

## Kapitel 16

# Vegetation der Waldquellfluren im Fichtelgebirge

Volker Audorff, Walter Durka und Carl Beierkuhnlein

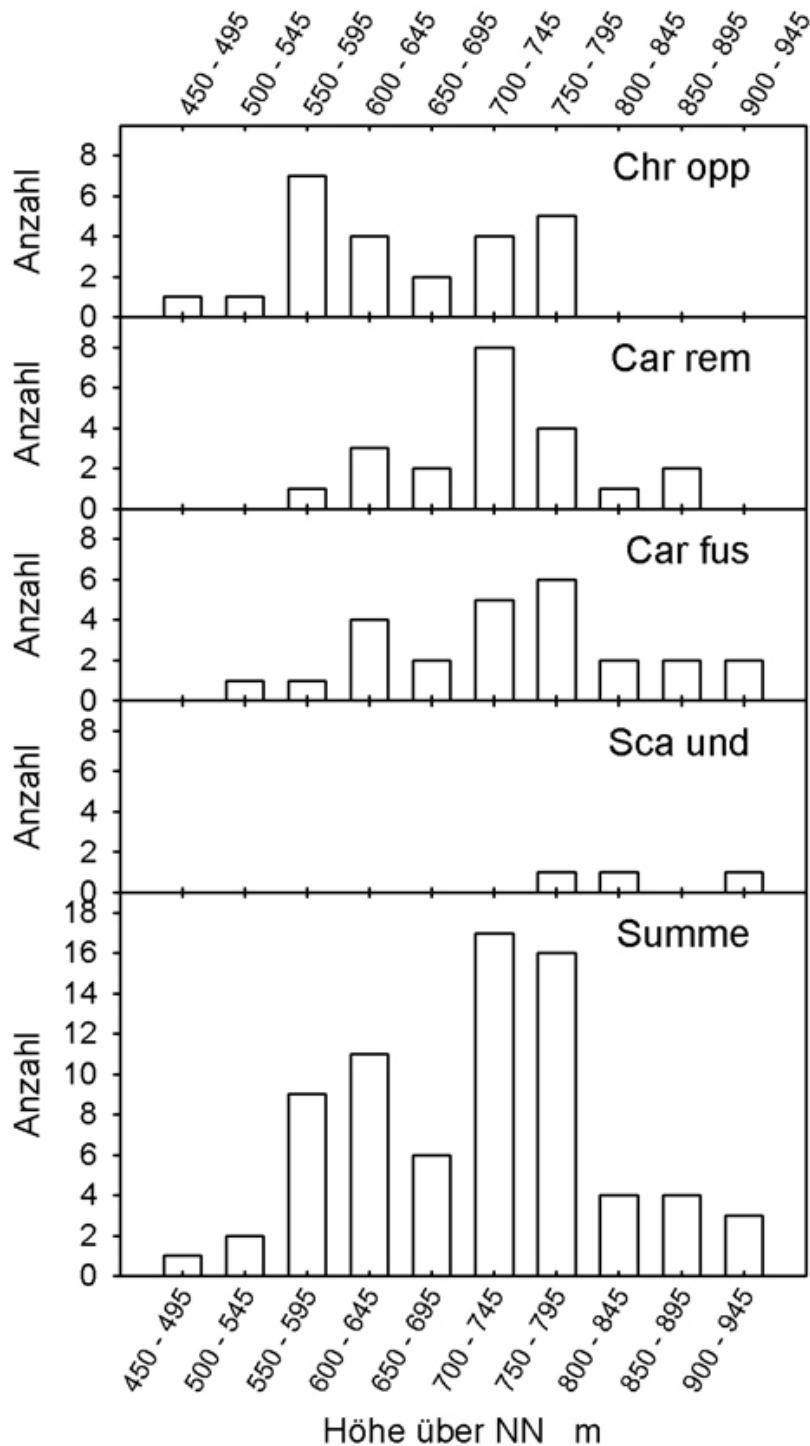
### 1. Einleitung

Das Fichtelgebirge zeichnet sich im Vergleich der Mittelgebirge durch seinen hufeisenförmig geschwungenen Höhenrücken aus, welcher von Fichtenforsten dominiert wird. Die alte Bezeichnung Fichtelberg bezog sich jedoch auf die höchsten Erhebungen, an welchen die Fichte natürlicherweise eine gewichtige Rolle im Bestandaufbau gespielt haben dürfte. Das Fichtelgebirge zeigt in sich eine Gliederung in atlantisch getönte Westabdachung, Hohes Fichtelgebirge und kontinental geprägte Selb-Wunsiedler Hochfläche im Osten. Das Anstehende wird vor allem von Graniten unterschiedlicher Ausbildung gestellt, zu welchen sich in den Randlagen Phyllite sowie im zentralen Bereich Marmor und weitere metamorphe Gesteine gesellen. In hochgelegenen Senken bildeten sich Moore, welche durchaus mehrere Meter mächtige Torfkörper ausbilden konnten. Die Bodenbildung auf Granit führt in der Regel zu podsolierten Böden (Braunerde-Podsole), doch sind reine Podsole selten. Auf metamorphen Metamorphitgesteinen sind auch Braunerden verschiedener Ausprägung zu finden. In unteren Hanglagen sind Übergänge zu pseudovergleyten Braunerden und (Hang-)Pseudogleyen ausgebildet (SCHILLING & SPIES 1991).

