

Kleinseggenriede und ihre Kontaktgesellschaften im westlichen Unterharz (Sachsen-Anhalt)¹⁾

– Kathrin Baumann –

Zusammenfassung

Im westlichen Unterharz werden Kleinseggenriede und ihre Kontaktgesellschaften in großflächigen Quellsümpfen vegetationskundlich untersucht und standörtlich charakterisiert. Das *Caricetum fuscae* Br.-Bl. 1915 ist an basenarmen Wuchsorten mit auch im Sommer hoch anstehendem Grundwasser zu finden. Bei tieferen Grundwasserständen wird es auf stark saurem Substrat (pH 3,8–4,5) vom *Juncetum squarrosi* Nordhag. 1923, unter mäßig sauren Bedingungen (pH ca. 4,5–6,0) von der *Calthion*-Basalgemeinschaft abgelöst. Artenarme Großseggenbestände wachsen auf elektrolytreicheren Standorten im Überschwemmungsbereich der Bäche. Auf nährstoffarm-basenreicherem Substrat findet sich sehr vereinzelt das *Parnassio-Caricetum pulicaris* Phil. 1963.

Abstract: Small-sedge fens and their adjacent communities in the western „Unterharz“ (Sachsen-Anhalt)

Small-sedge associations and their adjacent communities in large spring-fens in the western „Unterharz“ were investigated phytocoenologically. Their habitats were also characterized. The *Caricetum fuscae* Br.-Bl. 1915 is found on acidic sites, where high groundwater levels prevail in summer. Where the level is lower, it is replaced by the *Juncetum squarrosi* Nordhag. 1923 (pH 3,8–4,5) or the *Calthion*-community (pH 4,5–6,0). Wet areas along streams, with higher mineral content in the flooding zone, are typically occupied by large-sedge communities. The *Parnassio-Caricetum pulicaris* Phil. 1963 is sporadically found on less acidic soils.

Einleitung

Waldfreie oligo- bis mesotrophe, kalkarme Niedermoore mit ihrer sich überwiegend aus Moosen und niedrigwüchsigen Sauergräsern zusammensetzenden Vegetation sind durch die landwirtschaftliche Intensivierung der vergangenen Jahrzehnte sehr selten geworden und in Deutschland „von vollständiger Vernichtung bedroht“ (RIECKEN et al. 1994). Im Harz allerdings, wo die klimatischen Bedingungen in weiten Bereichen keine intensive Landwirtschaft ermöglichen, sind noch größere Niedermoor Komplexe vorhanden. Dies gilt in besonderem Maße für das ehemals grenznahe Gebiet des südlichen Landkreises Wernigerode. Hier finden sich ausgedehnte waldfreie Quellsümpfe mit örtlich großflächigen Kleinseggenrieden. Da diese bislang noch nicht oder nur peripher (HUNDT 1964, BRUELHEIDE 1995) untersucht wurden, erschien eine Dokumentation sehr wünschenswert. In Hinblick auf die generelle Seltenheit und Bestandsbedrohung der Kleinseggenriede wurden auch ihre Kontaktgesellschaften und einige standörtliche Parameter untersucht; ihre floristische und ökologische Abgrenzung soll als Basis für naturschutzrelevante Fragestellungen dienen.

Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet ist knapp 70 km² groß und befindet sich im südlichen Teil des Landkreises Wernigerode (Sachsen-Anhalt) zwischen den Orten Hohegeiß im Westen und

¹⁾ Teilergebnisse einer Diplomarbeit am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen.

Güntersberge im Osten. Es umfaßt die Quellbereiche der in die Bode entwässernden Bäche Rappbode, Dammbach, Krugbergwasser, Hassel und Selke.

Naturräumlich gehört das Untersuchungsgebiet nach HÖVERMANN (1959) zum Unterharz, der am östlichen Fuß des Brockenmassivs als ebene bis flachwellige Hochfläche einsetzt und sich nach Osten allmählich abdacht. Der Großteil der bearbeiteten Flächen ist der Untereinheit „Benneckensteiner Hochfläche“ zuzurechnen (SPÖNEMANN 1970), die bei Höhenlagen von durchweg über 500 m ü. NN klimatisch noch starke Ähnlichkeit mit dem westlich angrenzenden Oberharz zeigt. Einige wenige Bereiche gehören zu den sich südöstlich bzw. nordöstlich anschließenden Untereinheiten „Beremulde“ und „Hasselfelder Hochfläche“. Alle bearbeiteten Quellsümpfe befinden sich in der montanen Stufe (vgl. HAEUPLER 1970) in Höhen zwischen 490 und 570 m ü. NN.

Geologisch ist das Untersuchungsgebiet recht heterogen aufgebaut. Die größten Bereiche werden von Tonschiefern und Grauwacken eingenommen, die nach SCHRÖDER & FIEDLER (1975) mittlere Gehalte an Erdalkaliverbindungen aufweisen. Örtlich treten auch die basenreicheren Diabase auf. Nährstoffarme Kieselsteine finden sich nur vereinzelt.

Der Harz stellt einen Übergangsbereich vom subatlantischen zum subkontinentalen Klima dar. Die Niederschläge zeigen eine deutliche Abhängigkeit von Hauptwindrichtung (Südwest bis West) und Relief, woraus eine deutliche Abnahme der jährlichen mittleren Niederschlagssumme von Westen nach Osten folgt. Im Westen des Untersuchungsgebiets fallen jährlich noch 1000 bis 1100 mm Niederschlag, an seiner 12 km entfernten Ostgrenze sind es nur noch 750 mm. Die mittlere Lufttemperatur des Jahres liegt im Untersuchungsgebiet bei 5–6 °C. (DEUTSCHER WETTERDIENST 1964, GLÄSSER 1994)

Bei den untersuchten Flächen handelt es sich fast ausschließlich um sekundär waldfreie Niedermoore, auf denen vor der Besiedlung des Harzes im Hochmittelalter überwiegend Bruchwälder gestockt haben dürften. Bis in die Fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts wurde im Untersuchungsgebiet eine extensive Nebenerwerbslandwirtschaft betrieben. Die nassen Flächen wurden durch kleine Gräben schwach entwässert und meist als einschürige Mähwiesen genutzt. Später wurden die Flächen von den landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften übernommen, und es folgte die zeitweilige Beweidung auch eigentlich nicht weidfähiger Naßflächen durch „Pensionsvieh“. Die Folge waren Trittschäden und Bodenverdichtung; gleichzeitig versumpften die Flächen wieder stärker. Lediglich die Grünlandbereiche im Sperrgebiet von etwa 1000 m Breite entlang der ehemaligen Zonengrenze blieben von diesen Entwicklungen unberührt und liegen seit inzwischen mindestens 35 Jahren brach. Mit dem Fall der Grenze zur DDR hörte die Nutzung der Niedermoore fast überall auf. Fast alle bearbeiteten Flächen liegen seit einigen Jahren brach. Mittlerweile sind weite Bereiche des Naßgrünlands durch einstweilige Sicherstellung in den Status eines Naturschutzgebietes (NSG „Harzer Bachtälchen“) gelangt.

Methoden

Die Aufnahme der Vegetation erfolgte im Zeitraum von Juni bis September 1994 nach der Methode von BRAUN-BLANQUET. Die Aufnahmeflächen wurden – soweit die floristisch-ökologische Homogenität des Bestandes dies zuließ – auf einer Größe von 4x4 m angelegt.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach FRAHM & FREY (1983).

Das Ordnen des Datenmaterials erfolgte nach floristisch-soziologischen Gesichtspunkten mit Hilfe des Computerprogrammes „TAB“ (PEPLER 1988).

Für alle Vegetationseinheiten erfolgte die Messung edaphischer und hydrologischer Parameter in der Zeit vom 19. bis 28. Juli 1994. Die zeitliche Komprimierung sollte jahreszeitlich bedingte Schwankungen der Meßgrößen weitgehend ausschließen. Untersucht wurden Grundwasserstand, Torfmächtigkeit, pH-Wert, elektrolytische Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt.²⁾ Dazu wurde im Zentrum jeder Vegetationsauf-

²⁾ Wenn im folgenden von „mittleren Grundwasserständen“, „mittleren pH-Werten“ etc. gesprochen

nahme ein Loch gegraben, und zwar möglichst bis zum Erreichen des Grundwassers und bis zum Beginn des Mineralbodens. Um die Vegetation möglichst wenig zu beeinträchtigen, wurde in den meisten Fällen darauf verzichtet, weiter als bis 40 cm Tiefe zu graben, auch wenn das Grundwasser nicht erreicht wurde.³⁾ Nach zwei Stunden hatte sich der Wasserstand eingeegelt, und es wurde mit den Messungen begonnen.

Der Sauerstoffgehalt ist – sofern das Grundwasser erreichbar war – mit einem elektronischen Oximeter (WTW 91) direkt im Wasser gemessen worden. Die Messung des pH-Wertes erfolgte mit einer Kunststoffelektrode (3001 NK 60) der Firma NEUKUM ebenfalls direkt im Wasser. War das Grundwasser durch die Grabung nicht erreichbar, wurden jeweils zwei Mischproben aus den oberen 10 cm des Torfes und aus dem Go-Horizont genommen und anschließend im Labor der pH-Wert in einer Suspension aus Boden und destilliertem Wasser gemessen. Die im Grundwasser und in den Bodenlösungen gemessenen Werte sind jedoch nicht direkt miteinander vergleichbar, wie einige Parallelmessungen zeigten; Abweichungen treten in beide Richtungen auf. Entsprechend der pH-Messung wurde auch mit der elektrolytischen Leitfähigkeit verfahren, wozu die Leitfähigkeitsmeßzelle 3001 der Firma NEUKUM verwendet wurde.⁴⁾ Die in den unterschiedlichen Medien gemessenen Leitfähigkeiten sind ebenfalls untereinander nicht vergleichbar. Die im Grundwasser ermittelten Werte sind stets deutlich höher als die der Bodensuspensionen. Kennt man pH-Wert und Leitfähigkeit einer Lösung, kann die durch gelöste Salze bedingte Leitfähigkeit (korrigierte elektrolytische Leitfähigkeit) ermittelt werden. Die Berechnung erfolgte in Anlehnung an SJÖRS (1950) und HÖLZER (1977, 1984):

$$\text{Lf}(\text{H}^+)_{25^\circ\text{C}} = \frac{\text{a}(\text{H}^+) \cdot \text{sLf}(\text{H}^+)_{25^\circ\text{C}}}{1000}$$

$\text{sLf}(\text{H}^+)_{25^\circ\text{C}}$ = spezifische Leitfähigkeit der H^+ -Ionen bei 25°C = 350 S

$$\text{Lf}(\text{korr}) = \text{Lf}(\text{Bodenlösung})_{25^\circ\text{C}} - \text{Lf}(\text{H}^+)_{25^\circ\text{C}}$$

Bei pH-Werten über 5,0 ist $\text{Lf}(\text{H}^+)$ vernachlässigbar klein, so daß die gemessene Leitfähigkeit auch als Maß für die gelösten Salze gelten kann. Wurden pH-Werte unter 5,0 ermittelt, erfolgte die Berechnung von $\text{Lf}(\text{korr})$. Durch diese Rechenoperation ergaben sich in fünf Fällen bei pH-Werten unter 4,0 negative Werte für die Leitfähigkeit. Dies zeigt, daß im stark sauren Bereich gemessene pH-Werte fehlerbehaftet sind (vgl. SJÖRS 1950, HÖLZER 1977). In diesen Fällen wurde der pH-Wert insofern nach oben korrigiert, als die H^+ -Ionen-Konzentration der ermittelten Leitfähigkeit angepaßt wurde.

In den Radebachwiesen wurde ferner ein 95 m langes Transekt untersucht, um beispielhaft die Änderungen der Vegetation in Abhängigkeit von hydrologischen Faktoren in möglichst feinen Abstufungen und unter Ausschluß unbekannter Störgrößen zu erfassen. Die einzelnen Vegetationsaufnahme- und Meßpunkte wurden überwiegend in Abständen von 5 m angelegt. Insgesamt wurden 20 Meßstellen eingerichtet. Zur Messung der Grundwasserstände wurden PVC-Rohre in den Boden eingelassen. Grundwasserstand sowie pH-Wert und elektrolytische Leitfähigkeit des Grundwassers wurden mit Ausnahme längerer Frostphasen in der Zeit vom 1.6.94 bis 24.4.95 in zwei- bis vierwöchigem Abstand gemessen. Im Bereich jeden Meßrohres wurde eine 2x2 m große Fläche aufgenommen.

wird, handelt es sich stets um Werte, die einmalig innerhalb dieser kurzen Meßphase ermittelt wurden und keineswegs um Jahresmittel! Die Grundwasserstände dürften witterungsbedingt in etwa den Minima des Jahres entsprechen und zeigen damit Extremsituationen für die Vegetation an.

³⁾ In den Vegetationstabellen (Tab. 1–3) sind durch Graben nicht ermittelbare Grundwasserstände mit der Angabe „>x“ gekennzeichnet; „>40“ bedeutet beispielsweise, daß bis 40 cm Tiefe gegraben wurde, ohne daß das Grundwasser erreicht werden konnte.

⁴⁾ In den Vegetationstabellen (Tab. 1–4) erscheinen in den Zeilen „pH-Wert“ und „el. Leitfähigkeit“ im Grundwasser gemessene Werte in Normaldruck, in wäßriger Torflösung ermittelte Werte in Fettdruck.

Pflanzengesellschaften

1. Kleinseggenriede (*Caricion fuscae* Koch 1926 em. Klika 1934)

1.1 *Caricetum fuscae* Br.-Bl. 1915

(Tabelle 1 im Anhang, Aufn. 1–63)

Das *Caricetum fuscae* ist in den Quellsümpfen des Untersuchungsgebietes noch weit verbreitet und findet sich meist eingebettet in die großflächiger vorkommenden Bestände der *Calthion*-Basalgesellschaft (siehe 2.1). Von dieser setzt es sich physiognomisch durch niedrigeren Wuchs und die überwiegend eintönig grünliche Farbe ab. Bezeichnend für den Gesellschaftsaufbau sind Torfmoose, insbesondere *Sphagnum fallax*, die in fast allen Aufnahmen vorhanden sind und oft 50-100 % der Fläche bedecken. Eine zweite Mooschicht wird vor allem auf nährstoffärmeren oder in Waldrandnähe gelegenen Wuchsorten von *Polytrichum commune* gebildet, welches über die Torfmoose hinauswächst, aber nur selten höhere Deckungsgrade erreicht. Den größten Anteil am Aufbau der durchschnittlich 80 % der Fläche deckenden Krautschicht haben die Sauergräser: die als Charakterart der Assoziation geltende *Carex canescens*, ferner *C. nigra*, *C. rostrata*, *C. echinata* und *Eriophorum angustifolium*. Als weitere Kennarten des Verbandes kommen *Viola palustris*, *Agrostis canina* und *Calliergon stramineum* regelmäßig vor. Als häufige Begleiter sind *Epilobium palustre*, *Potentilla erecta*, *Juncus effusus*, *Polygonum bistorta*, *Festuca rubra*, *Rumex acetosa*, *Deschampsia cespitosa* und *Holcus mollis* zu nennen, die – mit Ausnahme von *Juncus effusus* – nur den extrem nassen Wuchsorten fehlen. Fast alle als Begleiter genannten Arten stellen in Kleinseggenrieden Wirtschaftszeiger dar und weisen auf die frühere Nutzung als Grünland hin. Ferner ist *Equisetum fluviatile* weit verbreitet und zeigt hohe Grundwasserstände an, tritt jedoch auf ärmeren Böden etwas zurück.

