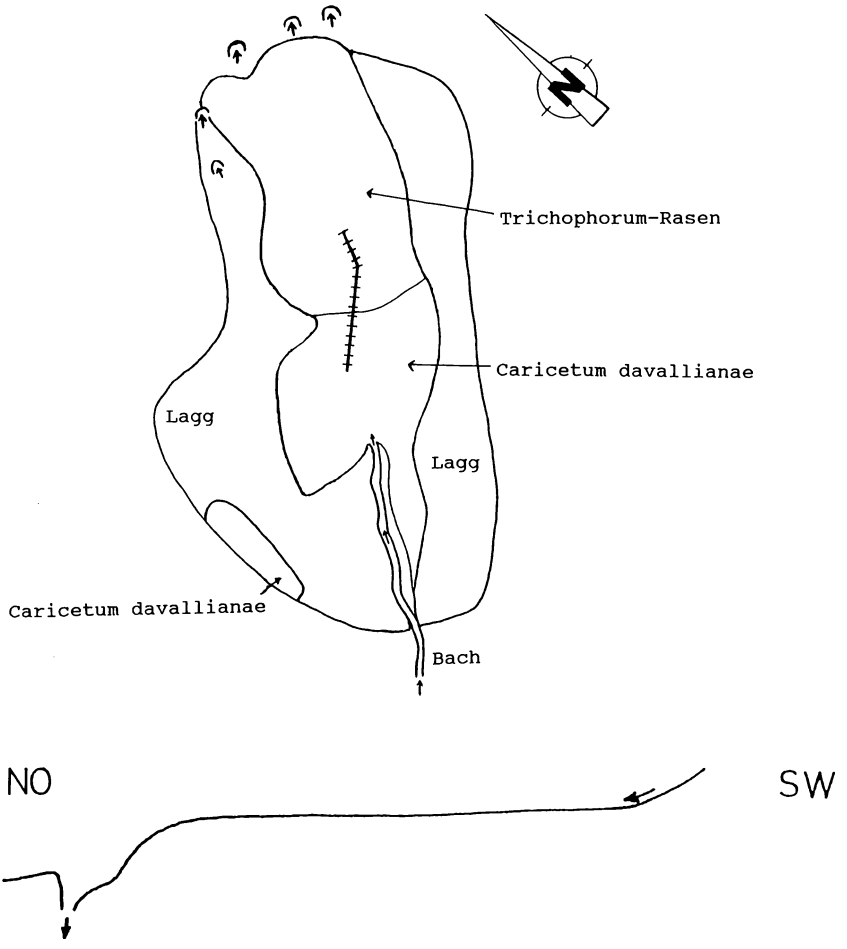


Abb. 3: Aufsicht und Querschnitt des Priesberger Mooses

⊢—⊣ : ca. 20 m ⊂← : Bachschwinde ++++ : Transsekt

Bei der Frage nach der Ursache des Vegetationswechsels entlang dieses Transsektes lassen sich mehrere Standortfaktoren ausschließen. So steht in dem mit dem Transsekt erfaßten Teil des Moores der Grundwasserkörper gleichmäßig knapp unter der Bodenoberfläche an; im gesamten, nur sehr schwach geneigten Transsektverlauf besteht der Untergrund aus Niedermoortorf; ferner lassen sich auch keine Unterschiede in der Nutzung als Rinderweide feststellen. Um die

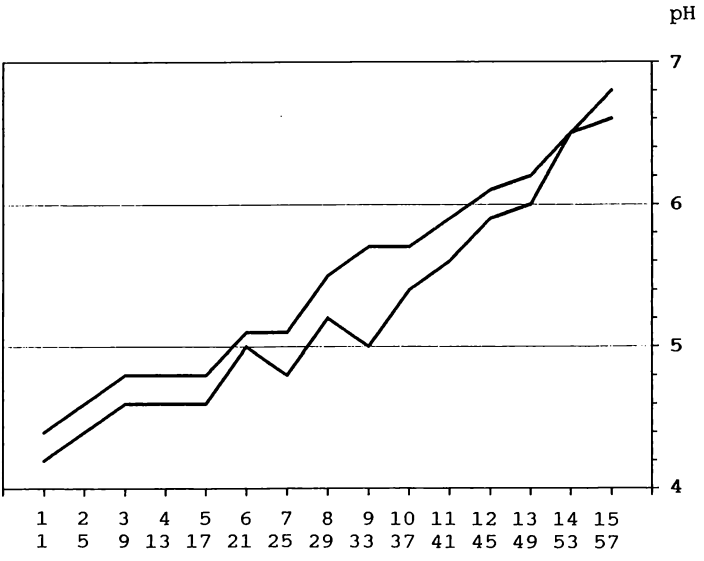
©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 4: Transsekt Priesberger Moos (1370 m üNN.)
Die Einträge geben die prozentuale Deckung pro Aufnahmefläche an;
: Deckung weniger als 5 %, 4 oder mehr Exemplare;
+ : Deckung weniger als 5 %, 1 bis 3 Exemplare.