Aufgrund der hohen Niederschläge - sie übersteigen 1200 mm in den Gipfellagen - ist das Gebiet reich an Quellaustritten. Bis zu 20 % der Niederschläge fallen als Schnee, der lange liegen bleiben kann, sodass mit ausgeprägten Schneeschmelzsituationen im Frühjahr zu rechnen ist. Der Grundwassertransport erfolgt neben den pleistozänen Deckschichten und dem Kluftwasseraquifer auch in den mächtigen Lagen aus Granitgrusersatz. Einzugsgebiete sind nicht immer klar abgrenzbar. Wo dichte Fließerdeabdeckungen über wenig verwittertem Gestein liegen, wie in den Hochlagen am Ochsenkopf oder Schneeberg, werden Quellen fast ausschließlich aus dem oberflächennah transportiertem Hangzugwasser (Interflow) gespeist. Erfolgt der Wassertransport, wie in den mittleren Höhenlagen, vor allem im tiefgründig verwitterten Granitersatz (LISCHEID et al. 1995, LANGE et al. 1995), der einen Porengrundwasserleiter mit vergleichsweise hohem Speichervolumen verkörpert, so unterliegen die austretenden Quellen geringen jahreszeitlichen Schwankungen (STETTNER 1958). Bilden jedoch Phyllite oder Glimmerschiefer das Anstehende, ist die Speicherkapazität der Verwitterungszone sehr viel geringer.

Im Fichtelgebirge ist vor allem der montane Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*) die potenziell natürliche Vegetation. Es bleibt umstritten, ob der Bergfichtenwald (*Calamagrostio villosae-Piceetum*) sich auf edaphische (Rand der Blockmeere) und klimatische Sonderstandorte (Kaltluftsenken) beschränkt oder auch in den Gipfellagen über 950 m auftreten würde (BEIERKUHNLEIN et al. 1991). Im Gebiet der Selb-Wunsiedler Hochfläche stellen ebenfalls

Tannen-Buchenwaldgesellschaften (*Luzulo-Fagetum*, *Galio odorati-Fagetum* und *Vaccinio-Abietetum*) die potenziell natürliche Vegetation. Als Folge des kontinentaler geprägten Klimas spielt dort die Kiefer, auch für die Forstwirtschaft, eine größere Rolle. Real vorherrschend sind heute im gesamten Fichtelgebirge Drahtschmielen-Fichtenforste, in den Hochlagen auch Reitgras-Fichtenforste (REIF & LEONHARDT 1991).



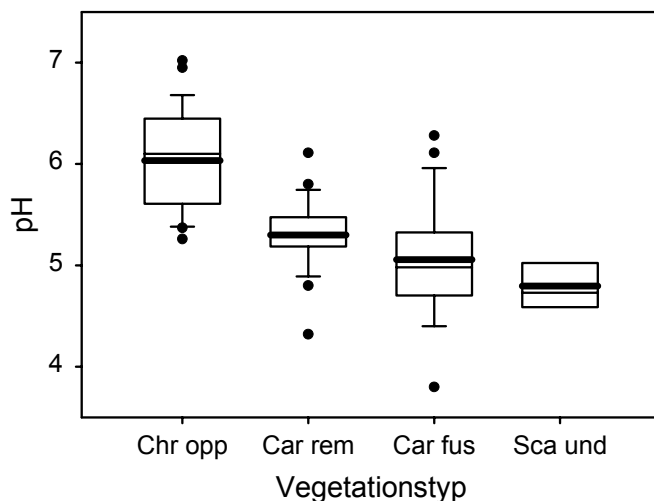
**Abb. 16.1:** Höhenverteilung der Vegetationsaufnahmen von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. Dargestellt sind die häufigsten Vegetationstypen: *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

## 2. Die Vegetationseinheiten

### 2.1. *Chrysosplenietum oppositifolii*

Die Vegetationsaufnahmen der Bestände dieser Assoziation sind, wie die Aufnahmen der folgenden Vegetationstypen, in Tabellen bei DURKA (1994) und bei AUDORFF (1997) dokumentiert.