Die Bestände des *Caricetum fuscae* besiedeln innerhalb der untersuchten Quellsümpfe sowohl ebene als auch schwach geneigte Bereiche und sind praktisch überall anzutreffen, wo Grund-, Sicker- oder Quellwasser für eine ausreichende Vernässung des Substrats sorgen. Eine Ausnahme stellt lediglich der unmittelbare Randbereich der Bäche dar, der überwiegend von hochwüchsigen, von Großseggen oder Hochstauden dominierten Gesellschaften besiedelt wird. (vgl. 2.3). Die im Braunseggen-Ried Ende Juli 1994 ermittelten Wasserstände bewegen sich zwischen 1 cm und mehr als 50 cm, der Median liegt bei 22 cm. Berücksichtigt man die extreme Hitze und Trockenheit dieses Monats, ist der Grundwasserstand überwiegend als sehr hoch einzustufen. Diese Wasserverhältnisse führen in Verbindung mit den niedrigen pH-Werten (mittlerer pH(Grundwasser)=4,5; pH(Torf)=4,3) dazu, daß die anfallende Streu kaum mineralisiert wird und sich Torfe bilden. Der ermittelte Median der Torftiefe beträgt 26 cm. Aufgrund dieser ungünstigen Nährstoffverhältnisse bleibt die Produktivität der Bestände des *Caricetum fuscae* gering, und hochwüchsige anspruchsvollere Arten fehlen völlig (z.B. *Filipendula ulmaria*) oder bilden kaum mehr als Blattrosetten aus (z.B. *Cirsium palustre*). Die in der wäßrigen Torf-Lösung durchschnittlich gemessenen elektrolytischen Leitfähigkeiten Lf(korr) sind mit 54 µS/cm recht niedrig und unterstreichen die schlechte Nährstoffverfügbarkeit. Als Vergleichsgröße kann hier Lf(korr) der produktiveren *Calthion*-Basalgesellschaft (vgl. 2.1) dienen, die mit 80 µS/cm signifikant höher ist.

Juncus bulbosus-Variante (Aufn. 1–3)

Die Bestände dieser Variante heben sich von ihrer Umgebung durch ihre sehr lückige, auffallend flachwüchsige Krautschicht ab. Während der kennzeichnende *Juncus bulbosus* ohnehin von kleinem Wuchs ist, bleiben hier auch *Carex canescens*, *C. echinata* und *Eriophorum angustifolium* recht klein, kommen aber dennoch zur Blüte. Der von *Sphagnum fallax* gebildete Moosteppich ist mehr oder weniger stark von *Sphagnum cuspidatum* durchsetzt, das als typische Schlenken-Art für die nassesten Bereiche oligotropher Moore charakteristisch ist. Tatsächlich

ist diese Gesellschaft auch an extrem nassen Stellen mit Grundwasserständen von 1–15 cm Tiefe anzutreffen.

Alle Bestände sind als Schwingrasen ausgebildet und befinden sich in engem Kontakt zu nur wenige Quadratmeter großen, fast vegetationsfreien Schlenken. Dort besiedelt lediglich *Juncus bulbosus* als Pionier den Torfschlamm an den trockeneren Rändern und scheint von hier aus in diese Verlandungsgesellschaft vorzudringen. Bei den Schwingrasen-Schlenken-Komplexen handelt es sich um Austritt- oder Sammelstellen von Quellwasser, die sich an kleinflächigen Hangplateaus befinden. Die völlig vegetationsfreien Bereiche sind offenbar durch Rotwild entstanden, das diese nassen Stellen als Tränke oder Suhle aufsucht und die Torfmoosdecke immer wieder beschädigt. Unter diesem Aspekt könnten die Bestände als Pionier-Stadium des *Caricetum fuscae* gedeutet werden, das sich bei ausbleibender Störung zur Typischen Variante (s.u.) weiterentwickelt.

Daß es sich bei dem Wasserpolster unter den Schwingrasen um bewegtes Quellwasser handelt, verdeutlichen die hohen O₂-Gehalte von 3,3–9,0 mg/l. Das arithmetische Mittel von 5,4 mg/l weicht hochsignifikant von allen übrigen Varianten des *Caricetum fuscae* ab. Mit Ausnahme einer Aufnahme wurden mit 81 bzw. 87 µS/cm vergleichsweise niedrige elektrolitische Leitfähigkeiten im Quellwasser gemessen, die ebenso wie die pH-Werte (3,8–4,5) auf sehr ungünstige Nährstoffverhältnisse hinweisen. Damit wäre sowohl der niedrige Wuchs der wenigen vorhandenen Phanerogamen, als auch das Fehlen etwas anspruchsvollerer Arten begründet, die im *Caricetum fuscae* sonst höchstet vorkommen: Selbst *Carex nigra* fehlt hier vollständig.

Die *Juncus bulbosus*-Variante findet sich auf den ärmsten noch von der Assoziation eingenommenen Standorten (vgl. Abb. 1, 2) und vermittelt zu den Gesellschaften der *Scheuchzerietalia*. Gleichzeitig umfaßt sie praktisch die einzigen im Grünland erstellten Aufnahmen, in denen keinerlei Wirtschaftszeiger vorhanden sind.

Vergleichbare Untergesellschaften der Assoziation wurden bislang nicht beschrieben, möglicherweise wegen ihres sehr seltenen Auftretens jedoch einfach übersehen. Wenn für *Juncus bulbosus* immer wieder nackte Böden als Wuchsorte genannt werden (z.B. SUCCOW 1974, OBERDORFER 1994) und das auch aus dem Untersuchungsgebiet bestätigt werden kann, so zeigt diese Art hier ferner eine starke Affinität zu sehr nassen, oft hangwasserdurchrieselten *Sphagnum*-Decken.

Trientalis europaea-Variante (Aufn. 4–19)

Eine überwiegend lockere, auf einer von *Sphagnum fallax* und *Polytrichum commune* recht gut ausgebildeten Moosdecke siedelnde Krautschicht ist typisch für die *Trientalis europaea*-Variante. Sie wird durch die Nährstoff- und Basenarmut anzeigenden Arten *Trientalis europaea*, *Galium harcynicum*, *Avenella flexuosa* und *Calamagrostis villosa* differenziert, die gleichzeitig auch auf etwas trockenere Bedingungen hinweisen. Die Untergesellschaft ist häufig in in den leicht geneigten Randbereichen der Sümpfe ausgebildet. Die Herkunft der charakteristischen Arten unterstreicht die Affinität dieser Untergesellschaft zu den wald- bzw. forstnahen Randzonen der Sümpfe: *Calamagrostis villosa* und *Trientalis europaea* kennzeichnen als *Piceetalia*-Arten die Nähe zum Wald und damit die potentiell natürliche Vegetation dieser Bereiche, *Galium harcynicum* und *Avenella flexuosa* deuten als häufige Arten der Borstgrasrasen zudem auf etwas trockenere Bodenverhältnisse hin. Innerhalb des *Caricetum fuscae* nimmt diese Variante die stark basenarm-trockenen Standorte ein (vgl. Abb. 1, 2). Kleinsseggenriede mit ähnlicher Artenzusammensetzung finden sich auch in primär waldfreien Niedermooren am Brocken (ELLWANGER 1995).

Die *Trientalis europaea*-Variante wurde auf Böden mit einer Torfmächtigkeit von überwiegend mehr als 30 cm aufgenommen. Auch der gemessene Grundwasserstand ist meistens tiefer als 30 cm. Der mittlere pH-Wert des Grundwassers ist mit 3,9 signifikant niedriger als in der Variante von *Menyanthes trifoliata* (5,0) bzw. der Variante von *Lotus uliginosus* (4,8). Die mittlere Leitfähigkeit des Grundwassers ist mit 182 µS/cm deutlich höher als in der *Juncus bulbo-*

sus-Variante, unterscheidet sich jedoch nicht signifikant von den in den übrigen Varianten ermittelten Werten.

Typische Variante (Aufn. 20–29)

In dieser Variante sind Bestände zusammengefaßt, denen sowohl auf besonders schlechte, als auch auf bessere Basen- und Nährstoffversorgung hindeutende Arten fehlen. Die Krautschicht ist überwiegend dichter ausgebildet als in der *Trientalis*-Variante. *Carex nigra*, *C. canescens* und *C. rostrata* können faziesbildend auftreten. Etwas anspruchsvollere Begleiter des *Caricetum fuscae* wie *Scirpus sylvaticus*, *Equisetum fluviatile* oder *Deschampsia cespitosa* treten bereits vereinzelt auf und unterstreichen die intermediäre Stellung dieser Bestände im Säure- und Nässegradienten der Assoziation. Die Moosschicht ist unterschiedlich ausgebildet, *Sphagnum fallax* jedoch immer – wenn auch in wechselnder Deckung – vorhanden.

Diese Untergesellschaft besiedelt niemals deutlich geneigte Flächen und ist häufig im Zentrum der Quellsümpfe ausgebildet. Der mittlere pH-Wert des Grundwassers von 4,4 zeigt ebenso ihre zentrale Stellung im *Caricetum fuscae* an wie der Median des Grundwasserspiegels von 26 cm Tiefe (vgl. Abb. 1, 2). Die Torftiefe weist mit einem Median von >30 cm den gleichen Wert wie die *Trientalis*-Variante auf.

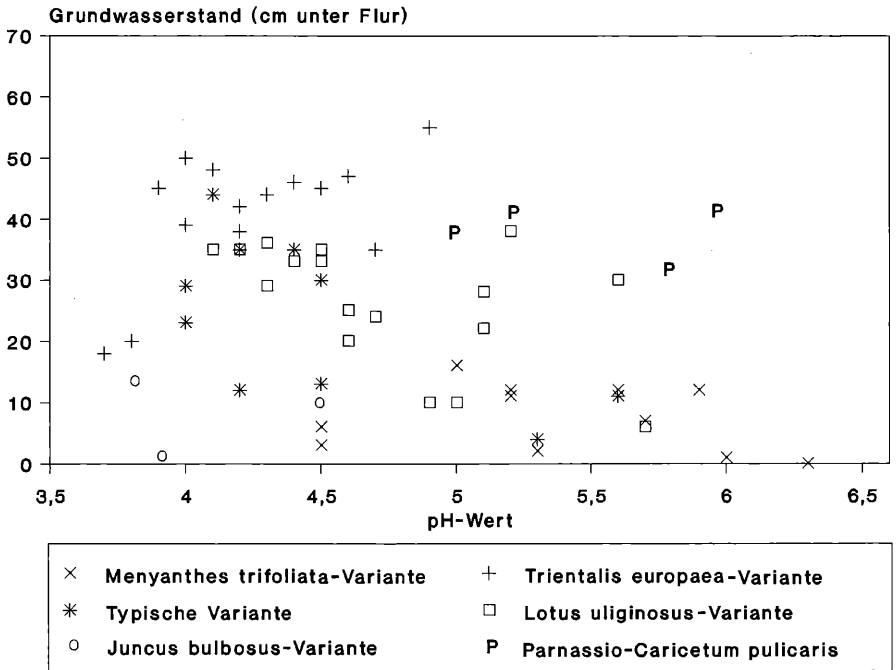


Abb. 1: Vorkommen der fünf Varianten des *Caricetum fuscae* und des *Parnassio-Caricetum pulicaris* in Abhängigkeit von Grundwasserstand und pH-Wert des Grundwassers bzw. der wäßrigen Torflösung. Dargestellt sind auch die Bestände trockenerer Standorte, bei denen das Grundwasser mittels Graben nicht erreicht wurde. Hier wurde pauschal die durch die Grabung ermittelte „Mindesttiefe“ des Grundwasserspiegels plus 5 cm aufgetragen; in einzelnen Aufnahmen sind die tatsächlichen Grundwasserstände möglicherweise noch tiefer. Die im Wasser und in der Torflösung ermittelten pH-Werte werden bewusst in einer einzigen Graphik dargestellt, denn beide sind in der Tendenz - und etwas anderes kann und soll dieses Ökogramm nicht darstellen – durchaus vergleichbar.

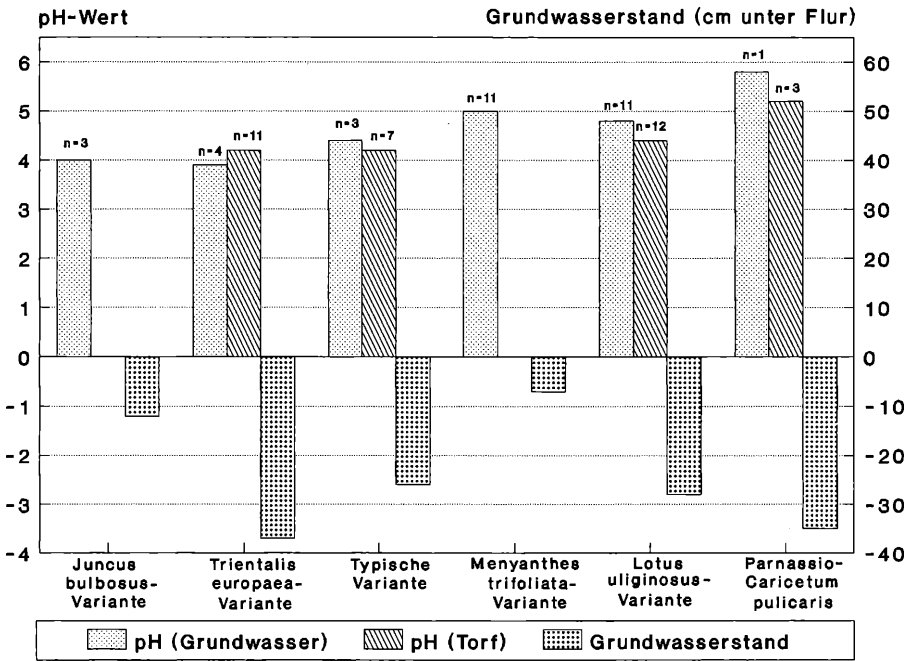


Abb. 2: Arithmetische Mittel der pH-Werte des Grundwassers und der wäßrigen Torflösung und Mediane des Grundwasserstandes der fünf Varianten des *Caricetum fuscae* und des *Parnassio-Caricetum pulicaris*.

Menyanthes trifoliata-Variante (Aufn. 30–40)

Auf ganzjährig sehr nassen und im Winterhalbjahr längerfristig überstauten Flächen im Roten Bruch und in den Dammbachwiesen sind die Bestände der *Menyanthes trifoliata*-Variante ausgebildet. Sie sind überwiegend in sehr engem Kontakt zu den Quellbächen zu finden und können hier größere Flächen einnehmen. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß das Bett des Baches so flach ist, daß sein Uferbereich fließend in seine Umgebung übergeht. Sobald der Bachlauf – wie fast überall – tiefer eingeschnitten ist, kommen in seiner direkten Nachbarschaft vor allem Großseggenbestände zur Vorherrschaft (vgl. 2.4).