Spalte Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Laufende Meter	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57
Höhe der Krautschicht von	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	20	20	20	30
bis [cm]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	30	40	40	40
Deckung Krautschicht [%]	25	30	30	25	40	30	25	25	25	50	50	60	70	70	80
Deckung Moosschicht [%]	90	5	35	40	30	<1	<5	-	-	10	5	20	10	<5	<5
Artenzahl	10	11	16	12	21	16	15	9	12	31	26	28	24	25	25
Carex pauciflora	#	#	#	#	#	#	#	.	.	.	.	.	.	.	.
Drosera rotundifolia	#	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum palustre	90	.	.	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum recurvum ssp. ang.	.	#	30	+	15	+	#	.	.	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	.	+	#	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Calliergon stramineum	.	.	#	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum capillifolium	.	.	#	.	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nardus stricta	.	.	#	.	+	#	.	+	+	#	5	.	.	.	.
Picea abies	.	.	+	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.
Viola palustris	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.
Calycocorsus stipitatus	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.
Tofieldia calyculata	.	.	.	.	.	#	+	.	+	+	#	+	+	+	+
Juncus alpino-articulatus	.	.	.	.	.	+	.	.	#	.	+	#	#	#	#
Carex hostiana x flava agg.	.	.	.	.	.	+	.	#	.	+	5	#	5	5	10
Carex rostrata x flava agg.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	#	#	+	#
Carex panicea	.	.	.	.	.	.	.	.	+	5	5	5	5	5	5
Acer pseudoplatanus	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.
Soldanella alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	+	#	#	#
Pinguicula vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	#	+	+	#	+
Dactylorhiza maculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.
Equisetum palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	#	+
Carex davalliana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	#	#
Trollius europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	#	.	+
Eriophorum latifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+
Carex hostiana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	.	.	#	.	+
Euphrasia rostkoviana agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	#	.	.	.
Campylium stellatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	#	5	5	#	#
Drepanocladus revolvens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	10	5	#	#
Carex flava	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	#	5	#	#
Carex rostrata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	15	5	10
Riccardia pinguis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	+	+	+
Carex flacca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	+
Trichophorum cespitosum	5	15	10	15	20	15	15	15	15	10	#	15	5	10	10
Eriophorum angustifolium	5	#	#	#	#	+	#	#	+	#	+	#	#	5	5
Molinia caerulea	#	#	#	#	5	5	#	#	#	10	5	5	10	5	10
Carex nigra	10	#	#	+	#	#	#	#	.	#	#	#	#	.	#
Carex echinata	+	+	+	#	+	+	#	#	#	#	.	#	10	5	#
Potentilla erecta	.	#	#	+	5	#	+	+	+	5	15	15	10	10	5
Aulacomnium palustre	.	+	.	.	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia spec.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	.	.	#	.	.	.	#	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum magellanicum	.	.	.	#	#	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum subsecundum	.	.	.	#	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Scapania irrigua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	#	.	.	.	.
Hylocomium pyrenaicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	+	.	.	.	.
Selaginella selaginoides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Carex tumidicarpa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
Hypnum lindbergii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	#	5	.	.	.

je einmal kommen vor (Spalte Nr:Deckungsgrad): Andromeda polifolia (5: #), Calliergonella cuspidata (13: #), Dicranum bonjeanii (10:10), Drepanocladus aduncus (1:+), Eriophorum vaginatum (5: #), Fissidens adianthoides (12:+), Gymnocolea inflata (5: #), Leontodon hispidus (14: +), Lycopodiella inundata (2: #), Menyanthes trifoliata (15:b #), Mylia anomala (5:+), Parnassia palustris (14: +), Pleurozium schreberi (7:+), Ranunculus montanus (11:+), Sphagnum tenellum (1: #), Splachnum ampullaceum (14: #).