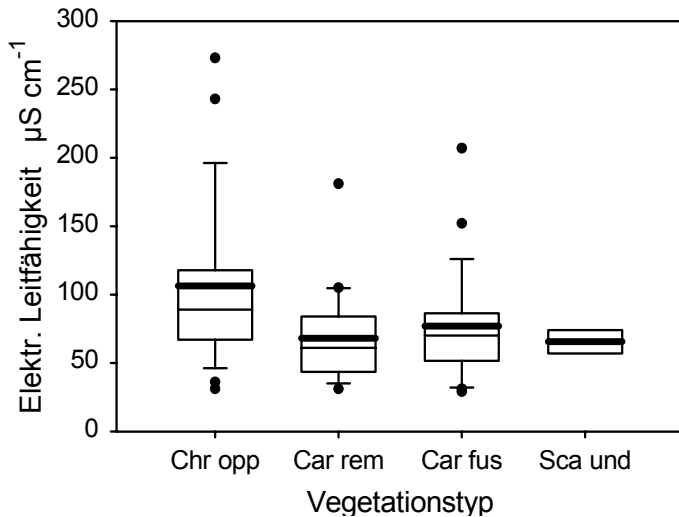
24 Quellen wurden dem *Chrysosplenietum* zugeordnet. Die Milzkrautflur ist im Fichtelgebirge auf die tieferen Lagen unter 800 m ü.NN beschränkt (490 bis 770 m ü.NN) (Abb. 16.1). DURKA (1994) findet im Fichtelgebirge neben einer der Subassoziation *typicum* vor allem Bestände die der Subassoziation *cardaminetosum* zugeordnet werden müssen. Das *Chrysosplenietum* zeigt relativ hohe pH-Werte an (Abb. 16.2). Die Leitfähigkeit (Abb. 16.3) ist, bedingt durch hohe Sulfat- (Abb. 16.4) und Calcium- (Abb. 16.6) sowie Magnesium-Gehalte (Abb. 16.8), vergleichsweise hoch, wobei die Nitratwerte unter jenen des *Caricetum* verbleiben (Abb. 16.5). Beim Kalium zeigen sich keine differenzierenden Besonderheiten (Abb. 16.7). Allerdings ist gut zu erkennen, wie deutlich sich die Aluminium-Werte unter jenen der unten beschriebenen Gesellschaften bewegen (Abb. 16.9).



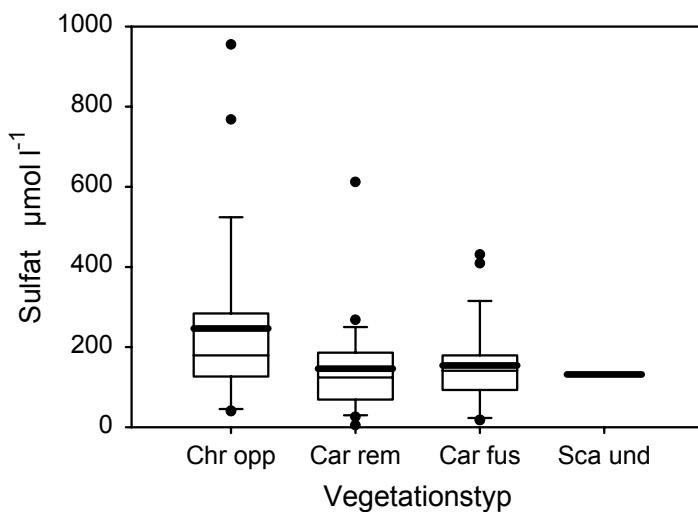
**Abb. 16.2:**

Verteilung der ermittelten pH-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3) (Erläuterung der Box-Whisker-Plots: dicke Linie = arithmetisches Mittel, dünne Linie = Median, Box = 50 %, Whisker = 90 %, Punkte = Ausreißer)

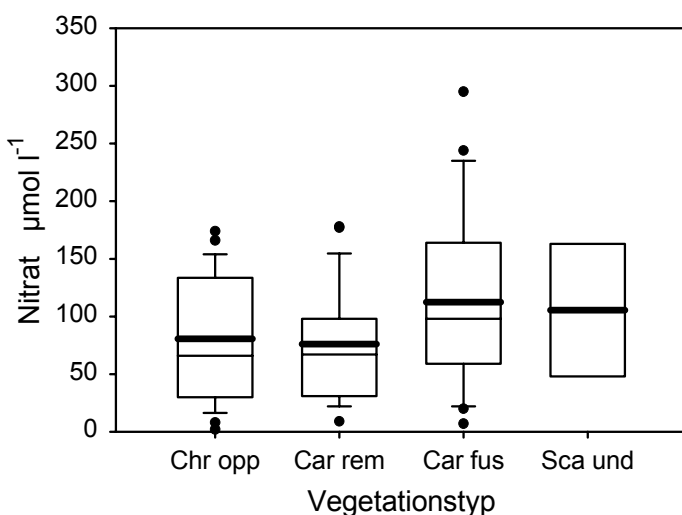
Auch im Fichtelgebirge tritt innerhalb der Subassoziation *cardaminetosum* neben einer typischen Variante eine Variante mit *Sphagnum fallax* (Stetigkeit IV) klar hervor. Dies unterstützt die Forderung nach einer eigenständigen Behandlung solcher torfmoosreicher Bestände als eigene Subassoziation *sphagnetosum* im Sinne von SCHLÜTER (1966). Die Quellfluren, in welchen neben *Chrysosplenium oppositifolium* auch *Sphagnum fallax* auftritt, haben bereits tendenziell geringere pH-Werte (5,3 bis 6,1) als die reinen *Chrysosplenium*-Fluren (5,4 bis 7,0) und sind im Mittel etwas höher gelegen (675 m ü.NN im Vergleich zu 633 m ü.NN). Wie auch im Frankenwald (Kapitel 13 in diesem Band) sind die Bestände dieser Quellfluren ebenfalls, mit im Durchschnitt 24 Arten, sehr divers. Auch dies ist ein Hinweis auf eine sich eventuell vollziehende Ablösung zweier Gesellschaften bei noch ausreichendem Ressourcenangebot für Arten der verschiedenen Gesellschaften. HINTERLANG (1992) fasst diese Ausprägung als Übergangsgesellschaft am Rand des Areals von *Chrysosplenium oppositifolium* auf, welche zu den vikariierenden Gesellschaften Osteuropas vermittelt (DURKA 1994).