Die differenzierenden Arten *Menyanthes trifoliata*, *Veronica scutellata* und insbesondere *Sparganium erectum* vermitteln ebenso wie die vereinzelt beigemischten *Eleocharis palustris* und *Iris pseudacorus* bereits leicht in Richtung der Röhricht-Gesellschaften. Das höchste Vorkommen der Assoziationskennart *Carex canescens* und der Klassencharakterarten *C. nigra*, *C. rostrata* und *Eriophorum angustifolium* sowie die geringe Wuchshöhe der Bestände zeigen jedoch, daß diese noch eindeutig dem *Caricetum fuscae* zuzuordnen sind. Fast alle vorgefundenen Bestände bilden Schwingrasen auf dem Quellwasserkörper aus, und zwar unabhängig davon, ob eine geschlossene Torfmoosdecke vorhanden ist oder nicht. Ist das Wasserregime dem der *Juncus bulbosus*-Variante sehr ähnlich, so sind die entscheidenden trennenden Faktoren pH-Wert und Basengehalt des Wassers. Mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 5,0 wurden hier hochsignifikant geringere H^+ -Ionen-Konzentrationen ermittelt als im Quellwasser der Variante von *Juncus bulbosus*. Von allen übrigen Varianten ist die hier beschriebene Untergesellschaft eindeutig durch die Wasserverhältnisse getrennt (vgl. Abb. 1, 2). Trotz des dauerhaft extrem hoch anstehenden Grundwassers (Median = 7 cm) und der dadurch unterbundenen Mineralisation der Streu besteht hier zudem eine offenbar durch die Qualität des Quellwassers bedingte, relativ günstige Nährstoffsituation. Darauf deuten neben den diffe-

renzierenden Arten auch *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata*, *Caltha palustris* und *Ranunculus flammula* hin, die diese Bestände mit der *Lotus uliginosus*-Variante (s.u.) auf den nährstoffreicheren Standorten verbinden. Dagegen fallen die Wirtschaftszeiger *Polygonum bistorta*, *Festuca rubra* und *Rumex acetosa* sowie auch *Polytrichum commune* und *Potentilla erecta* vermutlich aufgrund geringer Toleranz gegenüber Überstauung fast vollständig aus. Gemeinsam mit der Variante von *Juncus bulbosus* repräsentiert diese Untergesellschaft die Bereiche mit der größten Naturnähe innerhalb des Grünlandes des Untersuchungsgebietes. Gleichzeitig sind diese aber auch am seltensten und mit der geringsten Flächenausdehnung zu finden.

Im Roten Bruch kommen die Fieberklee-Igelkolben-Bestände stets mit *Potentilla palustris* und *Lysimachia vulgaris* vergesellschaftet vor und werden daher als *Potentilla palustris*-Ausbildung (Aufn. 36–40) zusammengefaßt. In den Dammbachwiesen fehlen diese beiden Arten vollständig. Diese Bestände werden daher in der Typischen Ausbildung (Aufn. 30–35) vereinigt. WEGENER (1969) weist auf ein rasches Verschwinden von *Potentilla palustris* auf nährstoffreichen Böden im Harz hin. Daß diese Art im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur noch im Roten Bruch – dort jedoch weit verbreitet – gefunden wurde, hängt möglicherweise mit der Nutzungsintensität zusammen: Weite Bereiche des Roten Bruchs gehörten in den vergangenen Jahrzehnten zum Sperrgebiet an der Grenze der DDR und wurden deshalb nie intensiv bewirtschaftet.

Durch das gemeinsame Vorkommen von *Menyanthes trifoliata* und *Potentilla palustris* differenzierte Untergesellschaften des *Caricetum fuscae* beschreibt z.B. PHILIPPI (1963). Er spricht von einer „nassen Variante im Bereich von Zwischenmooren“, die oft schwer betretbare Schwingrasen bildet, und weist auf einen „basenreicheren, vielleicht auch stärker durchflossenen Standort“ hin. Damit deckt sich seine Einschätzung der ökologischen Bedingungen recht gut mit den eigenen Vorstellungen. In der Literatur wurde dagegen kein Hinweis auf eine stete Vergesellschaftung von *Menyanthes trifoliata* mit *Sparganium erectum* gefunden. Letzteres scheint generell nur äußerst selten in *Caricion fuscae*-Gesellschaften einzudringen. Da in den untersuchten Quellsümpfen entsprechende Röhricht-Kontaktgesellschaften mit *Sparganium* fehlen, ist die stete Anwesenheit dieser Art auf den nassen Schwingdecken umso bemerkenswerter.

Lotus uliginosus-Variante (Aufn. 41–63)

Ist der Aspekt aller übrigen Untereinheiten im Juli und August weitgehend von grünen Farbtönen beherrscht, so mischen sich den Beständen der *Lotus uliginosus*-Variante vermehrt gelbe und rosa Farbtöne bei und vermitteln optisch zu den meist benachbarten Beständen der *Calthion*-Basalgemeinschaft. Unter den die Variante differenzierenden Phanerogamen weist *Cirsium palustre* offenbar die weiteste ökologische Amplitude auf, obgleich es selten in voller Vitalität erscheint. *Lotus uliginosus* und *Galium uliginosum* sind noch recht weit verbreitet, während *Crepis paludosa* und *Cardamine pratensis* etwas seltener sind, dabei jedoch kein einheitliches Verbreitungsmuster zeigen. Das für das *Caricetum fuscae* typische Inventar an Sauergräsern ist hier dennoch in vollem Umfang vorhanden. Die Verbandskennart *Viola palustris* und *Epilobium palustre* erreichen zudem höchste Stetigkeiten.

Am Aufbau der Mooschicht ist neben *Sphagnum fallax* in geringerem Maße das anspruchsvollere *Sphagnum teres* beteiligt. Auch *Polytrichum commune* ist noch gelegentlich vorhanden. Die Mooschicht ist zwar in den meisten Fällen etwas lückig ausgebildet und fehlt in zwei Fällen sogar völlig, kann jedoch auch geschlossene Decken bilden.

Wie das Eindringen der o.g. *Molinietalia*-Arten zeigt, besiedelt diese Untergesellschaft die am besten nährstoffversorgten Wuchsorte. Sie vermittelt zur *Calthion*-Basalgemeinschaft, die sich bei noch weiter verbessertem Nährstoffangebot auf im Sommer oberflächlich stärker abtrocknenden Böden einstellt (vgl. 2.1). Obwohl der ermittelte Median des Grundwasserstandes mit 28 cm unter Flur etwas höher liegt als bei der Typischen- und der *Trientalis*-Variante, ist die Torfdecke mit einer mittleren Mächtigkeit von 20 cm deutlich schwächer ausgebildet. Dieses zeigt eine etwas bessere Streuzersetzung an, die wiederum eine günstigere Nährstoffversorgung der Pflanzen erwarten läßt. Grundwasser und wäßrige Torflösung weisen hier mit einem

arithmetischen Mittel von 4,8 bzw. 4,4 zwar höhere pH-Werte als die genannten Varianten auf, insgesamt streuen die pH-Werte aber recht stark (vgl. Abb. 1). Dennoch dürfte ein Grund für die insgesamt geringere Torfmächtigkeit der tendenziell höhere pH-Wert sein.

Die Variante läßt sich in drei Ausbildungen gliedern, von denen die Typische Ausbildung (Aufn. 52-63) ohne weitere Trennarten am stärksten vertreten ist. Wie schon von der *Menyanthes*-Variante beschrieben, tritt auch hier eine *Potentilla palustris*-Ausbildung (Aufn. 41-44) auf, in der jedoch *Juncus acutiflorus* stärker hervortritt. Das Vorkommen dieser Binse wird stets mit wasserzügigen, sauerstoffreichen Standorten assoziiert (z.B. KLAPP 1965, OBERDORFER 1994). Das kann für die Wuchsorte dieser Ausbildung insofern bestätigt werden, als sie zumindest leicht geneigt sind. Leider konnten nur wenige Messungen des O₂-Gehaltes des Grundwassers vorgenommen werden, die zudem ein uneinheitliches Bild zeigen und keine weitergehenden Aussagen ermöglichen. Die *Stellaria alsine*-Ausbildung (Aufn. 45-52) ist auf die basenreichsten Wuchsorte beschränkt. Sie ist ausschließlich an Hängen anzutreffen, die von Quellwasser durchrieselt werden. Für derartige Bereiche sind insbesondere *Stellaria alsine*, *Cardamine amara* und *Ranunculus repens* charakteristisch, die in Quellflur-Gesellschaften meist höchstet vorhanden sind. Auch *Myosotis palustris* agg. – in den *Calthion*-Gesellschaften weit verbreitet – dringt an entsprechend nährstoffbegünstigteren Stellen in die Kleinseggenriede ein. Das bessere Nährstoffangebot dieser quellnassen Hangbereiche wird durch die pH-Werte des Grundwassers verdeutlicht, die bis auf eine Ausnahme im Bereich von 5,2 bis 6,3 liegen.

1.2. *Parnassio-Caricetum pulicaris* Phil. 1963 (Tabelle 1, Aufn. 64-67)

Das *Parnassio-Caricetum pulicaris* ist auf basenreiche (aber kalkfreie) und nur mäßig saure Standorte beschränkt und vermittelt als basiphiler „Flügel“ innerhalb der *Caricetalia fuscae* bereits zu den *Tofieldietalia*. In den Sümpfen des Untersuchungsgebietes gehört es zu den seltensten Pflanzengesellschaften. Lediglich im Roten Bruch und am Fuß des Großen Rappenbergs gibt es kleinflächige Vorkommen, die bezeichnenderweise alle über Diabas ausgebildet sind.

Gegenüber dem *Caricetum fuscae* zeichnet sich das *Parnassio-Caricetum* durch das Zurücktreten bis Fehlen stark azidotoleranter Arten wie *Carex canescens*, *Viola palustris* und *Polytrichum commune* aus. Gleichzeitig sind Arten angereichert, die höhere Ansprüche an die Basenversorgung stellen und empfindlich auf stärker saure Böden reagieren. Im Untersuchungsgebiet sind das insbesondere die Seggen *Carex flava*, *C. panicea* und die namengebende *C. pulicaris*. Im Gegensatz zu zahlreichen Angaben in der Literatur, in denen *C. tumidicarpa* als Assoziationskennart genannt wird (PHILIPPI 1963, DIERSSEN 1982, OBERDORFER 1992), ist in der Gesellschaft des Unterharzes *C. flava* anzutreffen. *C. tumidicarpa* ist dagegen oft gemeinsam mit *Juncus bulbosus* an Grabenrändern auf nacktem Mineralboden zu finden und kommt nur vereinzelt in *Caricion fuscae*-Gesellschaften vor. Als weitere bezeichnende Arten der dichten Krautschicht sind noch *Succisa pratensis* und *Briza media* zu nennen. *Parnassia palustris*, die zweite namengebende Art der Assoziation, fehlt im Harz in Lagen oberhalb von 350 m ü. NN und kommt erst am südlichen Harzrand vermehrt vor (vgl. HERDAM et al. 1993, GARVE 1994). Die Mooschicht ist mit einer Deckung von 5-25 % meist schwächer ausgebildet als im *Caricetum fuscae* und durch ihre Artenzusammensetzung gut von diesem abzugrenzen. Während *Sphagnum fallax* etwas zurücktritt, sind vermehrt die durch ihre rötliche Färbung auffallenden, selteneren Torfmoose *Sphagnum warnstorffii* und *S. subsecundum* zu finden. Dazu gesellen sich die ebenfalls anspruchsvolleren, aber erheblich häufigeren Arten *Climacium dendroides* und *Calliergonella cuspidata*.

Das im *Caricetum fuscae* die *Lotus uliginosus*-Variante differenzierende Arteninventar ist in den Beständen des *Parnassio-Caricetum* ebenfalls vorhanden und zeigt, daß diese in engem Kontakt zur *Calthion*-Basalgesellschaft (vgl. 2.1) zu finden sind. Tatsächlich stellen sie kleine „Inseln“ innerhalb der farbenfroheren Sumpfdotterblumen-Wiesen dar, sind hingegen nie in direkter Nachbarschaft zum Braunseggenumpf ausgebildet. *Molinia caerulea* ist überall stark vertreten und tritt in zwei Aufnahmen sogar faziesbildend auf. Das Pfeifengras gilt ebenso wie

der Teufelsabbiss als Wechselnässe-Zeiger (OBERDORFER 1994) und wird darin durch die im Juli durchweg vergleichsweise tiefen Grundwasserstände (mindestens 32 cm) bestätigt (vgl. Abb. 1). Gleichzeitig weist die starke Präsenz von *Molinia* auf die jahrzehntelange Brache hin, der diese Bestände aufgrund ihrer Lage im ehemaligen DDR-Grenzstreifen ausgesetzt waren. Unter dem Aspekt ist es sicher erstaunlich, daß sich eine so kleinwüchsige Art wie die seltene Floh-Segge erhalten hat.

Die Torfauflage ist in drei der vier Aufnahmeflächen mächtiger als 30 cm. Im Gegensatz zum Torf unter den meisten Beständen des *Caricetum fuscae* enthält dieser jedoch kaum Reste von Sphagnen. Der pH-Wert des Torfes ist mit einem Mittelwert von 5,2 signifikant höher als in sämtlichen Varianten des Braunseggensumpfes. Auch in der *Calthion*-Basalgesellschaft treten keine entsprechend hohen Mittelwerte auf. Die Leitfähigkeit der wäßrigen Torflösung ist mit einem Durchschnitt von 88 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ebenfalls höher als in allen übrigen Pflanzengesellschaften der Quellsümpfe. Diese Meßergebnisse bestätigen, daß die Bestände des *Parnassio-Caricetum pulicaris* tatsächlich auf die elektrolytreichsten und am wenigsten sauren Wuchsorte beschränkt sind.

Im Literaturvergleich stellt das *Parnassio-Caricetum* des Ostharzes eher eine an typischen Arten arme Gesellschaft dar. Neben *Parnassia palustris* fehlen auch *Pinguicula vulgaris* (im Untersuchungsgebiet vermutlich ausgestorben) und die Moose *Drepanocladus revolvens*, *Riccardia pinguis* und *Campylium stellatum*, die bei PHILIPPI (1963) und OBERDORFER (1992) regelmäßig vorkommen. Obgleich die Gesellschaft die basenreichsten Wuchsorte des Untersuchungsgebietes besiedelt, dürften diese demnach dennoch eher Grenzstandorte für sie darstellen.

2. Die wichtigsten Kontaktgesellschaften der Kleinseggenriede

2.1 *Calthion*-Basalgesellschaft

(Tabelle 2 im Anhang)

Das *Calthion* wird häufig in Gesellschaften auf basenreichen (*Angelico-Cirsietum oleracei*) bzw. basenarmen Standorten (*Bromo-Senecionetum aquaticae*) gegliedert. Da im Untersuchungsgebiet jedoch Assoziations-Charakterarten wie *Cirsium oleraceum* oder *Senecio aquaticus* fehlen, werden hier sämtliche erfaßten Bestände der *Calthion*-Basalgesellschaft zugeordnet. Diese ersetzt nach NOWAK (1992) das *Bromo-Senecionetum* in Lagen oberhalb 300 m Meereshöhe.

Im Untersuchungsgebiet löst die *Calthion*-Basalgesellschaft auf – zumindest im Sommer – trockeneren Standorten die *Lotus*-Variante des *Caricetum fuscae* ab (vgl. Abb. 3). Das stärkere sommerliche Absinken des Grundwasserspiegels führt zu einer besseren Durchlüftung der oberen Bodenschichten und einer wenigstens zeitweilig verbesserten Mineralisation der Streu. Dieses spiegelt sich auch in der Mächtigkeit der Torfauflage wider, die bei einem Median von 18 cm um 8 cm schwächer ausgebildet ist als im Braunseggensumpf. Die gesteigerte Mineralisation ist ferner an der in der wäßrigen Torflösung ermittelten Leitfähigkeit abzulesen, die mit einem arithmetischen Mittel von 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ signifikant höher ist als im *Caricetum fuscae* (54 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Die *Calthion*-Basalgesellschaft ersetzt damit die Bestände des *Caricetum fuscae* auf im Sommer oberflächlich etwas abtrocknenden Böden mit etwas höheren pH-Werten ($\text{pH}(\text{Torf}) > 4,5 - 5$, $\text{pH}(\text{Grundwasser}) > 5$). Auf sehr sauren Standorten sind dagegen unter diesen Bedingungen die *Trientalis*- und teilweise auch die Typische Variante des *Caricetum fuscae* zu finden.