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)



Spalte Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Laufende Meter:	1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57

Abb. 4: Maxima und Minima der pH-Messungen im Transsekt Priesberger Moos

Hypothese zu belegen, daß der Wechsel der Vegetation mit dem pH des Bodenwassers korreliert ist, habe ich in jeder Transsektfläche zwischen 4 und 6 pH-Messungen in freiem Bodenwasser vorgenommen. Von diesen Meßwerten sind in Abb. 4 jeweils der kleinste und der größte Wert pro Fläche graphisch dargestellt, so daß die untere Kurve die Minima, die obere die Maxima der pH-Werte angibt. Um in freiem Bodenwasser messen zu können, habe ich in der Regel in den Aufnahmeflächen kleine Löcher gegraben, gewartet, bis sich darin Grundwasser gesammelt hat und dann unmittelbar im Gelände den pH-Wert bestimmt. Man erkennt in Abb. 4, daß von dem Einmündungsbereich des Baches her die pH-Werte von 6,8 (Sp. 15) auf Werte von 4,2 bis 4,4 bis zum Beginn der Transsektstrecke (Sp.1) hin absinken. Während die Maximumwerte dabei fast kontinuierlich absinken, weisen die Minimumwerte deutlichere Schwankungen auf. In den ersten Flächen des Transsektes (Spalte 1 bis 5) liegen sowohl die Maxima wie die Minima der pH-Werte deutlich unter pH 5,0. Zwischen Spalte 5 und 6 ist ein stärkerer Anstieg erkennbar; hier steigen die Minima von pH 4,6 auf Werte um pH 5,0. Dieser Anstieg der pH-Werte deckt sich mit dem Ausfall von *Tofieldia calyculata* und *Juncus alpino-articulatus* von Südwesten her (siehe Tab. 4). In den Spalten 6 bis 9 schwankt der pH-Wert um pH 5,0, wobei die gemessenen Maxima alle über diesem Wert liegen. Südlich der deutlichen Vegetationsgrenze (d.h. bei Sp. 10 bis 15 in Abb. 4) liegen auch die gemessenen Minima deutlich über pH 5,0. Die Werte steigen im Verlauf des Transsektes in den Spalten 11 bis 13 auf pH 6,0 bis 6,2 an, wobei in diesen Aufnahmeflächen noch Arten des *Caricetum fuscae* wie *Viola palustris* oder *Nardus stricta* auftreten. Zwischen den Spalten 13 und 14 weisen die pH-Minima nochmals einen stärkeren Anstieg auf pH 6,5 auf, der mit dem Auftreten von *Carex flacca* zusammenfällt.

Nun könnte man argumentieren, daß eine einmaligen Meßreihe nur eine sehr geringe Aussagekraft besitzt, da zudem schon von zahlreichen Autoren die große Schwankungsbreite von pH-Werten im Verlauf eines Jahres dokumentiert worden ist (Gies 1972: 70 ff., Hölzer 1977: 58 ff., B.& K. Dierssen 1984: 186 ff.). Dem möchte ich entgegenhalten, daß die Situation in quellig nassen bzw. wasserzügigen Böden nicht direkt mit grundwasserfernen Böden oder elektrolytarmen Moorböden vergleichbar ist. Aufgrund der kontinuierlichen Basennachlieferung über das quellige Grundwasser treten größere pH-Schwankungen kaum auf (vgl. Warnke &

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Tab. 5: pH-Spektrum ausgewählter Gefäßpflanzen.
Minimumwerte der pH-Messungen in freiem Bodenwasser;
Häufigkeitsangaben als prozentuale Stetigkeit pro Spalte;
n = absolute Anzahl der Meßwerte pro Art.