**Abb. 16.3:**

Verteilung der ermittelten Werte der elektrischen Leitfähigkeit für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

**Abb. 16.4:**

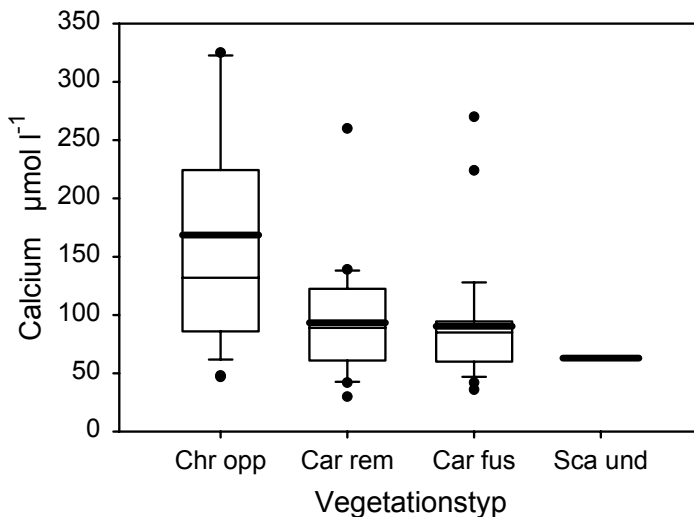
Verteilung der ermittelten Sulfat-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

**Abb. 16.5:**

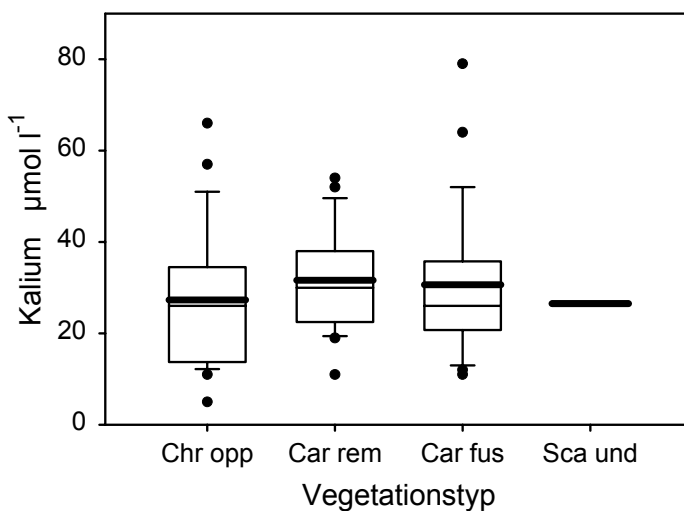
Verteilung der ermittelten Nitrat-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

In der Subassoziation *typicum* fehlen *Cardamine amara* und *Chrysosplenium alternifolium*. Die Gesellschaft ist einschichtig und vom Gegenblättrigen Milzkraut völlig beherrscht. Höherwüchsige Arten (s.a. BEIERKUHNLEIN & GRÄSLE in diesem Band) fehlen. Die mittlere Artenzahl ist mit 11 Arten sehr gering. Reicher sind die Bestände der Subassoziation *cardaminetosum*, welche an besser lichtversorgten und auch an Quellen mit besserer

Nährstoffversorgung in Erscheinung tritt. Sie ist allerdings auch klimatisch begünstigt, denn sie ist selten oberhalb von 600 m ü.NN anzutreffen. Damit geht einher, dass sie sich vorwiegend auf Phyllit entwickelt und daher eine bessere Basenversorgung aufweist. Zu dieser Subassoziation sind neben Beständen mit *Chaerophyllum hirsutum* und mit *Impatiens noli-tangere* u.a. auch Quellfluren mit *Urtica dioica* zu stellen. Es bildet sich im Sommerhalbjahr eine zweite, obere Krautschicht mit Hochstaudencharakter aus. Aufgrund der geringen Aufnahmezahl im Fichtelgebirge lassen sich aber differenziertere Untergliederungen allein auf der Grundlage dieses Datensatzes nicht rechtfertigen.

**Abb. 16.6:**

Verteilung der ermittelten Calcium-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

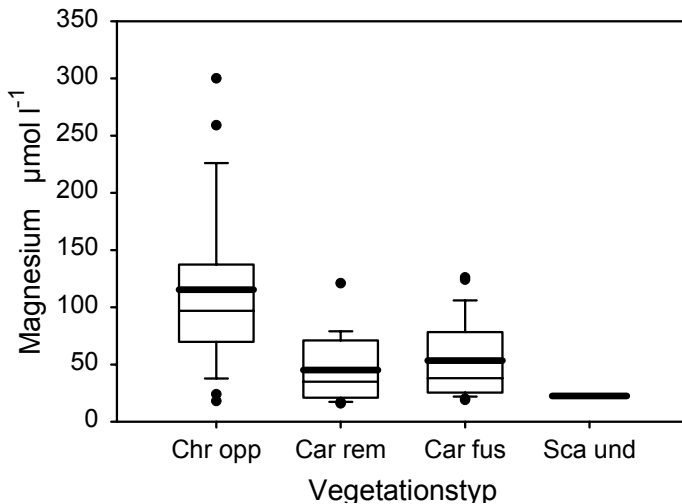
**Abb. 16.7:**

Verteilung der ermittelten Kalium-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