Einen im Sommer stärker absinkenden Grundwasserspiegel als im *Caricion* hebt auch NIEMANN (1963) hervor. Daneben ermittelte er eine höhere Fließgeschwindigkeit des Bodenwassers. BRUELHEIDE (1995) fand Bestände des *Calthion* auf Standorten, die weniger durch Nässe geprägt sind als die des *Caricion* und vermutet ebenfalls eine durch die bessere Durchlüftung bedingte stärkere Mineralisierung. Ferner stellte er auch deutlich höhere pH-

Werte und Basensättigungen als im *Caricion* fest. In dem Zusammenhang betont BRUELHEIDE, daß die meisten der von ihm bearbeiteten Flächen keine Düngung erfahren. Möglicherweise sind die Bestände des *Calthion* dort ebenso wie im eigenen Untersuchungsgebiet auf natürlicherweise nährstoffreicheren Wuchsorten verbreitet; d.h. sie konzentrieren sich auf von vornherein weniger saure Bereiche, die ursächlich wegen des tieferen Grundwasserstandes im Sommer (und nicht aufgrund von Düngung) eine günstigeres Nährstoffangebot vorweisen. NOWAK (1992) betont, daß Düngung keine Voraussetzung für die Entstehung oder Erhaltung von *Calthion*-Gesellschaften sei, sondern allein eine üppige Wasserversorgung ausreiche, sofern die Bedingungen nicht grundsätzlich zu oligotroph seien.

Viola palustris-Variante (Aufn. 1–22)

Mit *Viola palustris*, *Carex canescens* und *Eriophorum angustifolium* wird diese Variante durch drei Arten differenziert, die als Kennarten der *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* und rangniedrigerer Syntaxa gelten. Auch die vierte Trennart – *Ranunculus flammula* – ist insbesondere in Kleinseggensümpfen auf weniger sauren Böden weit verbreitet. Damit zeigen diese Bestände noch recht deutliche Beziehungen zur *Lotus uliginosus*-Variante des *Caricetum fuscae* und nehmen die sauersten und ärmsten Standorte der *Calthion*-Basalgesellschaft ein. Diese Standorte unterscheiden sich vor allem durch den tieferen Grundwasserspiegel im Sommer von denen der *Lotus*-Variante des Braunseggensumpfes. Letztere weisen zudem in der elektrolytischen Leitfähigkeit des Torfes signifikant niedrigere Mittelwerte auf (46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gegenüber 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in der *Viola*-Variante des *Calthion*). Von den übrigen Varianten der Gesellschaft heben sich die hier beschriebenen Bestände durch etwas niedrigere pH-Werte im Grundwasser und eine größere Torfmächtigkeit ab (vgl. Abb. 3).

Die Variante von *Viola palustris* kann in zwei Subvarianten gegliedert werden, die in den Säuregradienten innerhalb der *Calthion*-Basalgesellschaft eingebunden sind. Die Bestände der Typischen Subvariante (Aufn. 1–12) weisen noch die engsten Beziehungen zum *Caricetum fuscae* auf. In Abhängigkeit von Relief und Bewegung des Grundwassers lassen sich drei Ausbildungen unterscheiden. Die Typische Ausbildung (Aufn. 1–4) ist nur auf ebenen Flächen zu finden; das Grundwasser dürfte hier weitgehend stagnieren. Im Gegensatz dazu ist die *Juncus acutiflorus*-Ausbildung (Aufn. 5–9) an schwach geneigten Hängen (ca. 2–4°) lokalisiert. Die Neigung läßt einen gewissen Fluß des Grundwassers vermuten, womit das Vorkommen der Spitzblütigen Binse stets assoziiert wird (z.B. KRAUSCH 1963, NOWAK 1992). Die *Montia fontana*-Ausbildung (Aufn. 10–12) ist auf auch im Sommer erkennbar wasserdurchrieselten Hangbereichen zu finden. Die in zwei der drei Flächen gemessenen Sauerstoffgehalte zeigen mit 3,9 und 7,3 mg/l für die untersuchten Quellsümpfe sehr hohe Werte an. Die Quellzügigkeit der Standorte wird durch die differenzierenden Arten *Stellaria alsine*, *Montia fontana* ssp. *amporitana*, *Philonotis caespitosa* und *Cardamine amara* unterstrichen, die sämtlich als Kennarten verschiedener Syntaxa der Quellfluren (*Montio-Cardaminetea*) gelten. Da diese Arten innerhalb der aufgenommenen Bestände nicht punktuell, sondern in der gesamten Fläche verteilt vorkommen, handelt es sich hier eindeutig um Gesellschaften des *Calthion*. Möglicherweise ersetzt dieses jedoch früher vorhandene Quellfluren, die sich im Grünland langfristig nicht behaupten konnten. Die *Montia fontana*-Ausbildung stellt auf etwas reichem Substrat das Gegenstück zur *Stellaria alsine*-Ausbildung des *Caricetum fuscae* dar. Auch HARM (1988) beschreibt aus den meisten der von ihr aufgenommenen Grünlandgesellschaften im Westharz Quellnässe-Ausbildungen mit vergleichbarem Artenbestand.

In die Bestände der *Carex panicea*-Subvariante (Aufn. 13–22) greift bereits die Artengruppe über, die auch die *Carex panicea*-Variante differenziert (s.u.). Mit Arten wie *Carex panicea*, *Valeriana dioica* oder *Juncus conglomeratus* zeigt sie etwas basenreichere, aber dennoch magere Bedingungen und eine gewisse Wechsellnässe an. Insofern handelt es sich hier um einen Übergangsbereich, der von den sauersten und basenärmsten Standorten des *Calthion* zu etwas basenreicheren Bedingungen vermittelt. Die *Juncus articulatus*-Ausbildung (Aufn. 13–17) umfaßt Bestände auf – mit Ausnahme des Hochsommers – deutlich wasserzügigen Wuchsorten mit einer recht mächtigen Torfauflage (meist >30 cm). Die Hangneigung ist allerdings ebenso

wie der Grad der Durchrieselung schwächer als in den Beständen der oben beschriebenen *Montia fontana*-Ausbildung. Die Typische Ausbildung (Aufn. 18–22) ist auf schwächer vermoorten Böden mit einer meist erheblich geringeren Torfmächtigkeit (ca. 10–20 cm) zu finden. Sie zeigt floristisch und ökologisch bereits starke Ähnlichkeit mit der *Carex panicea*-Variante.

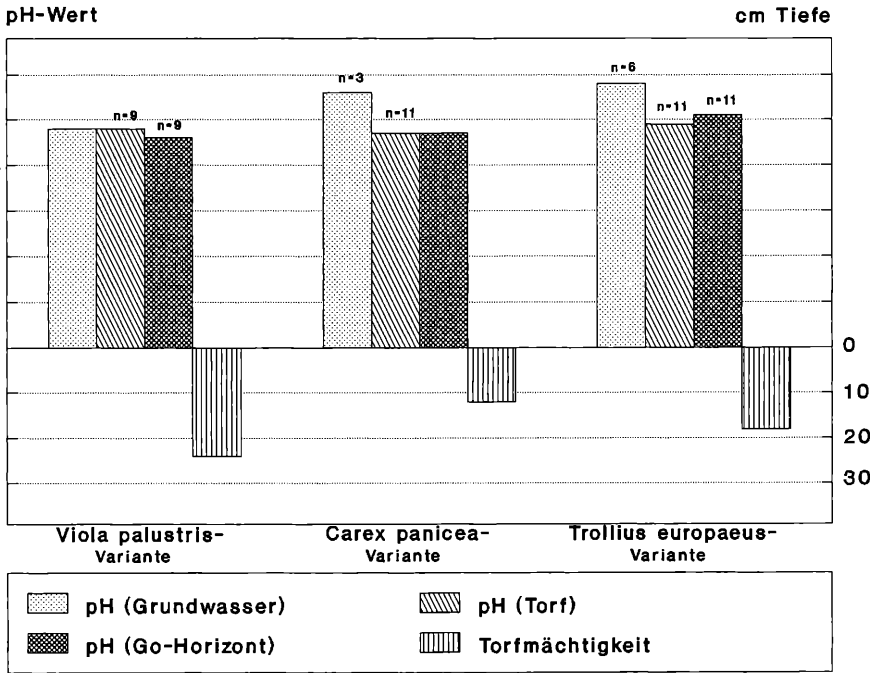


Abb. 3: Arithmetische Mittel des pH-Wertes des Grundwassers und der wässrigen Lösung von Torf und Go-Horizont sowie Median der Torfmächtigkeit in den drei Varianten der *Calthion*-Basalgesellschaft.

Carex panicea-Variante (Aufn. 23–36)

Mit *Carex panicea*, *Valeriana dioica*, *Juncus conglomeratus*, *Dactylorhiza majalis*, *Succisa pratensis*, *Achillea ptarmica* und *Briza media* liegt hier eine Gruppe von Differentialarten vor, die geschlossen basenreichere und etwas wechsellasse Böden anzeigt. Fast alle Arten gelten darüber hinaus als Magerkeitszeiger bzw. sind nach ELLENBERG (1991) schwerpunktmäßig auf „stickstoffarmen bis -ärmsten“ Standorten verbreitet. Das verdeutlicht, daß diese Bestände nicht etwa auf früher intensiver genutzten (gedüngten), sondern auf natürlicherweise basenreicheren Flächen wachsen als die *Viola palustris*-Variante. Der mittlere pH-Wert des Grundwassers (5,6) liegt höher als bei der vorgenannten Variante, der pH der Bodenlösungen ist dagegen fast identisch. Die vermutlich durch eine Kombination aus geringerer Bodenazidität und hochsommerlichem Abtrocknen der oberen Bodenschichten bedingte gesteigerte Mineralisierung drückt sich im Median der Torfmächtigkeit von nur 12 cm aus (vgl. Abb. 3). Die tiefsten Grundwasserstände im *Calthion* wurden in den Beständen dieser Variante festgestellt.

NOWAK (1992) beschreibt eine *Juncus conglomeratus*-*Succisa pratensis*-Ausbildung der *Calthion*-Basalgesellschaft in Westhessen, die eine ähnliche Trennartengruppe aufweist wie die *Carex panicea*-Variante im eigenen Untersuchungsgebiet. Sie soll nach NOWAK wechselfeuchte Böden anzeigen und bereits dem *Molinietum caeruleae* nahe stehen, das dort Bereiche mit noch stärkeren Schwankungen des Grundwasserspiegels besiedelt. Auch im Osthaz könnten die Bestände auf eine gewisse Verwandtschaft mit *Molinion*-Gesellschaften hindeu-

ten. Diese sind hier allerdings nur fragmentarisch ausgebildet und ausgesprochen selten anzutreffen.

Trollius europaeus-Variante (Aufn. 37–53)

Die Bestände der nach *Trollius europaeus* benannten Variante stellen die üppigsten und buntesten Bereiche der Quellsümpfe dar. Als Trennarten der Variante sind neben der Trollblume noch *Galium boreale*, *Geum rivale*, *Anemone nemorosa* und *Iris sibirica* zu nennen.

Die Bestände sind auf den am wenigsten sauren und demzufolge basenreichsten Standorten zu finden. Die mittleren pH-Werte sind mit 5,8 im Grundwasser und 5,1 im Go-Horizont deutlich und im letzten Fall auch hochsignifikant höher als in den übrigen Varianten der Gesellschaft (vgl. Abb. 3). Hinsichtlich des Grundwasserstandes ist die Variante sowohl an sehr nassen als auch auf oberflächlich stärker abtrocknenden Stellen lokalisiert. Auffallend sind die in der *Trollius*-Variante sehr unterschiedlichen ermittelten Torfmächtigkeiten. Die Bestände wachsen sowohl auf echtem Niedermoor mit einer Torftiefe von mehr als 40 cm als auch auf Gleyböden, die praktisch frei von organischer Auflage sind. Auch die Deckung der Moosschicht schwankt stark von 0–50 %. Mit *Sphagnum teres* und *Sphagnum fallax* können auch Torfmoose an ihrem Aufbau beteiligt sein. Die ermittelten Sauerstoffgehalte von 0,8–1,8 mg/l sind einheitlich als recht niedrig einzustufen und deuten eher auf stagnierendes als auf bewegtes Grundwasser hin. In Übereinstimmung damit fehlen Zeigerarten für Quellnässe.

Die Artengruppe der *Carex panicea*-Variante greift auf Teile der *Trollius*-Variante über und bietet eine Einteilung in zwei Subvarianten an. Die *Carex panicea*-Subvariante (Aufn. 37–48) weist auf Wechselnässe und recht magere Bedingungen hin und unterstreicht gemeinsam mit *Galium boreale*, daß auch diese Bestände gewisse Anklänge an *Molinion*-Gesellschaften besitzen. Die Typische Subvariante (Aufn. 49–53) ist in vier der fünf Fälle durch das Vorherrschen hochwüchsiger Arten (*Iris sibirica*, *Filipendula ulmaria*, *Scirpus sylvaticus*) gekennzeichnet und eventuell deshalb ärmer an Arten der *Carex panicea*-Gruppe.

Bestände des *Calthion* mit *Trollius europaeus* beschreiben DIERSCHKE & VOGEL (1981) und HARM (1988) aus dem Westharz. Während bei HARM die Trollblume ebenfalls häufig mit *Geum rivale* vergesellschaftet vorkommt, haben die übrigen Trennarten der vorliegenden Arbeit bei beiden Autoren keine Bedeutung. HUNDT (1964) beschreibt aus dem montanen Bereich von Thüringer Wald und Harz eine *Trollius europaeus*-*Polygonum bistorta*-Gesellschaft. Diese unterscheidet sich insofern von den Beständen des Untersuchungsgebietes, als viele anspruchsvollere Wiesenpflanzen wie *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Trifolium pratense* oder *Trifolium repens* hochstet und auch häufig mit höherer Deckung vorkommen. Im eigenen Aufnahmемaterial spielen diese Arten keine nennenswerte Rolle. Es ist daher anzunehmen, daß die Aufnahmen von HUNDT aus stärker genutzten Feuchtgrünlandbereichen stammen.

2.2 Waldsimsen-Quellsumpf

(Tabelle 3, Aufn. 1–6)

Örtlich finden sich von *Scirpus sylvaticus* beherrschte Gesellschaften, in denen *Calthion*-Arten zugunsten einiger *Phragmitetea*- bzw. *Magnocaricion*-Arten zurücktreten. Diese werden hier als Waldsimsen-Quellsumpf beschrieben, um Verwechslungen mit dem *Scirpetum sylvatici* (z.B. OBERDORFER 1993) bzw. der *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft (z.B. DIERSCHKE 1990) zu vermeiden. Im Gegensatz zu den beiden genannten Gesellschaften kann dieser Waldsimsen-Quellsumpf nicht dem *Calthion* zugeordnet werden. Am ehesten könnte ein Anschluß an das *Magnocaricion* erfolgen; die Physiognomie der Bestände erinnert zudem stark an Großseggenriede. Standortlich ist der Waldsimsen-Sumpf jedoch klar von *Magnocaricion*-Gesellschaften abzugrenzen (vgl. 2.3). Es handelt sich in allen Fällen um quellige, schwach geneigte Hangbereiche (Inklination etwa 2–4°). Eine ganzjährige Durchrieselung mit Quellwasser sorgt für einen hohen Grundwasserspiegel, eine großflächige Überstauung findet wegen des Reliefs dagegen nicht statt.