pH-Stufen von-bis		4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0	7,1-7,5	7,6-8,2
Anzahl der Aufnahmen (n=114)		6	11	26	10	32	19	10
Vaccinium oxycoccus-Gruppe:								
Carex pauciflora	(n= 9)	50	27	11	.	.	.	.
Pedicularis sylvatica	(n= 6)	33	27	3	.	.	.	.
Vaccinium oxycoccus	(n=12)	50	36	15	.	3	.	.
Agrostis canina-Gruppe:								
Agrostis canina	(n=36)	66	81	76	.	9	.	.
Viola palustris	(n=32)	66	72	61	30	3	.	.
Trichophorum alpinum	(n=19)	16	27	46	10	6	.	.
Anthoxanthum odoratum	(n=26)	16	36	65	20	6	.	.
Carex nigra-Gruppe:								
Nardus stricta	(n=31)	100	81	42	40	.	5	.
Trichophorum cespitosum	(n=22)	50	27	38	10	15	.	.
Carex pulicaris	(n=32)	33	36	50	50	25	.	.
Carex echinata	(n=46)	100	81	61	50	31	.	.
Galium uliginosum	(n=39)	50	36	53	60	37	.	.
Carex nigra	(n=56)	100	72	61	60	59	5	.
Drosera rotundifolia	(n=21)	33	54	23	20	12	5	.
Carex davalliana-Gruppe:								
Carex davalliana	(n=74)	.	36	65	80	78	73	60
Eriophorum latifolium	(n=50)	.	27	34	40	62	63	20
Equisetum palustre	(n=48)	.	27	30	40	56	63	30
Leontodon hispidus	(n=39)	.	27	42	30	28	63	10
Crepis paludosa	(n=46)	.	36	42	60	62	21	10
Carex hostiana	(n=35)	.	18	15	40	31	57	40
Linum catharticum	(n=34)	.	9	23	30	43	47	10
Carex flacca-Gruppe:								
Aster bellidiastrum	(n=32)	.	9	15	40	21	63	40
Epipactis palustris	(n=23)	.	9	3	30	28	36	20
Primula farinosa	(n=32)	.	.	11	30	34	57	40
Equisetum arvense	(n=36)	.	.	3	70	59	31	30
Carex flacca	(n=35)	.	.	.	40	56	47	40
Schoenus ferrugineus-Gruppe:								
Schoenus ferrugineus	(n=17)	.	.	.	10	12	36	50
Sesleria varia	(n=15)	.	.	.	20	15	15	50
Schoenus x intermedius	(n=12)	.	.	.	10	6	26	40
Eleocharis quinqueflora	(n=10)	.	.	.	10	3	26	30
Triglochin palustre	(n=11)	.	.	.	.	18	15	20
Tussilago farfara	(n=14)	.	.	.	.	18	31	20
Potentilla erecta-Gruppe:								
Potentilla erecta	(n=101)	100	100	96	90	90	84	50
Carex panicea	(n=96)	83	90	96	100	90	63	50
Parnassia palustris	(n=79)	50	72	65	70	87	68	30
Eriophorum angustifolium	(n=75)	100	72	84	50	68	52	20
Valeriana dioica	(n=74)	50	63	76	90	78	42	20
Molinia caerulea	(n=71)	50	63	53	50	65	78	60
Pinguicula vulgaris	(n=57)	66	63	38	50	34	68	70
Briza media	(n=55)	50	54	53	60	56	36	10
Succisa pratensis	(n=51)	16	36	42	50	50	52	40
Cirsium palustre	(n=48)	50	45	50	40	43	31	30
Tofieldia calyculata	(n=43)	16	18	34	40	37	52	50
Juncus alpino-articulatus	(n=38)	33	9	19	40	37	47	50
Carex flava	(n=38)	16	18	65	40	21	36	.

Bogenrieder 1985: Tab. 5, Yerly 1970: 64). Sowohl die räumliche als auch die zeitliche Schwankungsbreite der pH-Werte des freien Bodenwassers beträgt an den von mir beprobten quelligen Standorten in der Regel nur wenige Zehntel pH-Einheiten. An solchen Standorten mit hoch anstehendem Grundwasser besteht zudem die Möglichkeit, das den Pflanzen zur Verfügung

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

stehende freie Bodenwasser direkt zu messen und Meßfehler auszuschalten, die durch den Kontakt von Bodenpartikeln mit dem Diaphragma der Elektrode bzw. durch Aufschlämmen des Bodens entstehen.