## 2.2. *Caricion remotae*-Basalgesellschaft

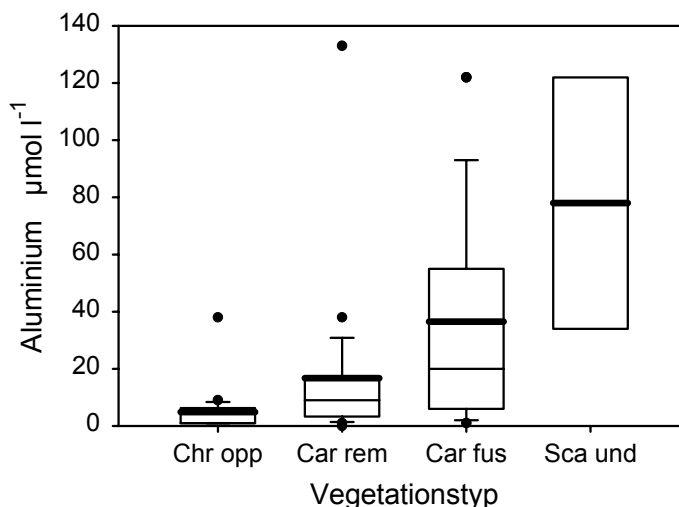
Zahlreiche (21) kennartenarme Aufnahmen lassen sich keiner der beiden vorherrschenden Assoziationen angliedern. Aufgrund des Auftretens von *Brachythecium rivulare* und *Cardamine amara* wurden diese Aufnahmen zur Klasse *Montio-Cardaminetea* gestellt, jedoch als Basalgesellschaft ausgegliedert, in welcher Assoziationskennarten fehlen. Die Bestände nehmen floristisch und ökologisch eine intermediäre Stellung ein (Abb. 16.2 bis 16.9).

Es ist zu erwarten, dass durch die Versauerung von Quellwässern säureempfindliche oder auf bestimmte Stoffausträge sensibel reagierende Arten ausfallen und andere hinzutreten und ihren Platz einnehmen. Dieser hypothetische zeitliche Prozess konnte aber von AUDORFF (1997), welcher ausgewählte Quellen des Fichtelgebirges nach sieben Jahren erneut untersuchte, nicht bestätigt werden. Zumindestens im Rahmen dieses Zeitraumes sind, auch bei nachweislichen Unterschieden im Wasserchemismus, keine merklichen Vegetationsveränderungen festzustellen.



**Abb. 16.8:**

Verteilung der ermittelten Magnesium-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)



**Abb. 16.9:**

Verteilung der ermittelten Aluminium-Werte für die Wässer von Waldquellfluren im Fichtelgebirge. *Chrysosplenietum oppositifolii* (n=24), *Caricion remotae*-Basalgesellschaft (n=21), *Caricetum fuscae polytrichetosum* (n=26) und *Scapanietum undulatae* (n=3)

### 2.3. *Caricetum fuscae polytrichetosum*

Es zeigt sich ein enger Zusammenhang zwischen sauren Quellwasserbedingungen und dem Auftreten des *Caricetum fuscae polytrichetosum* (Abb. 16.2). In dieser durch 26 Aufnahmen dokumentierten Gesellschaft, die von *Sphagnum*-Arten und von *Polytrichum commune* beherrscht wird, spielen säuretolerante Waldbodenpflanzen eine große Rolle. Vor allem aber ist die starke Bedeutung des Wolligen Reitgrases (*Calamagrostis villosa*) auffallend, was die Höhenlage des Fichtelgebirges sowie sein vergleichsweise kontinental getöntes Klima verdeutlicht (kontinentale Rasse des *Caricetum fuscae polytrichetosum* bei HINTERLANG 1992). Diese Art bestimmt den Aspekt der meisten Quellfluren des *Caricetum fuscae* oberhalb 700 m über NN (DURKA 1994, AUDORFF 1997). Bedingt durch die mikroklimatischen

Gegenheiten der quellnahen Bereiche tritt sie in der Nähe von Quellen auch deutlich unterhalb ihres höhenzonalen Optimalbereiches schon stärker in Erscheinung.

Insgesamt ist diese Assoziation eher an die Hochlagen gebunden (Abb. 16.1), wo vor allem hohe Nitrat-Gehalte (Abb. 16.5) sowie die geringe Calcium- und Magnesium-Gehalte auftreten (Abb. 16.6, Abb. 16.8). Vor allem aber scheint diese Gesellschaft hohe Aluminium-Gehalte zu tolerieren (Abb. 16.9), die für versauerte Quellwässer typisch sind.