Tabelle 3

1. Waldsimsen-Quellsumpf

2. Bachauen-Riede

- 2.1. Carex nigra var. juncea-Fazies
 2.2. Carex vesicaria-Fazies
 2.3. Carex gracilis-Fazies
 2.4. Phalaris arundinacea-Fazies

	1.										2.								
											2.1.	2.2.	2.3.	2.4.					
Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Größe Aufnahmefläche (m ²)	16	16	16	16	12	16	16	16	16	12	16	16	16	16	16	16	16	16	
pH-Wert	5,6	5,6	5,7	6,5	5,2	5,8	5,6	5,4	4,6	6,0	5,8	6,4	5,2	5,2	6,2	5,9	5,9	5,3	
el. Leitfähigkeit (µS/cm)	333	320	162	448	216	184	186	167	65	258	426	219	270	49	235	260	238	160	
O ₂ -Gehalt (mg/l)	1,5	0,9	2,5	0,3	2,1	1,5	1,8	1,3		0,3	1,3	0,2	6,6			0,6	0,3	1,4	
Grundwasserstand (cm)	17	19	11	17	16	34	14	5	3	24	11	3	5	>25	>30	2	5	10	
Torfmächtigkeit (cm)	15	10	11	10	11	>37	>20	>20	>30	11	>15	>25	11	16	>30	>20	>20	>20	
Deckung d. Krautschicht (%)	100	100	100	100	95	100	100	100	100	95	100	100	95	100	100	100	100	100	
Deckung d. Moossschicht (%)	3	3	2	1	5	10	1	3	-	1	-	-	5	-	1	-	-		
Artenzahl Gefäßpflanzen	14	16	14	12	13	18	16	13	13	15	15	5	12	11	9	5	9	7	
Artenzahl Moose	1	4	1	3	7	3	1	1	-	4	-	-	4	-	3	-	-		
Gesamtartenzahl	15	20	15	15	20	21	17	13	13	19	15	5	16	11	12	5	9	7	
D 1.:																			
Scirpus sylvaticus	5	4	5	5	4	5				1	+	1		+					
Deschampsia cespitosa	1		1	1		1					+								
Pellia epiphylla		1		1	1	1						+							
Stellaria alsine	+	+	+		+														
D 2.:																			
Carex nigra var. juncea	+	1		1	1	+	5	4	4	4			1				1	+	
VC Carex vesicaria			1		2					1	5	5	4					+	
VC Carex gracilis														5	5	5			
VC Phalaris arundinacea									1									5	5
Phragmitetea/Magnocaricion:																			
Galium palustre	1	1	1	1	1		2	1	1	1	1	1	1	+		1	1	1	
Equisetum fluviatile	1	2	+	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1		1	1	1	1	
Scutellaria galericulata	1	2	1	1	1	1	1	1	+	+	1	1		1	1	1		+	
Calliergon cordifolium		1		+				1		1						+			
Sparganium erectum							+					r							
Begleiter:																			
Caltha palustris	1	2	+	1		1	+	1	+	1	1			+	1	+	1	+	
Epilobium palustre	+	+	1	1	1	1	1	1	+	1	1		+		+			+	
Juncus effusus	+	1	+	1	+				1	+	+		+	+					
Cirsium palustre	r	+	+	1	+								+	+					
Polygonum bistorta	+				+	+			+		1	+		+	1	1			
Carex rostrata		1			1	1	1	+					1				+	+	
Mentha arvensis		1		+			2		2	1	1					+			
Viola palustris	1					1	+	1	1										
Filipendula ulmaria								1					2		+			+	
Campyllum radicale			+		1		+							1					
Eriophorum angustifolium		+			1				1				1						
Galium uliginosum			+						1							1			
Sphagnum fallax					1	1							1						
Ranunculus flammula							+	+											
Equisetum sylvaticum	+											1							
Sphagnum squarrosum		1			1														
Crepis paludosa													+			+			
Valeriana procurrens									1									2	
Sphagnum teres				1							+								
Carex canescens							+	1											
Valeriana dioica		+									1								
Myosotis palustris agg.					+							+							
Ranunculus repens		1									1								
Brachythecium mildeanum						1								1					
Chiloscyphus pallescens		1			1														
Außerden:																			
Nr. 1: Brachythecium rivulare 1; Nr. 2: Cardamine pratensis +; Nr. 3: Juncus conglomeratus +, Urtica dioica +; Nr. 4: Plagiomnium affine +; Nr. 5: Plagiothecium ruthelii 1; Nr. 6: Festuca rubra +, Poa trivialis 1, Alopecurus pratensis 1, Juncus filiformis +, Plagiomnium rostratum 1; Nr. 7: Cardamine amara 1, Achillea ptarmica +, Epilobium tetragonum +, Marchantia polymorpha 1; Nr. 8: Carex elongata 1; Nr. 10: Galeopsis bifida 1, Veronica beccabunga +; Nr. 12: Lysimachia vulgaris 1; Nr. 14: Trollius europaeus 1, Vicia cracca 1; Nr. 15: Equisetum palustre 1, Climacium dendroides 1.																			

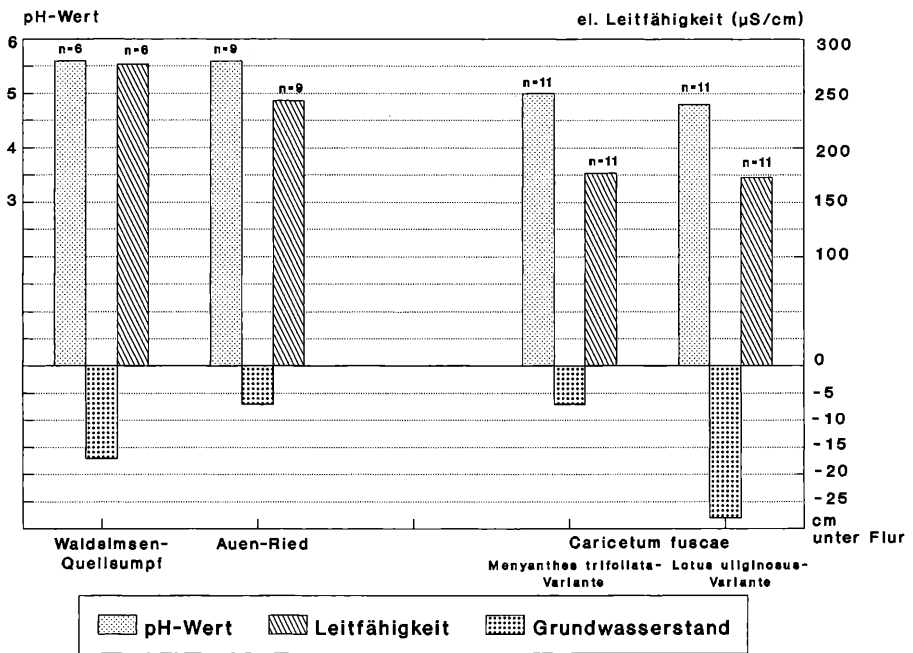


Abb. 4: Arithmetische Mittel von pH-Wert und elektrolytischer Leitfähigkeit des Grundwassers und Median des Grundwasserstandes in Waldsimsen-Quellsumpf, Auen-Ried und als Vergleich in den beiden anspruchsvolleren Varianten des *Caricetum fuscae*.

Der Grundwasserspiegel bewegte sich Ende Juli 1994 bis auf eine Ausnahme zwischen 11 und 19 cm. PH-Wert (im Mittel 5,6) und elektrolytische Leitfähigkeit (im Mittel 277 µS/cm) des Grundwassers liegen einheitlich vergleichsweise hoch und deuten auf recht basen- und nährstoffreiches Quellwasser hin. Die Leitfähigkeit ist damit höher als in allen anderen untersuchten Gesellschaften (vgl. Abb. 4). Möglicherweise ist es dieser Elektrolytreichtum des Wassers, der die großwüchsige Waldsimse an hinsichtlich des Grundwasserstandes eigentlich typischen Kleinseggenried-Standorten so stark begünstigt; fördernd dürfte ferner auch die bereits seit Jahren aufgegebene Nutzung sein. Die Sauerstoffgehalte des Wassers von 0,3–2,5 mg/l (arithmetisches Mittel = 1,5 mg/l) weisen eine ähnlich geringe Größenordnung auf, wie sie auch im *Caricetum fuscae* ermittelt wurde. Das läßt vermuten, daß die Quellzügigkeit eines Standorts nicht einfach von der O₂-Konzentration des Grundwassers abgelesen werden kann.

Mit 15–21 Spezies handelt es sich um recht artenarme Bestände. Arten wie *Stellaria alsine* und *Pellia epiphylla* deuten auf die Quellnäse der Standorte hin, die hochsteten *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata* und *Equisetum fluviatile* zeigen dagegen die großseggenriedartige Physiognomie der Bestände an. Diese drei Arten erreichen hier eine deutlich größere Vitalität als im *Caricetum fuscae* und in der *Calthion*-Basalgesellschaft.

Auen-Riede (Tabelle 3, Aufn. 7–18)

Als Auen-Riede werden hier von großwüchsigen Seggen oder Gräsern (*Phalaris arundinacea*) beherrschte artenarme Gesellschaften bezeichnet, die innerhalb der untersuchten Sümpfe auf die Überschwemmungszonen der Quellbäche beschränkt sind. Diese Bereiche sind nur im Sommer zwei bis drei Monate lang nicht überstaut, den Rest des Jahres stehen sie bis zu 15 cm tief unter Wasser. Das Bett der kleinen Bäche ist hier meistens recht tief eingeschnitten.

Die Seggen-Bestände stehen nie direkt in den schnellfließenden Bächen, die weitgehend frei von höheren Pflanzen sind, stellen also keine Verlandungsgesellschaft dar. Dieser Tatsache soll mit der Bezeichnung als Auen-Riede entsprochen werden.

Aufgrund der herrschenden Seggenarten und des regelmäßigen Vorkommens von *Galium palustre* und *Scutellaria galericulata* als *Magnocaricion*- und *Equisetum fluviatile* als *Phragmitetea*-Art können diese Bestände vorsichtig dem *Magnocaricion* angeschlossen werden. Da insgesamt sehr wenige Arten der *Phragmitetea* und niedrigerer Syntaxa vorhanden sind, handelt es sich um schwach gekennzeichnete Großseggenriede. Viele typische Arten wie *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Stachys palustris* oder *Phragmites communis* gehen im Harz mit ansteigender Höhenlage zurück und sind im Untersuchungsgebiet bereits als sehr seltene Arten einzustufen (HERDAM 1993). Andere – etwa *Peucedanum palustre* und *Lysimachia thyrsoiflora* – fehlen dem Harz völlig. Damit wird deutlich, daß die schwache Kennzeichnung der Bestände in erster Linie durch die Höhenlage bedingt sein dürfte. Die Wuchsorte der von den verschiedenen Arten dominierten Gesellschaften scheinen sich hinsichtlich Überstauungshöhe, Fließgeschwindigkeit und Chemismus des Wassers nicht zu unterscheiden. Die sich oft mosaikartig abwechselnden Fazies sind hier möglicherweise eher ein Produkt des Zufalls der ersten Ansiedlung der jeweiligen Art. Aus diesem Grund erscheint eine Zusammenfassung der Bestände zu einer neutral bezeichneten Gesellschaft sinnvoll. Diese wird in verschiedene Fazies unterteilt. Als Faziesbildner treten *Carex nigra* var. *juncea*, *C. vesicaria*, *C. gracilis* und *Phalaris arundinacea* auf.

Die Auen-Riede sind offensichtlich an etwas basen- und nährstoffreicheres Wasser gebunden. Der mittlere pH-Wert von 5,6, die Leitfähigkeit von 243 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und der O_2 -Gehalt von 1,5 mg/l sind mit den im Waldsimen-Quellsumpf ermittelten Werten vergleichbar (vgl. Abb. 4). Anders als dort ist in diesen Röhrichtern jedoch nicht allein die recht gute Nährstoffversorgung Ursache für die Dominanz hochwüchsiger Arten: Die langfristig überfluteten Auen ermöglichen ohnehin nur wenigen spezialisierten Arten wie den Großseggen die Existenz. Als Median des Grundwasserspiegels Ende Juli 1994 wurden 7 cm ermittelt. Auf derartig nassen Standorten sind in den Quellsumpfen nur noch die *Juncus bulbosus*- und *Menyanthes trifoliata*-Variante des *Caricetum fuscae* verbreitet. Während erstere nur im Einflußbereich sehr sauren, elektrolytarmen Wassers vorkommt, wächst die Variante des Fieberklee an Orten, die vom Wasserchemismus her eher mit den Auen-Rieden vergleichbar sind; allerdings ist die mittlere Leitfähigkeit im Auen-Ried noch deutlich höher (vgl. Abb. 4). Örtlich finden sich beide Gesellschaften sogar in direktem Kontakt zueinander. Ein trennender Faktor könnte die Fließgeschwindigkeit des Wassers sein, die in den von den Röhrichtern besiedelten Bereichen wenigstens im Winter und Frühjahr höher ist. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß die dichten Großseggen- und *Phalaris*-Bestände bei längerfristigem Brachliegen der Flächen die benachbarten Kleinseggengesellschaften verdrängen.

2.4 *Juncetum squarrosi* Nordhagen 1923

(Tabelle 4)

Im Untersuchungsgebiet ist das *Juncetum squarrosi* fast vollständig auf noch genutzte Flächen (Weiden und einschürige Mähwiesen) beschränkt. In den Beständen mischen sich Arten der Borstgrasrasen vor allem mit denen des *Caricetum fuscae*. Die Gesellschaft ist durch *Carex panicea*, *Anthoxantum odoratum* und *Anemone nemorosa* – etwas schwächer auch noch durch *Aulacomnium palustre*, *Molinia caerulea* und *Scapania irrigua* – positiv gegen das *Caricetum fuscae* differenziert. Dagegen fehlen mit *Carex canescens*, *C. rostrata* und *Calliargon stramineum* einige Arten der Kleinseggenriede vollständig.