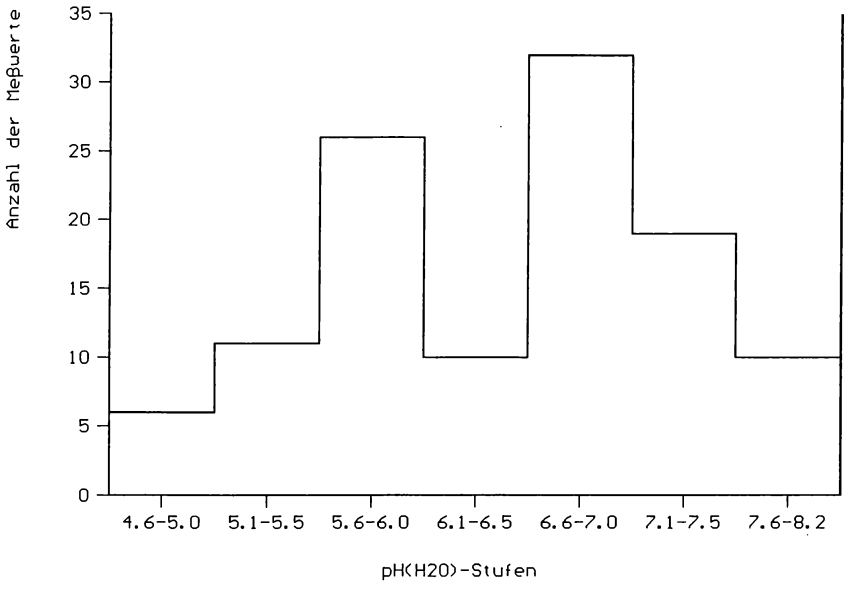


Abb. 5: Verteilung der pH-Minima pro Aufnahmefläche (114 Aufnahmen)