Es wurden verschiedene Varianten dieser Subassoziation beschrieben. Neben von *Calamagrostis* geprägten Beständen können auch *Sphagnum fallax*-dominierte Bestände der Variante von *Viola palustris* mit häufigem Auftreten von *Agrostis canina*, *Carex echinata*, *Holcus mollis* und *Deschampsia cespitosa* gefunden werden. Begleitend findet man Arten der Fichtenwälder. DURKA (1994) identifiziert neben einer typischen und einer verarmten Variante noch eine Variante von *Oxalis acetosella* mit starker Bedeutung von *Athyrium filix-femina*. Die Diskussion über die Berechtigung dieser Untereinheiten soll an dieser Stelle jedoch nicht geführt werden. Hierzu müsste eine größere Zahl von Aufnahmen aus unterschiedlichen Landschaften zusammengetragen werden. Die namensgebende Art *Carex fusca* fehlt den Beständen des Fichtelgebirges, wie auch bei bisherigen Beschreibungen dieser Assoziation aus anderen Mittelgebirgen (HINTERLANG 1992, BEIERKUHNEIN 1994).

Neben den sauren und nährstoffarmen Quellwässern stellt das Lichtangebot eine bedeutsame, die Vegetationsausbildung differenzierende, Umweltvariable dar. Das Fehlen von *Calamagrostis villosa* an einigen Standorten der Hochlagen wird von DURKA (1994) durch das geringe Lichtangebot dieser Quellbiotopie erklärt. Neben *Calamagrostis* fehlen dort auch weitere lichtbedürftige Arten. Es kann aber angenommen werden, dass das Wollige Reitgras in der Folge forstlicher (oder immissionsbedingter) Bestandesauflichtungen solche Quellfluren besiedeln kann.

In einigen Beständen wird durch das Vorkommen von *Pellia epiphylla* die Nähe zu den Quellfluren der Montio-Cardaminetea angedeutet. Sie nehmen eine intermediäre Stellung zwischen dem *Caricetum fuscae* und dem *Chrysosplenietum oppositifolium* ein. Sie besitzen Kennarten aus beiden Assoziationen, wie auch solche höherer Syntaxa der Montio-Cardaminetea (AUDORFF 1997). Vor allem aber weist das *Caricetum fuscae polytrichetosum* im Fichtelgebirge eine enge Verwandtschaft mit den Beständen der *Caricion remotae*-Basalgesellschaft auf (DURKA 1994, dort als Rumpfgesellschaft aufgefasst).

Die wasserchemischen Gegebenheiten der Quellwässer dieser Gesellschaft stellen sich als stark sauer dar. In einzelnen Fällen wurden in den Hochlagen pH-Werte von 3,8 ermittelt. In der Regel bewegen sich die Werte zwischen pH 4 und 5. In den tieferen Lagen, wo die Gesellschaft in stark beschattenden Fichtenforsten ebenfalls auftreten kann, liegen die Werte allerdings mit 5,1 bis 5,5 deutlich höher.

## 2.4. *Scapanietum undulatae*

Diese Kryptogamengesellschaft verbleibt vor allem an sehr stark beschatteten Quellen als aspektbestimmend. An solchen Standorten reicht das Lichtangebot für die Ausbildung einer von Höheren Pflanzen aufgebauten Quellflur nicht aus. Dies erklärt auch die geringe Zahl von drei Quellen, die diesem Vegetationstypus zugeordnet wurden.

Das *Scapanietum* ist als Synusie jedoch durchaus weiter verbreitet und tritt kleinräumig entlang von Quellrinnalen in den oben beschriebenen Gesellschaften auf. Es greift dort im Dezimeterbereich fingerartig entlang der Gerinne in diese Bestände hinein.

Die Gesellschaft kommt im Fichtelgebirge auf überrieselten Granitfelsen und an gestörten (gefassten) Quellen zur Vorherrschaft, allerdings nur bei starker Beschattung. Als Begleiter mit geringer Deckung können *Polytrichum commune*, *Sphagnum fallax*, *Drepanocladus fluitans* und *Dicranella spec.* in Erscheinung treten.

Auch wenn *Scapania undulata* ein sehr breites Spektrum hydrochemischer Verhältnisse abdeckt und keineswegs an saure Bedingungen gebunden ist (HIMMLER & TREMP 1992), so zeigen die Quellwässer des *Scapanietum* im Fichtelgebirge vor allem saure bis sehr saure Werte (Abb. 16.2) mit vergleichsweise hohen Aluminium-Gehalten (Abb. 16.9). Dies geht einher mit den Beobachtungen von HIMMLER & TREMP, welche ein dominantes Auftreten von *Scapania* nur an stark versauerten Quellen fanden. Allerdings erscheint aufgrund der geringen Zahl von Quellen, welche diesem Vegetationstyp zugeordnet werden können, eine weitergehende ökologische Interpretation wenig sinnvoll.

## 3. Diskussion

DURKA (1994) stellt fest, dass im Fichtelgebirge zwei klar unterschiedliche Gesellschaften von Quellfluren auftreten: das *Chrysosplenietum oppositifolii* und das *Caricetum fuscae polytrichetosum*, welche fließende Übergänge zeigen. Zahlreiche Bestände nehmen eine intermediäre Stellung ein. Zwar ist das *Chrysosplenietum* vorwiegend in tieferen und mittleren Lagen zu finden und entwickelt sich dort an Quellen mit pH-Werten über pH 5,5 und das *Caricetum* ist eher in den Hochlagen mit deutlich sauren Quellwässern mit Werten unter pH 5 zu finden, doch bestehen zahlreiche Übergangssituationen. Die beiden Gesellschaften können durchaus über eine gewisse Spanne topologischer Situationen gleichermaßen auftreten. Das Nährstoffangebot, das Wirken potenziell toxischer Substanzen und die Temperaturen werden zudem stark durch den unterschiedlichen Lichtgenuss der Standorte in ihrer Wirkung auf die Ausbildung der Vegetation modifiziert.