Die Gesellschaft wurde auf Böden mit einer Torfmächtigkeit von 3–40 cm und deutlichen Vergleungserscheinungen meist bis nahe der Bodenoberfläche vorgefunden. Der Grundwasserspiegel bewegte sich Ende Juli 1994 etwa zwischen 45 und 60 cm. In einigen Aufnahmeflächen lag er möglicherweise noch tiefer, d.h. er wurde beim Graben bis in ca. 55 cm Tiefe nicht erreicht. Es deutet sich demnach ein stark schwankender Grundwasserspiegel an, der jedoch auch außerhalb des Hochsommers tiefer sein dürfte als im *Caricetum fuscae*: Mitte Mai 1994

Tabelle 4

Juncetum squarrosi

1.1. Sphagnum palustre-Variante

1.2. Calluna vulgaris-Variante

	1.					2.				
Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Größe Aufnahmefläche (m ²)	16	16	15	16	10	16	12	16	12	16
pH-Wert	4,3	3,9	4,5	3,8	3,8	4,4	4,1	4,2	3,9	4,1
el. Leitfähigkeit (µS/cm)	45	16	92	11	29	45	5	18	36	18
Torfmächtigkeit (cm)	17	40	3	20	19	12	12	16	12	14
Deckung d. Krautschicht (%)	65	80	95	95	90	50	90	98	80	98
Deckung d. Moosschicht (%)	50	50	10	10	5	60	10	12	5	3
Artenzahl Gefäßpflanzen	21	16	26	20	17	18	21	26	22	24
Artenzahl Moose	5	4	3	5	3	5	5	5	7	4
Gesamtartenzahl	26	20	29	25	20	23	26	31	29	28
d 1.:										
Sphagnum palustre	2	1	.	1	.	2	.	.	.	.
Carex leporina	1	.	2	.	+	1	.	.	.	.
Viola palustris	+	1	2	.	.	r	.	.	.	.
Sphagnum fimbriatum	.	3	.	1	.	2	.	.	.	.
Agrostis canina	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.
d 2.:										
Danthonia decumbens	.	.	.	.	.	.	1	1	1	2
Arnica montana	.	.	.	.	.	.	1	1	2	1
OC Luzula campestris	.	.	.	+	.	.	1	1	1	1
AC Pedicularis sylvatica	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1
Briza media	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1
KC Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.	1	+	2	.
Vaccinium myrtillus	.	.	.	.	.	.	1	r	+	.
Dicranum bonjeanii	.	.	.	.	.	.	1	.	+	1
Succisa pratensis	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1
KC Vaccinium vitis-idaea	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.
VC Hieracium lachenalii	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
AC Juncus squarrosus	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
VC-KC:										
Nardus stricta	2	2	1	3	1	1	1	3	1	2
Galium hircynicum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Luzula multiflora	1	1	+	1	+	1	1	1	.	1
Avenella flexuosa	1	1	.	2	2	2	1	1	1	1
Carex pilulifera	+	.	.	1	.	+	1	1	1	1
Pleurozium schreberi	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.
Begleiter:										
Carex panicea	1	+	1	+	+	+	1	+	+	1
Aulacomnium palustre	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Potentilla erecta	1	1	+	1	1	1	2	2	.	1
Molinia caerulea	2	.	.	+	1	1	2	1	3	1
Polygonum bistorta	1	3	1	2	1	2	+	1	.	+
Festuca rubra	1	1	.	1	1	1	1	1	1	2
Carex nigra	1	2	2	1	1	1	.	+	.	1
Anthoxanthum odoratum	1	+	1	1	+	.	1	+	.	1
Festuca ovina	.	.	1	1	1	.	1	1	1	1
Polytrichum commune s.str.	1	1	.	.	1	2	1	2	1	1
Anemone nemorosa	+	.	.	1	1	1	.	+	1	1
Deschampsia cespitosa	1	.	2	1	.	1	.	+	.	1
Scapania irrigua	.	.	1	.	1	.	.	1	+	+
Juncus effusus	1	1	1	+	.	.	.	+	.	.
Holcus lanatus	1	.	1	+	.	1	.	.	.	.
Lophocolea bid. et cusp.	+	.	1	+	.	.	.	1	+	.
Agrostis tenuis	.	.	.	+	.	.	.	1	+	1
Cirsium palustre	.	.	+	.	.	.	.	r	.	.
Poa chaixii	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+
Agrostis stolonifera	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
Sphagnum russowii	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Lotus uliginosus	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum fallax	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.
Carex echinata	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Außerdem:										
Nr. 1: Poa trivialis 1, Scirpus sylvaticus +; Nr. 2: Carex canescens +;										
Nr. 3: Cardamine pratensis 1, Holcus mollis 1, Eriophorum angustifolium +,										
Epilobium palustre +, Galium palustre +, Ranunculus flammula 1, Veronica										
officinalis 1; Nr. 4: Pohlia nutans +; Nr. 5: Juncus filiformis 2; Nr. 6:										
Juncus conglomeratus 1, Sphagnum capillifolium 1; Nr. 8: Hypericum macu-										
latum 1, Betula pubescens juv. +, Lathyrus linifolius +.										

konnten die vom *Juncetum squarrosi* besiedelten Flächen weitgehend trockenen Fußes begangen werden, während die vom *Caricetum fuscae* eingenommenen Bereiche sehr naß waren. Offensichtlich ersetzt das *Juncetum squarrosi* die *Trientalis europaea*-Variante des Braunseggen-sumpfes an trockeneren Orten. Die mittleren pH-Werte des Torfs liegen mit 4,0 signifikant niedriger als im *Caricetum fuscae*, die mittlere Leitfähigkeit von 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist hochsignifikant niedriger.

Sphagnum palustre-Variante (Aufn. 1–6)

Diese Bestände erinnern physiognomisch stark an Kleinseggenriede. Die Mooschicht ist häufig sehr gut ausgebildet und kann 50–60% der Fläche bedecken. An ihrem Aufbau sind – neben den im gesamten *Juncetum squarrosi* hochsteten *Aulacomnium palustre* und *Polytrichum commune* – oft Torfmoose in größerem Umfang beteiligt. Im Gegensatz zu den Kleinseggen-sümpfen des Untersuchungsgebietes fehlt allerdings *Sphagnum fallax* weitgehend, an dessen Stelle die differenzierenden Arten *Sphagnum palustre* und *S. fimbriatum* treten. Die *Sphagnum palustre*-Variante stellt innerhalb des hier vorgestellten *Juncetum squarrosi* den zum *Caricetum fuscae* vermittelnden „Flügel“ feuchterer Standorte dar. Zum *Caricetum fuscae* besteht auch räumlich ein enger Kontakt. Häufig wechseln sich Borstgrasrasen und Braunseggen-sumpf (in der *Trientalis europaea*-Variante) in Abhängigkeit vom Vernässungsgrad des Bodens mosaikartig ab. Die festgestellten Torfmächtigkeiten von bis zu 40 cm deuten an, daß diese Variante auf für Borstgrasrasen recht nassen Böden vorkommt. Hinsichtlich der von PEPLER (1992) beschriebenen Faktorentypen lassen sich die Bestände dem *Pedicularis sylvatica*-Basentyp mit sehr geringen Ansprüchen an die Basenversorgung und dem *Eriophorum angustifolium*-Feuchttyp zuordnen, der auf mehr oder weniger nasse Böden beschränkt ist.

Calluna vulgaris-Variante (Aufn. 7–10)

Ganz anders als die Bestände der *Sphagnum palustre*-Variante vermittelt diese Variante keinerlei Eindruck einer Kleinseggen-Gesellschaft mehr. Die Mooschicht erreicht nur noch eine Deckung von 3–12 % und wird hauptsächlich von *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* und dem differenzierenden *Dicranum bonjeanii* aufgebaut. Die Krautschicht wird von zahlreichen gegen die *Sphagnum*-Variante differenzierenden Arten geprägt, die auf trockeneren und etwas basenreichere Bedingungen hindeuten. Arten der Kleinseggenriede treten dagegen zurück. Auffallend ist das Vorkommen der Zwergsträucher *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea* und *Calluna vulgaris*.

Mit *Pedicularis sylvatica* und *Juncus squarrosus* kommen hier auch die beiden Kennarten der Assoziation vor, die ferner als Zeiger für gestörte Bereiche gelten. Die Bestände der *Calluna vulgaris*-Variante sind ausschließlich an Wegrändern ausgebildet. Hier nehmen sie ca. 1–5 m breite und oft mehr als 20 m lange Streifen ein und stehen wieseneinwärts in Kontakt mit der *Sphagnum palustre*-Variante.

Sowohl pH-Wert (3,9–4,2) als auch elektrolytische Leitfähigkeit des Torfes (5–36 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sind sehr niedrig. Da die Wuchsorte etwas trockener sind als die der *Sphagnum*-Variante (der Grundwasserspiegel wurde beim Graben in keinem Falle erreicht), dürfte eine verbesserte Mineralisation gegeben sein. Die Torfaufgabe ist mit 12–16 cm entsprechend schwächer ausgebildet.

2.5 Diskussion

In den untersuchten großflächigen Quellsümpfen sind Kleinseggenriede, Sumpfdotterblumenwiesen, feuchte Borstgrasrasen sowie Großseggenbestände in enger räumlicher Verzahnung anzutreffen. Häufig finden sich auf einer einzigen Fläche sämtliche Gesellschaften nebeneinander, so daß Unterschiede in einer ehemaligen oder aktuellen Bewirtschaftung nicht die bestimmenden Faktoren für das jeweilige Vorkommen der Gesellschaften sein dürften. Vielmehr

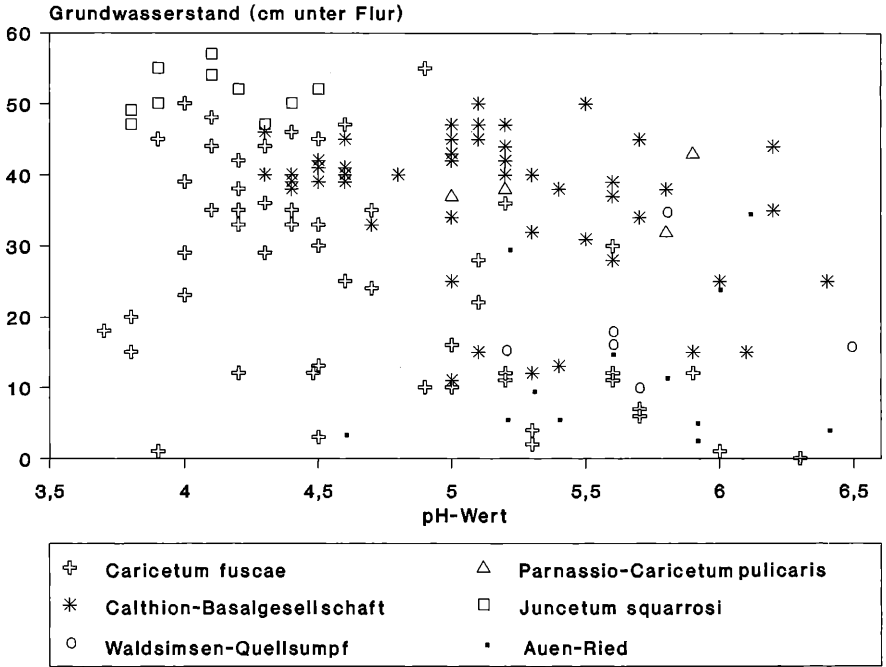


Abb. 5: Vorkommen der Pflanzengesellschaften der Quellsümpfe in Abhängigkeit von Grundwasserstand und pH-Wert des Grundwassers bzw. der wäßrigen Torflösung (zur Methodik vgl. Erläuterungen zu Abb. 1).

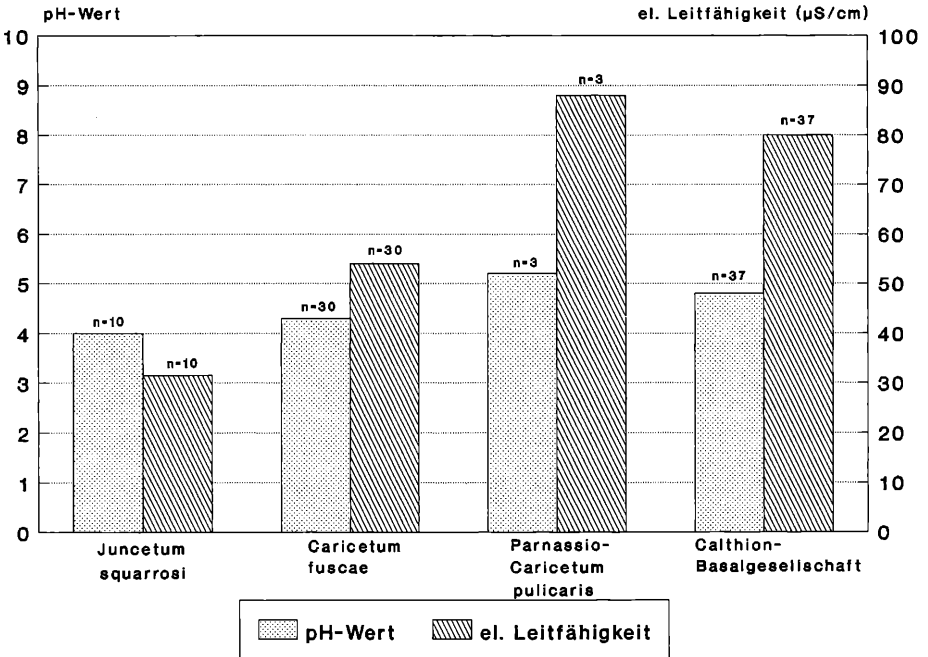


Abb. 6: Arithmetische Mittel des pH-Wertes und der elektrolytischen Leitfähigkeit der wäßrigen Torflösung von *Juncetum squarrosi*, *Caricetum fuscae*, *Parnassio-Caricetum pulicaris* und *Calthion-Basalgesellschaft*.

lassen sie sich durch letztlich geologisch bedingte standörtliche Unterschiede, in erster Linie Höhe des Grundwasserspiegels und pH-Wert von Grundwasser bzw. Substrat, erklären (vgl. Abb. 5 und 6).

Das *Caricetum fuscae* nimmt sowohl räumlich als auch ökologisch weite Bereiche der Quellsümpfe ein. Es besiedelt Torfböden mit einem pH-Wert von 3,7 bis 6,3 und einem hochsommerlichen Grundwasserstand von der Bodenoberfläche bis etwa 50 cm Tiefe. Das arithmetische Mittel von pH(Torf) beträgt 4,3, das der elektrolytischen Leitfähigkeit(Torf) 54 $\mu\text{S}/\text{cm}$; beide Werte sind signifikant höher als im *Juncetum squarrosi* und signifikant niedriger als in der *Calthion*-Basalgesellschaft. Die Bereiche mit auch im Sommer oberflächennah anstehendem Grundwasser werden bei pH-Werten unter 4,5 von der *Juncus bulbosus*-Variante, bei höheren pH-Werten in der Überschwemmungszone der Quellbäche von der *Menyanthes trifoliata*-Variante des *Caricetum fuscae* und vom Auen-Ried eingenommen. Letzteres ist an durchschnittlich noch etwas basen- und elektrolytreicheren Wuchsorten (vgl. auch Abb. 4) mit einer meist höheren Dynamik des Überschwemmungswassers ausgebildet als das *Caricetum fuscae*. Nasse, durchrieselte Hangbereiche werden bei entsprechenden pH-Werten und Leitfähigkeiten vom Waldsimen-Quellsumpf besiedelt.

Vor allem im sehr sauren Bereich (pH < 4,5) kann das *Caricetum fuscae* im Sommer mit der *Trientalis europaea*-Variante auch recht stark abtrocknende Torfe mit einem Grundwasserstand bis zu 50 cm unter Flur besiedeln. Ab einem Grundwasserstand von 45 cm wird es jedoch zunehmend vom *Juncetum squarrosi* abgelöst. Dieses zeichnet sich ferner durch sehr niedrige pH-Werte und elektrolytische Leitfähigkeiten des Torfes aus (arithmetische Mittel 4,0 bzw. 32 $\mu\text{S}/\text{cm}$; beide sind signifikant niedriger als im *Caricetum fuscae* und in der *Calthion*-Basalgesellschaft).

Mit steigendem pH-Wert (über 4,5) fehlt das *Caricetum fuscae* zunehmend auf den trockeneren Standorten und ist schließlich oberhalb von pH 5 fast nur noch an sehr nassen Stellen mit einem Grundwasserstand von weniger als 20 cm verbreitet. Stattdessen findet sich die *Calthion*-Basalgesellschaft, die bei pH-Werten um 4,5 zunächst auf recht trockene Orte (Grundwasserstand etwa 40 cm) beschränkt ist, mit weiter steigendem pH jedoch zunehmend stärker grundwasserbeeinflusste Bereiche besiedeln kann und das *Caricetum fuscae* schließlich auf die nassesten Orte zurückzudrängen scheint. Ferner fällt auf, daß die *Calthion*-Basalgesellschaft an Stellen fehlt, die vergleichbar trocken sind wie die Wuchsorte des *Juncetum squarrosi*; offenbar werden die Sumpfdotterblumenwiesen bei einem sommerlichen Grundwasserstand von mehr als 50 cm bereits von grundwasserunabhängigen Gesellschaften, vermutlich des *Polygono-Trisetion*, abgelöst. Mit einem mittleren pH(Torf) von 4,8 und einer Leitfähigkeit(Torf) von 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wird eine gegenüber *Caricetum fuscae* und *Juncetum squarrosi* deutlich verbesserte Nährstoffversorgung angedeutet. Die *Calthion*-Bestände dürften demnach ein höheres Nährstoffminimum als die o.g. Gesellschaften benötigen. Bei pH-Werten unter 4,3 scheint dieses generell nicht mehr erreichbar zu sein, bei Werten bis 5 nur in Bereichen, in denen das Grundwasser im Sommerhalbjahr längerfristig so weit absinkt, daß eine ausreichend starke Mineralisation erfolgen kann. Bei noch höheren pH-Werten scheint allein die Nährstoffversorgung durch das Grundwasser auszureichen, und es können auch dauernd vernäste Orte besiedelt werden. Da sich *Caricetum fuscae* und *Calthion*-Basalgesellschaft immer in engstem Kontakt zueinander finden, kann der die beiden Gesellschaften trennende Faktor hier nicht eine eventuelle Düngung sein, mit der das Vorkommen von *Calthion*-Gesellschaften häufig verbunden wird (z.B. ELLENBERG 1986, OBERDORFER 1993). Vielmehr nehmen die Bestände im Untersuchungsgebiet natürlicherweise besser nährstoffversorgte Bereiche ein und drängen die konkurrenzschwächeren Kleinseggenriede auf die ärmeren Standorte zurück.