3.2. Überregionale pH-Messungen

Die bei dem Transsekt aus dem Priesberger Moos genannten Koinzidenzen zwischen pH-Werten und dem Auftreten bestimmter Arten sind keine lokalen Phänomene, sondern lassen sich auch überregional nachweisen. Dies läßt sich anhand von 114 Vegetationsaufnahmen aus dem Mittelgebirgs- und Alpenraum zeigen, bei deren Aufnahme von mir jeweils wie bei dem oben vorgestellten Transsekt mehrere pH-Messungen vorgenommen wurden. In Abb. 5 ist die Verteilung der gemessenen Minima pro Aufnahmefläche über die pH-Skala dargestellt, jeweils in Intervallen von 0,5 pH-Einheiten zusammengefaßt. Die Fragestellung einer ökologischen Charakterisierung des *Caricion davallianae* gegenüber dem *Caricion fuscae* lautet anders ausgedrückt, ob sich innerhalb des pH-Spektrums Grenzen finden lassen, die zugleich auch floristische Grenzen sind. Um zu sehen, ob solche Grenzen überhaupt existieren, und wenn ja, an welcher dieser Grenzen die Arten die größten Stetigkeitsunterschiede aufweisen, wurden die Aufnahmen zu synoptischen Tabellen zusammengestellt. In Tab. 5 sind die Aufnahmen entsprechend den gemessenen Minimum-Werten zusammengefaßt, wobei eine Spalte einem Intervall von 0,5 pH-Einheiten entspricht. Auf diese Art und Weise wurden Tabellen mit allen möglichen Unterteilungen durch 1,0 bzw. 0,5 pH-Einheiten breite Intervalle erstellt und miteinander hinsichtlich ihrer Trennschärfe verglichen. Anhand dieser Vergleiche ergibt sich, daß für die gemessenen pH-Minima eine Unterteilung der Aufnahmen zwischen pH 6,0 und 6,1 die größten Stetigkeitsunterschiede bei den Arten zur Folge hat (siehe Tab. 5). Daneben ergeben sich zwei weitere markante Unterteilungen zwischen pH 5,0 und 5,1 sowie pH 7,0 und 7,1, bei denen jedoch weniger deutliche Stetigkeitsunterschiede auftreten.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Die in der Tab. 5 aufgeführten Arten lassen sich anhand ihrer Stetigkeit in den verschiedenen pH-Bereichen zu mehreren Gruppen zusammenfassen. So sind die Arten der *Vaccinium oxycoccus*-Gruppe fast ausschließlich auf den pH-Bereich unter 6,1 beschränkt. Diese Arten weisen ihren Verbreitungsschwerpunkt nicht in Kleinseggenrasen des *Caricion fuscae*, sondern in Mooren (*Oxycocco-Sphagnetea*) und Borstgrasrasen (*Nardetalia*) auf. Einen sehr starken Stetigkeitsunterschied an der Grenze zwischen pH 6,0 und 6,1 zeigen die Arten der *Agrostis canina*-Gruppe, die von Stetigkeiten von 40 bis 80 % im stärker sauren Bereich auf 10 bis 30 % oberhalb von pH 6,0 absinken. Über pH 6,0 hinaus bis an den Neutralpunkt reichen die Arten der *Carex nigra*-Gruppe, die oberhalb pH 7,0 kaum noch vorkommen; von diesen Arten weist *Nardus stricta* aber schon bei pH 6,5 einen starken Abfall auf. An dieser Stelle sei vermerkt, daß *Nardus stricta* durchaus auch bei pH-Werten von über 7,0 vital wächst. So habe ich beispielsweise die Art in einem kalktuffbildenden, durchrieselten Rasen bei pH 7,8 gefunden. Ähnliches gilt im übrigen auch für *Drosera rotundifolia*. Die vorliegenden Messungen zeigen, daß die Arten dieser Gruppe physiologisch durchaus in kalkreichen Böden wachsen können und daß anderere Standortfaktoren für die geringe Stetigkeit der Arten auf kalkreichem Substrat verantwortlich sind. So wird von Görs(1977: 260) die Torfbildung als entscheidender Standortfaktor benannt. Die *Carex davalliana*-Gruppe besteht aus Arten, die im alkalischen Milieu hohe Stetigkeiten aufweisen, mit zunehmendem Säuregrad immer seltener werden und unterhalb von pH 5,0 fast vollständig fehlen. Ich möchte allerdings nicht behaupten, daß diese Arten unter pH 5,1 absolut fehlen, wie die vorliegende Graphik suggeriert, da ich nur 6 Aufnahmen unter pH 5,1 beprobt habe. Einzelne Messungen zu Vorkommen bei niedrigerem pH-Wert als pH 5,1 finden sich beispielsweise bei B.& K. Dierssen (1984: Tab. 12). Die folgende *Carex flacca*-Gruppe besitzt wieder eine engere pH- Amplitude; ihre Arten weisen ebenfalls bei der Unterteilung bei pH 6,1 größere Stetigkeitsunterschiede auf, wobei die Arten ihren Schwerpunkt im basenreichen Bereich besitzen. Diese Gruppe ist damit praktisch eine Gegengruppe zur Gruppe von *Agrostis canina*. Noch weiter in den basischen pH-Bereich verschoben kommen die Arten der *Schoenus ferrugineus*-Gruppe vor. Diese Arten, insbesondere *Schoenus ferrugineus* und *Sesleria varia*, erreichen erst oberhalb pH 7,0 auf Rohböden höhere Stetigkeiten. Anhand der Tab. 5 zugrunde liegenden Messungen weisen diese Arten bei pH 6,1 eine absolute Untergrenze auf; andere Autoren haben jedoch beispielsweise für *Schoenus ferrugineus* auch Vorkommen unter pH 6,0 belegt (z.B. B.& K. Dierssen 1984: Tab. 14, bei pH 5,5). Keinen klaren Schwerpunkt weisen die Arten der *Potentilla erecta*-Gruppe auf. Hervorzuheben ist hierbei jedoch das hochstete Vorkommen von *Potentilla erecta*, *Eriophorum angustifolium, Molinia caerulea* oder auch *Briza media* im *Caricion davallianae*, da diese Arten oft als Kennarten anderer Vegetationstypen angesehen werden.

Die Tab. 5 zugrundeliegenden pH-Werte sind, wie schon erwähnt, jeweils die Minima der in den Aufnahmeflächen gemessenen Werte. Eine entsprechende Auswertung für die Maxima pro Aufnahmefläche ergibt eine Tabelle mit fast demselben Bild und denselben Artengruppen, jedoch sind die Stufen um 0,3 pH-Einheiten zum Neutralpunkt hin verschoben. Das heißt, daß die Hauptunterteilungen dort zwischen pH 6,3 und 6,4 sowie zwischen pH 5,3 und 5,4 liegen. Die Differenz von 0,3 pH-Einheiten resultiert aus den Differenzen zwischen Maximum und Minimum pro Aufnahmefläche, die meist zwischen 0,1 und 0,3 pH-Einheiten liegen. Diese hier vorgestellten pH-Bereiche resultieren nicht allein auf dem zugrundeliegenden Datenmaterial, sondern lassen sich auf die chemischen Eigenschaften der Böden zurückführen. So entsprechen die pH-Bereiche zwischen 5,0 und etwa 6,2 sowie über pH 6,2 den von Ullrich et.al.(1984: 280 ff.) für Waldböden beschriebenen Pufferbereichen. Der Bereich von pH 6,2 bis 8,3 wird von Ullrich et al. als Carbonat-Pufferbereich bezeichnet, der Bereich von pH 5,0 bis 6,2 als Silikat-Pufferbereich.