Das *Chrysosplenietum* tritt im Fichtelgebirge deutlich seltener auf, als im benachbarten Frankenwald (Kapitel 13 in diesem Band). Dies geht einher mit den insgesamt eher sauren Verhältnissen der bearbeiteten Quellen. Allerdings ist die Gesellschaft noch deutlich häufiger als im, ebenfalls von Graniten aufgebauten Erzgebirge (Kapitel 17 in diesem Band). Nicht wenige Bestände sind im Fichtelgebirge durch das Auftreten des Torfmooses *Sphagnum fallax* gekennzeichnet. Diese Erscheinung wird als Anzeichen einer beginnenden Versauerung, verbunden mit dem Einwandern acidophiler Arten, interpretiert.



Das häufige Auftreten von Beständen schließlich, welche keiner der beiden vorherrschenden Assoziationen zugeordnet werden können, kann in der eventuell natürlichen Nährstoffarmut und Versauerung der Quellbereiche auf den Granitstandorten begründet sein, wo durchaus denkbar ist, dass *Chrysosplenium*-reiche Weichwasserquellfluren von jeher seltener auftreten, als in den vergleichsweise basenreichen und damit eine bessere Nährstoffverfügbarkeit stellenden Tonschiefergebieten. Eine andere denkbare Ursache ist die Schüttungsdynamik der aus einem Granitgrus-Körper gespeisten Quellen und schließlich ist auch die im Fichtelgebirge aufgrund seiner Höhenlage und Klimasituation eventuell bereits natürlicherweise schon weit fortgeschrittene Versauerung ein denkbarer Grund hierfür. Grundsätzlich lässt sich die Häufigkeit von als Basal- oder Rumpfgesellschaften anzusprechenden Beständen als eine Reflektion zeitlicher Veränderungen interpretieren, welche noch nicht zur Ausbildung stabiler Artenkombinationen geführt haben.

Das Fehlen der namensgebenden Charakterart des *Caricetum fuscae* ist hingegen ein Problem der konsequenten Anwendung pflanzensoziologischer Nomenklatur. Es erscheint befremdlich, ein *Caricetum fuscae* ohne *Carex fusca* auszuscheiden. Allerdings ist dies für die sauren Waldquellfluren der Mittelgebirge durchaus als regelhafte und kennzeichnende Erscheinung anzusehen. Für die hier relevante Subassoziation *polytrichetosum* wurden verschiedene Varianten, Rassen und Ausbildungen beschrieben, was einerseits den Fluss des wissenschaftlichen Kenntniserwerbs verdeutlicht, andererseits aber auch eine Folge der graduellen Umweltveränderungen sein kann, welche gerade bei dieser Gesellschaft zu erwarten sind. Die Störungsarmut des Quellstandortes, was direkte physikalisch-mechanische Einwirkungen betrifft, lässt die natürlichen Umweltparameter wie Temperatur oder Nährstoffgehalt der Wässer stärker in den Vordergrund treten, welche sowohl räumlich als auch zeitlich eher allmähliche Veränderungen erfahren. Dies gilt auch für die Auswirkungen anthropogen bedingter Stoffausträge und Versauerung. Daher ist leicht verständlich, dass die bislang beschriebenen Syntaxa und Vegetationseinheiten niedriger Stufe stark von lokalen Eindrücken geprägt werden und nur eingeschränkt verallgemeinert werden können.

Die Ausscheidung der Gesellschaft des *Scapanietum undulatae* ist offensichtlich stark vom Untersuchungsmaßstab bestimmt. HINTERLANG (1992) berücksichtigt bei den Beständen dieser Gesellschaft nur Aufnahmen kleiner als 1 m<sup>2</sup>. Er fordert außerdem eine starke Homogenität der Bestände. Dies führt zu einer scharfen Differenzierung der Artenzusammensetzung (DURKA 1994). Es ist damit die Ausscheidung von Kryptogamengesellschaften als eigenständige und gleichwertige Assoziationen angesprochen.

Interessiert man sich für vollständige Quellfluren und legt einen eher standörtlichen Beobachtungsmaßstab an, wie in den hier vorliegenden Aufnahmen, so findet man das *Scapanietum* nur als Relikt an versauerten Standorten mit starker Beschattung. Es wird darüberhinaus durch rheokrene Quellaustritte gefördert, welche die Ausbildung einer flächigen Quellflur nicht ermöglichen und daher bereits ab dem Punkt des Quellaustrittes Quellbachcharakter besitzen.