Eine besondere Rolle spielt in diesem Zusammenhang das *Parnassio-Caricetum pulicaris*, dessen mittlerer pH(Torf) mit 5,2 und mittlere Leitfähigkeit(Torf) mit 88 $\mu\text{S}/\text{cm}$ noch höher liegen als in der *Calthion*-Basalgesellschaft. Daß der Flohseggensumpf auf basenreichere Standorte beschränkt ist, entspricht den Erwartungen. Die hohe Leitfähigkeit könnte möglicherweise allein im Basen- und nicht in einem Nährstoffreichtum begründet sein. Erstaunlich ist jedoch, daß die Wuchsorte hinsichtlich des Grundwasserstandes mitten im Spektrum der *Calthion*-Basalgesellschaft liegen, zumal das *Caricetum fuscae* in dem entsprechenden pH-Bere-

reich bereits fast vollständig auf sehr nasse Orte beschränkt ist. Da nur vier Bestände des Flohseggenumpfes gefunden wurden, kann der Zufall hier sicher nicht ausgeschlossen werden; andere Erklärungsmöglichkeiten können aufgrund des Fehlens weitergehender Messungen nur rein spekulativ bleiben und sollen an dieser Stelle deswegen nicht weiter verfolgt werden.

Transektuntersuchung

1. Zonierung der Vegetation und ihrer Standortfaktoren

Das 95 m lange Transekt in den Radebachwiesen verläuft einheitlich über Tonschiefer, auf dem sich Moorgley-Böden mit einer Torfmächtigkeit von meist 11–15 cm, örtlich bis 23 cm gebildet haben; es berührt vier der beschriebenen Pflanzengesellschaften. In Abb. 7 wird die Zonierung der Vegetation und die Verbreitung der wichtigsten Arten gezeigt. Die Messung von Grundwasserstand sowie pH-Wert und Leitfähigkeit des Wassers erfolgte an insgesamt 12 Tagen im Zeitraum von Anfang Juni 1994 bis Ende April 1995. Besonderes Interesse gilt der Frage, ob die verschiedenen Pflanzengesellschaften der Radebachwiesen durch jeweils charakteristische Jahresgänge bestimmter Parameter gekennzeichnet sind. In diese Betrachtungen werden auch die Meßrohre 18–20 einbezogen, die sich wenige Meter vom Transekt entfernt befinden.

Die Periodik des Grundwasserspiegels ist erwartungsgemäß in allen Meßrohren gleich. Der tiefste Stand wurde jeweils Anfang August, das Maximum in fast allen Fällen Ende Februar festgestellt. Die Schwankungsbreite ist dagegen sehr unterschiedlich und kann ein Kriterium für die standörtliche Differenzierung der Gesellschaften darstellen (s.u.). Die Leitfähigkeit zeigt typischerweise eine deutliche Abhängigkeit vom Grundwasserstand: Je tiefer dieser sinkt, umso stärker nimmt die Leitfähigkeit – oft schwach zeitlich versetzt – zu. GIES (1972) und HÖLZER (1977) beschreiben Konzentrationserhöhungen verschiedener Elektrolyte mit sinkenden Wasserständen in Hochmooren. Nach Regenfällen stellten sie dagegen abnehmende Konzentrationen fest. In der vorliegenden Transektuntersuchung wurden zwar keine Vergleichsmessungen unmittelbar vor bzw. nach starken Regenfällen vorgenommen, der beschriebene Verdünnungseffekt von Regenfällen dürfte aber dennoch auch hier zutreffen. Die höchsten Leitfähigkeiten wurden dementsprechend nach wochenlangem Ausbleiben von Niederschlägen im Hochsommer ermittelt. Die pH-Werte zeigen in den unterschiedlichen Gesellschaften keine vergleichbare Periodik.

Caricetum fuscae (Abb. 8)

In den Beständen des *Caricetum fuscae* zeigen Grundwasserstand, pH-Wert und Leitfähigkeit von allen untersuchten Gesellschaften des Transektes die ausgeglichene Jahresgänge. Das Grundwasser steht in den meisten Fällen die längste Zeit des Jahres 0–10 cm unter der Bodenoberfläche an. Im Sommer sinkt es nur kurzfristig und selten weiter als bis 30 cm Tiefe ab. Die Leitfähigkeit steigt zwar mit sinkendem Grundwasserstand im Sommer etwas an, hat aber meistens eine ganzjährige Schwankungsbreite von weniger als 100 µS/cm. Der Jahresgang der pH-Werte ist uneinheitlich. In der *Stellaria alsine*-Ausbildung der *Lotus uliginosus*-Variante werden die höchsten Werte Mitte Juli, die tiefsten Werte im Spätsommer oder Herbst erreicht. Insgesamt sind die Schwankungen allerdings sehr gering und dürften ökologisch wenig bedeutsam sein. Die pH-Werte der Typischen Ausbildung sind unregelmäßigen Änderungen unterworfen. In der Typischen- und in der *Trientalis europaea*-Variante steigen die pH-Werte von Juni bis zum Winter sukzessive an und erreichen ihr Maximum außerhalb der Vegetationsperiode. HÖLZER (1977) stellt im Hochmoor ein Absinken der pH-Werte in Phasen hoher Niederschläge fest. Als Ursache vermutet er nach Regenfällen eine H⁺-Ionen-Freisetzung aus den Sphagnum. Demnach sollte in den Radebachwiesen eher ein gegenläufiges Verhalten, nämlich das Absinken der pH-Werte im niederschlagsreichen Winterhalbjahr zu erwarten sein.

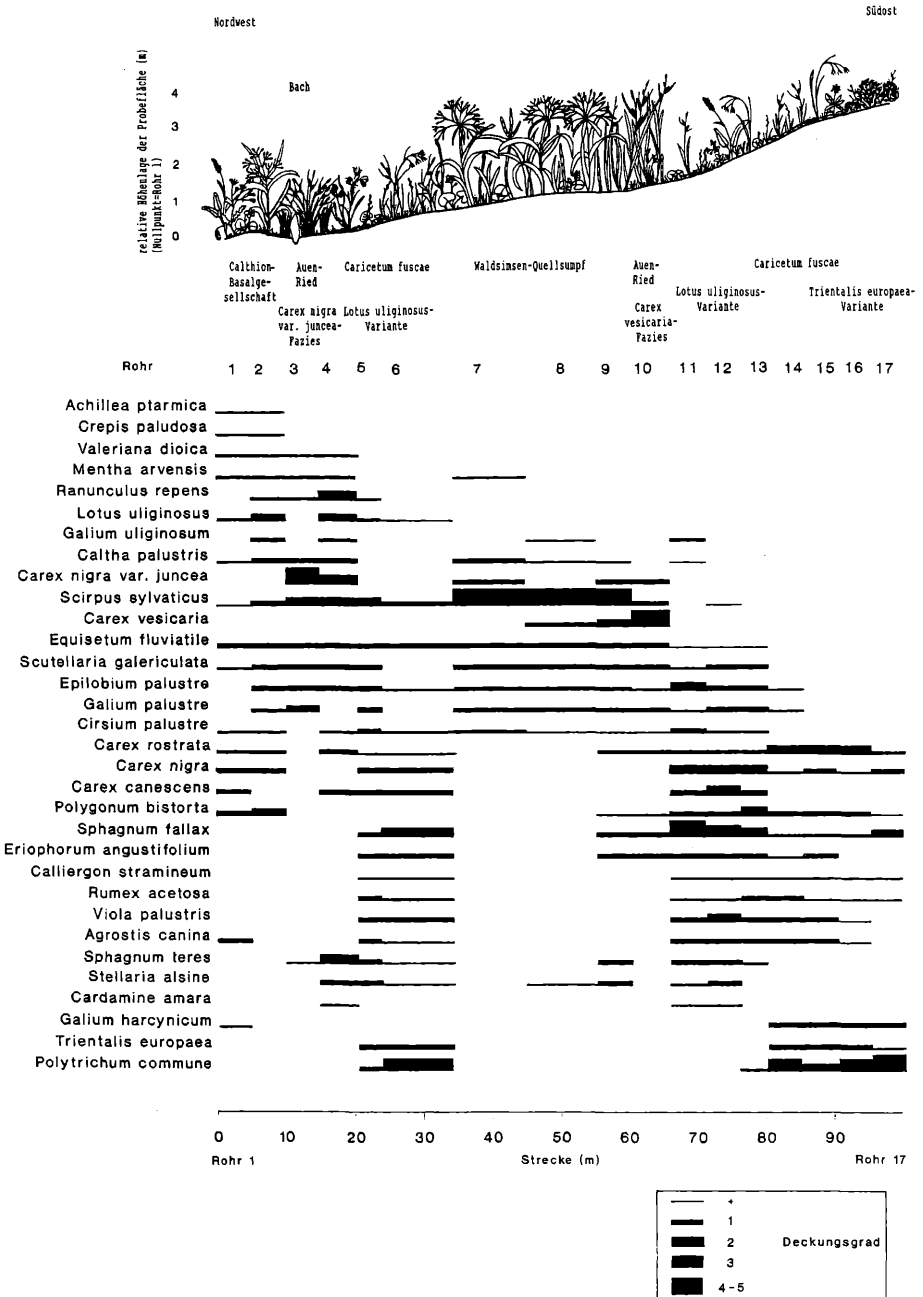


Abb. 7: Zonierung der Vegetation und Verbreitung der wichtigsten Arten entlang des Transektes in den Radebachwiesen.

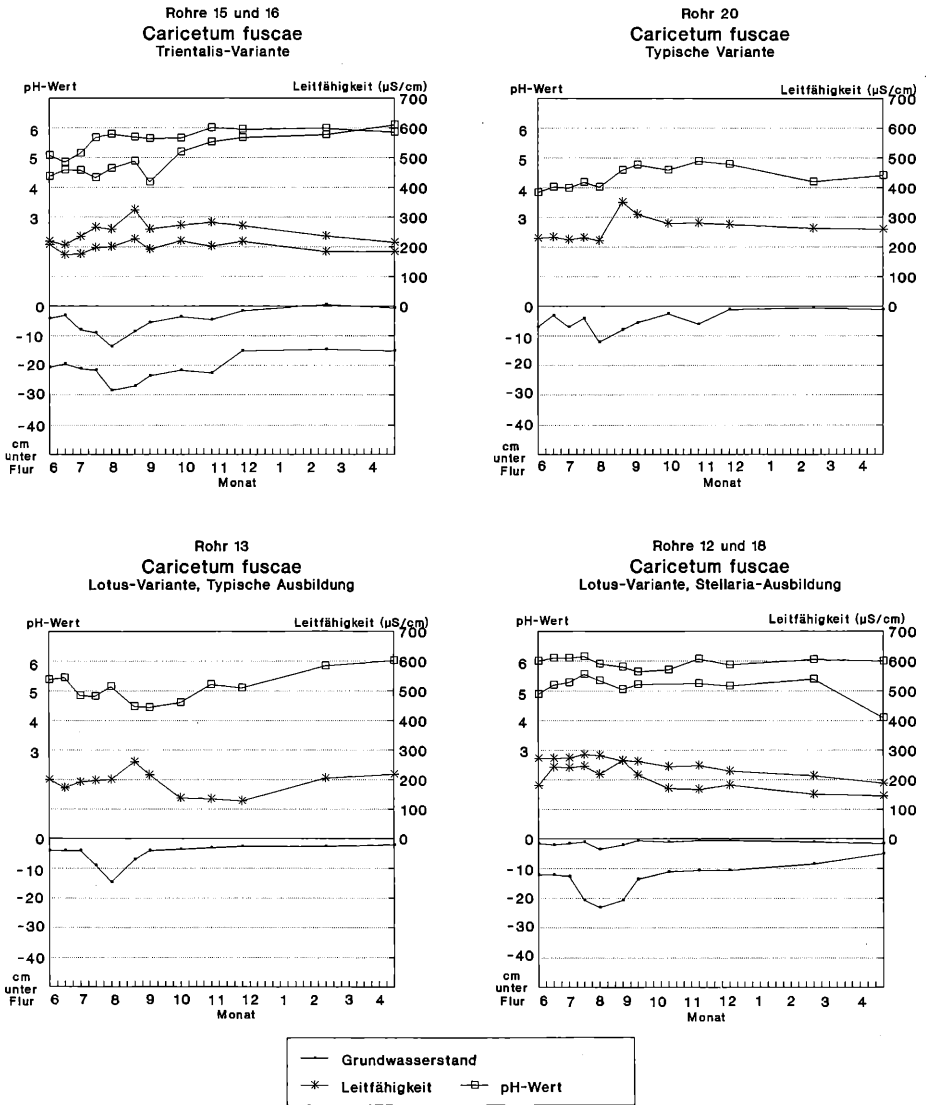


Abb. 8: Jahrgang von Grundwasserstand, pH-Wert und Leitfähigkeit in den verschiedenen Varianten und Ausbildungen des *Caricetum fuscae*.

GIES (1972) betont, daß sich in den Mooren der Rhön keine Hinweise auf eine Periodizität der pH-Schwankungen ergeben. Die Änderungen des pH-Wertes scheinen danach eher auf den jeweils aktuellen Witterungsbedingungen zu beruhen.

Die Ausbildung der verschiedenen Untereinheiten des *Caricetum fuscae* kann durch die jeweiligen Jahresgänge der untersuchten ökologischen Parameter erklärt werden. Die *Lotus uliginosus*-Variante ist während der Vegetationsperiode durch die höchsten pH-Werte (meist über 5, gelegentlich auch über 6) gekennzeichnet. Die *Stellaria alsine*-Ausbildung tritt auf, wenn die Schwankungsbreite aller gemessenen Parameter sehr gering ist. In Rohr 18 wird die stärkste, für Quellen typische Ausgeglichenheit erreicht. Dagegen ist die Typische Ausbildung der *Lotus-Variante* durch stärkere pH- und Leitfähigkeitsschwankungen (bei einem sehr

gleichmäßig hohen Grundwasserstand) ausgezeichnet. Die Typische Variante tritt in Bereichen mit während der Vegetationsperiode sehr saurem Grundwasser (pH etwa 4) auf. Das Grundwasser steht hier ganzjährig hoch an. Die *Trientalis europaea*-Variante ist entweder bei ganzjährig etwas tieferen Grundwasserständen, jedoch recht hohen pH-Werten, oder aber bei niedrigen pH-Werten in der Vegetationsperiode bei hohem Grundwasserstand verbreitet. In beiden Fällen scheint auch die Beschattung ein wesentlicher Faktor zu sein, der die Bestände von der Typischen Variante unterscheidet.