Die von Ullrich et al. angeführte Grenze von pH 6,2 liegt genau zwischen der in der vorliegenden Arbeit für die Minima ermittelten Grenze von pH 6,0/6,1 und der Grenze für die

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

Maxima bei pH 6,3/6,4. Die Differenz von 0,1 bzw. 0,2 pH-Einheiten ist dabei wohl als meßtechnisch bedingter Schwankungsbereich anzusehen. Im Carbonat-Pufferbereich wird der pH-Wert der Bodenlösung nach ULLRICH et al. durch das Calciumcarbonat/ Calciumhydrogencarbonat-Gleichgewicht sehr stark abgepuffert. Im Silikatpufferbereich wird eine sehr viel schwächere Pufferung durch die Verwitterung von Silikaten zu Tonmineralen bzw. der Bildung von Kieselsäure erreicht. ULLRICH et.al.(1984: 281) geben ferner an, daß innerhalb des Carbonat-Pufferbereiches die Meßwerte meist um pH 7,0 liegen. Ich möchte daher die These aufstellen, daß die zweigipflige Verteilung der Meßwerte von Abb. 5 nicht zufällig ist, sondern daß sich die Böden unter den Kleinseggenrasen relativ selten im unteren Carbonat-Pufferbereich (pH 6,2 - 6,5) befinden.

4. Zusammenfassung

An zwei Transsekten sowie insgesamt 164 Vegetationsaufnahmen von Feuchtwiesen und Kleinseggenriedern (*Caricion davalliane, Caricion fuscae, Calthion*) werden Grundwasserstands- und pH-Messungen vorgestellt. Dabei werden anhand der Beziehungen zwischen der Vegetation und den Meßergebnissen konkrete ökologische Schwellenwerte aufgestellt.

Anhand der Grundwasserstandsmessungen wird gezeigt, daß regelmäßige sommerliche Minima der Grundwasserstände von weniger als 20 cm unter Bodenoberfläche die Kleinseggenrasen des *Caricetum davallianae* gegenüber den Feuchtwiesen des *Calthion* ökologisch differenzieren. Diese ökologische Grenze ist korreliert mit dem Ausfall von zahlreichen Wiesenarten in den Kleinseggenrasen. Das vorgestellte Transsekt ist zudem ein Beispiel dafür, daß für Kohldistelwiesen eine zusätzliche Stickstoffversorgung durch Düngung keine notwendige Standortbedingung darstellt.

Anhand der pH-Messungen wird gezeigt, daß das Auftreten von typischen *Caricion davallianae*-Arten in Kleinseggenrasen mit bestimmten pH-Stufen des Bodenwassers korreliert ist. Die floristisch deutlichste Grenze zwischen dem *Caricion fuscae* und dem *Caricion davallianae* ergibt sich mittels der gemessenen Minimum-Werte bei pH (H_2O) 6,1. Dieser pH-Schwellenwert entspricht der Grenze zwischen dem Silikat- und Carbonat-Pufferbereich.

5. Literatur

DIERSCHKE, H. (1969): Grundwasserganglinien einiger Pflanzengesellschaften des Holtumer Moores östlich von Bremen. - Vegetatio **17**: 372-383.

DIERSSEN, B.& K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. - Veröff. Natursch. Landsch.pfl. Bad.-Württ. Beih. **39**: 512 S.

ELLENBERG, H. (1952): Auswirkungen der Grundwasserabsenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig. - Angew. Pfl.soz. **6**: 47 S., Stolzenau.

ELLENBERG, H. (1968): Zur Stickstoff- und Wasserversorgung ungedüngter und gedüngter Feuchtwiesen - ein Nachwort. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel **41**: 194-200.