Ohne besonderen Schwerpunkt in einzelnen Gesellschaften sind mit mittleren Abundanzen Arten der Quellbäche (z.B. *Mnium hornum* und *Carex remota*) zu finden, welche, ähnlich wie

*Scapania undulata*, damit kleinräumige lineare Sonderstandorte anzeigen. Neben Vernässungszeigern der Feuchtwiesen, wie z.B. *Crepis paludosa*, *Juncus effusus*, *Stellaria uliginosa* und *Galium palustre*, welche für lichte Quellbereiche typisch sind können an den Quellstandorten auch Waldbodenarten (z.B. *Dryopteris dilatata*, *Athyrium filix-femina* und *Oxalis acetosella*) angetroffen. Es sind also sowohl Einstrahlungen räumlich direkt benachbarter Vegetation, als auch ökologisch ähnlicher Standorte zu beobachten. Dies in oft mosaikartiger Verzahnung im Dezimeter-Bereich. Neben räumlichen Skalen, die es zu beachten gilt, sei auf die unterschiedliche Dauer des Auftretens von Pflanzenarten in den unterschiedlichen Schichten nur kurz verwiesen (s.a. Kapitel 8 in diesem Band).

#### 4. Zusammenfassung

Die Vegetation der Quellfluren lässt sich in ähnlicher Weise wie in den anderen silikatischen Mittelgebirgen vor allem zwei pflanzensoziologischen Einheiten zuordnen, dem *Caricetum fuscae polytrichetosum* und dem *Chrysosplenietum oppositifolii*. Auffallend ist jedoch im Fichtelgebirge der hohe Anteil von Aufnahmen, die lediglich einer *Caricion remotae*-Basalgemeinschaft zugeordnet werden können.

Im Fichtelgebirge ist bezüglich der Differenzierung der Quellflurvegetation ein Höhen- und pH-Gradient zu erkennen, welche aufgrund des Einhergehens saurer Quellwässer mit der Höhenlage nicht voneinander getrennt werden können. Zu einer weiteren Differenzierung tragen Unterschiede des Substrats und des Lichtgenusses bei. Die unterschiedlichen Gehalte der Quellwässer an Pflanzennährstoffen können ebenfalls die verschiedene Artenzusammensetzung erklären.

## Literatur

- AUDORFF, V. (1997): Vergleichende Untersuchung der Vegetationsdynamik und wasserchemischer Gegebenheiten von Waldquellfluren in Frankenwald und Fichtelgebirge. Unveröff. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Pflanzenökologie I der Universität Bayreuth
- BEIERKUHNLEIN, C., J. MILBRADT & W. TÜRK (1991): Vegetationsskizze Oberfrankens. – Bayreuther Bodenkundliche Berichte **17**: 41-65
- BEIERKUHNLEIN, C. & W. DURKA (1993): Beurteilung von Stoffausträgen immissionsbelasteter Waldökosysteme Nordostbayerns durch Quellwasseranalysen. Forstwissenschaftliches Zentralblatt **112** (3): 225-239
- DURKA, W. (1994): Isotopenchemie des Nitrat, Nitrataustrag, Wasserchemie und Vegetation von Waldquellen im Fichtelgebirge (NO-Bayern). Bayreuther Forum Ökologie **11**: 197 S.
- DURKA, W. & E.-D. SCHULZE (1992): Hydrochemie von Waldquellen des Fichtelgebirges. Z. Umweltchem. Ökotox. **4**: 217-226
- HIMMLER, H. & H. TREMP (1992): Moose als Bioindikatoren für den Säurezustand von Fließgewässern in Deutschland. – in: LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): Bioindikationsverfahren zur Gewässerversauerung. Karlsruhe
- HINTERLANG, D. (1992): Vegetationsökologie der Weichwasserquellgesellschaften zentral-europäischer Mittelgebirge. Crunoecia **1**: 1-124
- LANGE, H., G. LISCHIED & M. HAUHS (1995): Shallow water flow in a deeply weathered granite aquifer and implications for hydrochemical models. Water, Air and Soil Pollution **85**: 1825-1830
- LISCHIED, G, H. LANGE, R. CALLENBERG & M. HAUHS (1995): Residence Time and Flow Paths of Soil Water and Groundwater in a Shallow Forested Catchment. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft **3/95**: 201-204
- REIF, A. (1989): The vegetation of the Fichtelgebirge: Origin, Site Conditions and Present Status. In: SCHULZE, E.-D., O.L. LANGE & R. OREN (Hrsg.): Forest Decline and Air Pollution. Ecological Studies Vol. **77**: 8-22
- REIF, A. & A. LEONHARDT (1991): Die Wald- und Forstgesellschaften im Fichtelgebirge. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. **50**: 409-452
- RIEDEL, R. (1999): Vergleichende Untersuchungen an Waldquellfluren des Westlichen Erzgebirges anhand floristischer und hydrochemischer Parameter. Unveröff. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Biogeographie der Universität Bayreuth.
- SCHILLING, B. & E.-D. SPIES (1991): Die Böden Mittel- und Oberfrankens. – Bayreuther Bodenkundliche Berichte **17**: 67-81
- SCHLÜTER, H. (1966): Vegetationsgliederung und –kartierung eines Quellgebietes im Thüringer Wald als Grundlage der Beurteilung des Wasserhaushaltes. – Arch. Natursch. und Landsch.forsch. **6**: 3-44
- STETTNER, G. (1958): Hydrogeologische Verhältnisse. – In: Stettner, G.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000 Erläuterungen zum Blatt Nr. 5937 Fichtelberg: 72-74, München