Calthion-Basalgesellschaft (Abb. 9 links)

In den Beständen der *Calthion*-Basalgesellschaft schwanken alle gemessenen Parameter im Jahresverlauf recht stark. Das Grundwasser sank im Sommer 1994 bis auf 42 cm ab und stand zwei Monate lang tiefer als 25 cm. In den Wintermonaten erfolgt dagegen eine zeitweilige Überstauung. Die Leitfähigkeit steigt im Sommer – etwas zeitlich versetzt zum fallenden Grundwasserspiegel – deutlich an. Gleichzeitig sinkt der pH-Wert um mehr als eine Einheit ab. Die geringsten H⁺-Ionen-Konzentrationen wurden von Juni bis Mitte Juli gemessen.

Beim Vergleich der Standorte des *Calthion* und des *Caricion fuscae* im Unterharz wurden bereits Unterschiede im sommerlichen Fallen des Grundwasserstandes als trennende Faktoren vermutet. Diese Annahme wird durch die ermittelten Jahresgänge untermauert. FLINTROP (1994) dokumentiert entlang eines nur 5 m langen Transektes am Hohen Meißner (Nordosthessen) die ebenso kleinräumigen wie deutlichen Unterschiede im Grundwasserhaushalt zwischen Beständen des *Calthion* und des *Caricion davallianae*. Er stellt im *Caricetum davallianae* einen ganzjährig ausgeglichenen Grundwasserspiegel zwischen 0 und 20 cm, im *Angelicocirsietum oleracei* dagegen Minimalwerte bis über 50 cm Tiefe fest. Ob oder inwieweit die in den eigenen Meßreihen festgestellten Jahresgänge von pH-Wert und Leitfähigkeit eine direkte Folge des sich ändernden Grundwasserstandes sind, kann hier nicht sicher gesagt werden. Fest steht jedoch, daß in den beprobten Flächen ein ausgeglichener Grundwasserhaushalt meist mit ebensolchen Elektrolytgehalten verbunden ist, während bei einem stärkeren Steigen oder

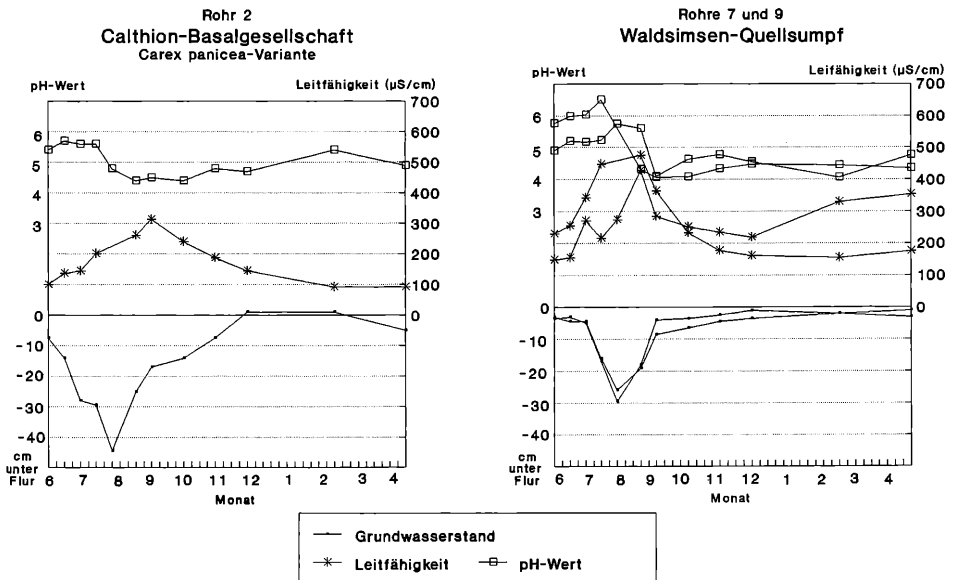


Abb. 9: Jahresgang von Grundwasserstand, pH-Wert und Leitfähigkeit in der *Calthion*-Basalgesellschaft und im Waldsimsen-Quellsumpf.

Sinken des Grundwasserspiegels stets deutliche Änderungen von pH-Wert und Leitfähigkeit auftreten (vgl. Abb. 10 links).

Waldsimsen-Quellsumpf (Abb. 9 rechts)

Der Grundwasserhaushalt des Waldsimsen-Quellsumpfes steht in seiner Schwankungsbreite zwischen *Caricetum fuscae* und *Calthion*-Basalgesellschaft. Im Hochsommer werden Minima von 25–30 cm erreicht, während das Wasser im Winterhalbjahr nur wenige cm unter der Bodenoberfläche ansteht. Die pH-Werte erreichen ihre Maxima von 5,8–6,5 im Hochsommer und sinken zum Herbst hin um 1,5 bis fast 2,5 Einheiten ab. Während des Winterhalbjahres bewegen sie sich einheitlich im Bereich zwischen 4 und 5. Im Spätsommer erreicht die Leitfähigkeit ihre Maximalwerte und sinkt zum Winter hin ab. Während die Elektrolytgehalte in Rohren 7 den gesamten Winter über konstant niedrig bleiben, steigen sie in Rohr 9 (ebenso wie im benachbarten Rohr 10 des Auen-Riedes, vgl. Abb. 10) von der Jahreswende bis zum Frühjahr wieder deutlich an. Vom *Caricetum fuscae*, das bei dem hier festgestellten Jahresgang des Grundwassers durchaus zu finden sein könnte, unterscheidet sich der Waldsimsen-Quellsumpf offenbar durch eine größere Toleranz gegenüber stärker schwankenden pH-Werten und der Konzentration sonstiger Elektrolyte. Inwieweit es sich möglicherweise auch um einen Bracheffekt handelt und *Scirpus sylvaticus* noch in Ausbreitung begriffen ist, müsste durch längerfristige Beobachtungen geklärt werden.

Auen-Ried (Abb. 10)

Die Grundwasserganglinie der *Carex nigra* var. *juncea*-Fazies des Auen-Riedes ist der der *Calthion*-Basalgesellschaft recht ähnlich. Daneben ist die Dynamik des Hochwassers im Auen-Ried weitaus stärker. Auch pH-Wert (Minimum im frühen Herbst) und Leitfähigkeit (Minimum im Winter) verhalten sich in der Tendenz ähnlich wie im *Calthion*, zeigen jedoch eine weitaus extremere Schwankungsbreite. Der pH-Wert schwankt um insgesamt zwei Einheiten, die Leitfähigkeit ist im Spätsommer gegenüber dem Winterhalbjahr um den Faktor 6 erhöht. In der *Carex vesicaria*-Fazies sinkt der Grundwasserspiegel weniger stark ab. Der pH-Wert

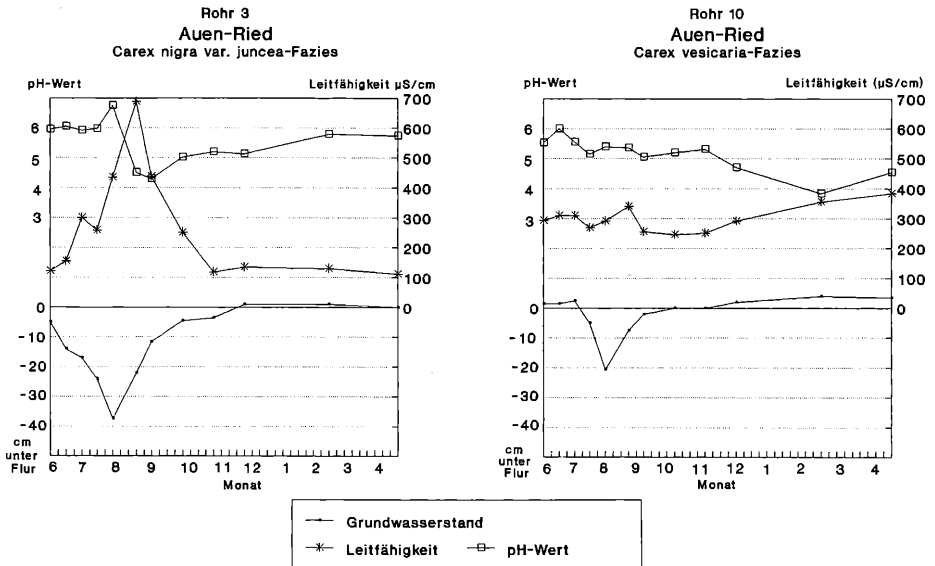


Abb. 10: Jahresgang von Grundwasserstand, pH-Wert und Leitfähigkeit in den verschiedenen Fazies des Auen-Riedes.

schwankt gleichfalls um etwa zwei Einheiten, erreicht aber erst im Winter seine Minima. Parallel hierzu steigt die Leitfähigkeit an. Der das Auen-Ried bedingende Standortfaktor dürfte die langfristige Überflutung sein. Die Jahressgänge der Elektrolytkonzentration zeigen in den unterschiedlichen Fazies keine Gemeinsamkeiten.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich Herrn Prof. Dr. Hartmut Dierschke (Göttingen). Herzlichen Dank schulde ich ferner Dipl.-Forstw. Hartmut Tiedt (Göttingen) für die Hilfe beim Eingraben der Meßrohre und Dipl.-Ing. Christian Fischer (Großenkneten) für die langfristige Leihgabe der Meßelektroden. Danken möchte ich schließlich auch Herrn Dr. Ludwig Meinunger (Ludwigsstadt) für die Nachbestimmung einiger kritischer Moosspitzen.

Literatur

- BAUMANN, K. (1995): Vegetation waldfreier Quellsümpfe in Teilbereichen des Unterharzes (Sachsen-Anhalt). – Diplomarbeit Syst.-Geobot. Inst. Univ. Göttingen: 140 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. neu bearb. Aufl. – Springer, Berlin, Wien, New York: 865 S.
- BRUELHEIDE, H. (1995): Die Grünlandgesellschaften des Harzes und ihre Standortsbedingungen. Mit einem Beitrag zum Gliederungsprinzip auf der Basis von statistisch ermittelten Artengruppen. – Diss. Bot. 244: 1–338. Berlin, Stuttgart.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1964): Klima-Atlas von Niedersachsen. – Offenbach.
- DIERSCHKE, H. (1990): Syntaxonomische Gliederung des Wirtschaftsgrünlandes und verwandter Pflanzengesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea) in Westdeutschland. – Ber. Reinhold Tüxen-Ges. 2: 83–89. Hannover.
- , VOGEL, A. (1981): Wiesen- und Magerrasengesellschaften des Westharzes. – Tuexenia 1: 139–183. Göttingen.
- DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. – Conservatoire et Jardin botaniques. Genf.
- EHRENDORFER, F. (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. – Gustav Fischer. Stuttgart: 318 S.
- ELLENBERG, H. (1986): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 4. Aufl. – Ulmer. Stuttgart: 989 S.
- (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobot. 18: 9–166. Göttingen.
- ELLWANGER, G. (1995): Die Vegetation der Moore des Brockens. – Diplomarbeit Syst.-Geobot. Inst. Univ. Göttingen: 126 S.
- FLINTROP, T. (1994): Ökologische Charakterisierung des Caricetum davallianae durch Grundwasserstands- und pH-Messungen. – Ber. Reinhold Tüxen-Ges. 6: 83–100. Hannover.
- FRAHM, J.P., FREY, W. (1983): Moosflora. – Ulmer. Stuttgart: 522 S.
- GARVE, E. (1994): Atlas der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – Natursch. Landschaftspf. Niedersachsen 30 (1–2): 1–897. Hannover.
- GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. – Diss. Bot. 20: 1–173. Lehre.
- GLÄSSER, R. (1994): Das Klima des Harzes. – Kovac. Hamburg: 341 S.
- HAEUPLER, H. (1970): Vorschläge zur Abgrenzung der Höhenstufen der Vegetation im Rahmen der Mitteleuropa-Kartierung. – Göttinger Flor. Rundbr. 4 (3/4): 54–62. Göttingen.
- HARM, S. (1988): Feuchtgrünland-Gesellschaften des Südwestharzes. – Diplomarbeit Syst.-Geobot. Inst. Univ. Göttingen: 121 S.
- HERDAM, H. (1993): Neue Flora von Halberstadt. Farn- und Blütenpflanzen des Nordharzes und seines Vorlandes (Sachsen-Anhalt). – Botanischer Arbeitskreis Nordharz e.V. Quedlinburg: 385 S.
- HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. – Diss. Bot. 36: 1–189. Vaduz.
- (1984): Chemische Wasseranalyse in Moorbwasser und ihre Problematik. – Libellula 3 (1/2): 1–9. Bonn.

- HÖVERMANN, J. (1959): Harz. – In: MEYNEN, E. SCHMITHÜSEN, J. (Hrsg.) (1953–1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands 1: 601–608. – Bundesanstalt Landesk. Raumforsch. Bonn-Bad Godesberg.
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. – Pflanzensoziologie 14: 1–284. Jena.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. – Parey. Berlin, Hamburg: 384 S.
- NIEMANN, E. (1963): Beziehungen zwischen Vegetation und Grundwasser. Ein Beitrag zur Präzisierung des ökologischen Zeigerwertes von Pflanzen und Pflanzengesellschaften. – Archiv Natursh. Landschaftsf. 3 (1): 3–36. Berlin.
- NOWAK, B. (1992): Beiträge zur Kenntnis der Vegetation des Gladenbacher Berglands II. Die Wiesengesellschaften der Klasse Molinio-Arrhenatheretea. – Bot. Natursh. Hessen 6: 5–71. Frankfurt/Main.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. 3. Auflage. – Gustav Fischer. Jena, Stuttgart, New York: 314 S.
- (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. 3. Auflage. – Gustav Fischer. Jena, Stuttgart, New York: 455 S.
- (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7. Aufl. – Ulmer. Stuttgart: 1050 S.
- PEPPLER, C. (1988): TAB – Ein Computerprogramm für die Pflanzensoziologische Tabellenarbeit. – Tuexenia 8: 393–406. Göttingen.
- (1992): Die Borstgrasrasen (Nardetalia) Westdeutschlands. – Diss. Bot. 193: 1–404. Berlin, Stuttgart.
- PHILIPPI, G. (1963): Zur Gliederung der Flachmoorgesellschaften des Südschwarzwaldes und der Hochvogesen. – Beitr. naturkd. Forsch. Süd.-Dtl. 22 (2): 113–135. Karlsruhe.
- RIECKEN, U., RIES, U., SSYMANK, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. – Schriftenr. Landschaftspf. Naturschutz 41: 1–184. – Bonn.
- SCHRÖDER H., FIEDLER, H.J. (1975): Nährstoffgehalt und Trophiegliederung waldbildender Grundgesteine des Harzes. – Hercynia 12 (1): 40–57. Leipzig.
- SJÖRS, H. (1950): On the relation between vegetation and electrolytes in North Swedish mire waters. – Oikos 2: 241–258. Kopenhagen.
- SPÖNEMANN, J. (1970): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 100 Halberstadt. Geographische Landesaufnahme 1:200000. – Bundesanst. Landesk. Raumforsch. Bonn-Bad-Godesberg.
- SUCCOW, M. (1974): Vorschlag einer systematischen Neugliederung der mineralbodenwasserbeeinflußten wachsenden Moorvegetation Mitteleuropas unter Ausklammerung des Gebirgsraumes. – Feddes Repert. 85 1/2: 57–113. Berlin.
- WEGENER, U. (1969): Das Sumpf-Blutauge (*Comarum palustre*) im Harz (DDR). – Naturkundl. Jahresber. Museum Heineanum Halberstadt 4: 11–20.

Dipl.-Biol. Kathrin Baumann
Systematisch-Geobotanisches Institut
der Universität Göttingen
Abteilung für Vegetationskunde
Untere Karspüle 2
37073 Göttingen