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

FLINTROP, T. (1987): Ursachen des Rückganges von Kalksumpf-Gesellschaften (*Caricion davallianae*) im Mittelgebirgsraum. In: SCHUBERT, R. & HILBIG, W. (Edit.): Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen, Teil 2: 92-97, Halle (Saale).

FLINTROP, T. (1990): Oligo- und Mesotraphente Kleinseggen- und Niedermoor-Gesellschaften (*Scheuchzerio-Caricetea-fuscae*). In: NOWAK, B. (Edit.): Beiträge zur Kenntnis hessischer Pflanzengesellschaften. - Bot. Natursch. Hessen, Beih. **2**: 69-76.

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

GÖRS, S. (1951): Lebenshaushalt der Flach- und Zwischenmoorgesellschaften im württembergischen Allgäu. - Veröff. Württ. Landesst. Natursch. Landsch.pfl. **20**: 169-246.

GÖRS, S. (1963): Beiträge zur Kenntnis basiphiler Flachmoorgesellschaften (*Tofieldietalia* Prsg. apud Oberd. 49) 1. Teil: Das Davallseggen-Quellmoor (*Caricetum davallianae* Koch 28). - Veröff. Natursch. Landsch.pfl. Bad.-Württ. **31**: 7-30.

©Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (http://www.reinhold-tuexen-gesellschaft.de/)

GÖRS, S. (1977): Kalkflachmoore und Rieselfluren. In: OBERDORFER, E. (Edit.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. - 2. Aufl.: 243-272, Stuttgart.

GROOTJANS, A.P., SCHIPPER, P.C. & VAN DER WINDT, H.J. (1985): Influence of drainage on N-Mineralisation and vegetation response in wet meadows. I. *Calthion* palustris stands. - Oecol. Plant. **6** (4): 403-417.

HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach. - Diss. Bot. **36**: 195 S.

KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetaton und Standort. - 384 S., Berlin-Hamburg.

LEON, R. (1968): Balance d'eau et d'azote dans les prairies à litière des alentours de Zurich. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel **41**: 2-67.

MÜLLER, A. V. (1956): Über die Bodenwasserbewegung unter einigen Grünland-Gesellschaften des mittleren Wesertales und seiner Randgebiete. - Angew. Pfl.soz. **12**: 85 S., Stolzenau.

Müller, W.F. (1987): Ein neues Pegel-Meßgerät zur standörtlichen Charakterisierung von Pflanzengesellschaften auf stau- oder grundwasserbeinflußten Böden. - Tüxenia **7**: 507-513.

NIEMANN, E. (1963): Beziehungen zwischen Vegetation und Grundwasser. - Arch. Natursch. Landsch.forsch. **3** (1): 3-36.

NOWAK, B. (1992): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Gladenbacher Berglands II. Die Wiesengesellschaften der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*. - Bot. Natursch. Hessen **6**: 5-71.

PHILIPPI, G. (1963): Zur Gliederung der Flachmoorgesellschaften des Südschwarzwaldes und der Hochvogesen. - Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Deutschl. **22**: 113-135.

TÜXEN, R. (1954): Pflanzengesellschaften und Grundwasserganglinien. - Angew. Pfl.soz. **8**: 64-98, Stolzenau.

ULLRICH, B., MEIWES, K.J., KÖNIG, N. & KHANNA, P.K. (1984): Untersuchungsverfahren und Kriterien zur Bewertung der Versauerung und ihrer Folgen in Waldböden. - Der Forst- und Holzwirt **11**: 278-286.

WARNKE, R. & BOGENRIEDER, A. (1985): Die Rieselfluren und Flachmooren der Feldbergkuppe.- Untersuchungen zur Temperatur, Sauerstoffsättigung und Ionenführung der Quellen am Feldberg (Schwarzwald). - Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br. **75**: 91-124.

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

YERLY, M. (1970): Ecologie comparée des prairies marécaguese dans les Préalpes de la Suisse occidentale. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel **44**: 122 S.

Anschrift des Verfassers:
Thomas Flintrop, System.-Geobotan. Institut, Abt. für Vegetationskunde, Untere Karspüle 2, D-37073 Göttingen

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 6

Autor(en)/Author(s): Flintrop Thomas

Artikel/Article: Ökologische Charakterisierung des Caricetum davallianae durch Grundwasserstands- und pH-Messungen 83-100