

## Kapitel 14

# Vegetation der Waldquellfluren im Thüringer Schiefergebirge

Carl Beierkuhnlein und Jörg Schmidt

### 1. Einführung

Im Thüringer Schiefergebirge wurden 50 Waldquellfluren vegetationskundlich erfasst, welche systematisch über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt waren. Es wurden ausschließlich helokrene Waldquellen ohne offensichtliche mechanische Beeinträchtigungen berücksichtigt. Zusätzlich wurden an diesen Quellen hydrochemische Beprobungen der Quellwässer vorgenommen (SCHMIDT 1994, SCHMIDT & BEIERKUHNLEIN 1995).

Das Thüringer Schiefergebirge befindet sich zwischen Thüringer Wald und Frankenwald und bewegt sich in Höhenlagen zwischen etwa 350 m ü.NN und 868 m (Kieferle bei Steinheid). Es bewirkt aufgrund seiner vergleichsweise großen relativen Höhenunterschiede und der steilen Südwestabdachung einen deutlichen Stau effekt, was im Gebiet um Sonneberg zu Niederschlägen über 1200 mm führt. Damit sind die südwestexponierten Hänge deutlich feuchter als die Hochlagen, eine klimatische Besonderheit im Vergleich mit benachbarten Mittelgebirgen. Das Klima ist insgesamt durch einen starken Luv-Lee-Effekt gekennzeichnet, mit stark abfallenden Niederschlägen auf der Nordseite des Gebirges, wo 600 mm unterschritten werden können. Die Jahresmitteltemperaturen bewegen sich um 4 °C in den höchsten Lagen und erreichen 7 °C am Gebirgsrand (HANLE 1992). In der Region um die Wasserscheide des Rennsteiges sind Nebeltage häufig, und der Winter ist lang und schneereich.

Die anstehenden Gesteine der tektonischen Einheit des Schwarzburger Sattels stellen Tonschiefer, Grauwacken, Lydite, Kalke und Quarzite, welche vor allem in das Altpaläozoikum und dort in das Ordoviz, Devon und Silur gestellt werden müssen. Neben der blockartigen Heraushebung und der folgenden Einebnung der Hochlagen ist das Relief vor allem durch die starke fluviale Zerschneidung geprägt, welche schluchtartige Kerbtäler hervorbrachte. Die Bodenbildung erfolgte, mit der Ausnahme exponierter Kuppen und Hangoberkanten, vorwiegend aus pleistozänen Deckschichten (SCHILLING 1963), welche mehrere Meter Mächtigkeit erreichen können. Entsprechend entwickelten sich nur an sehr steilen Hängen Ranker und ansonsten Braunerden mit hohem Skelettgehalt, welche in den Hochlagen Podsolierungserscheinungen zeigen (HOPPE & SEIDEL 1974). Die Gesteine selbst bieten nur einen Kluftwasseraquifer geringer Kapazität, sodass der Grundwassertransport vorwiegend oberflächennah im Bereich der Deckschichten als Interflow erfolgt. Dies resultiert in Verbindung mit den teilweise hohen Niederschlägen in einer Vielzahl von Quellaustritten mit eng begrenzten Einzugsgebieten. Auch wenn die heutige Waldvegetation von Fichtenforsten dominiert wird, so kommen natürlicherweise fichtendominierte Wälder nur in der hochmontanen Region oberhalb von 750 m ü.NN, und damit auf sehr geringer Fläche, vor (GRÜNEBERG & SCHLÜTER 1957). In den unteren Lagen spielt die Eiche, vor allem im kontinental getönten Lee, wo sie in den

Forsten von der Waldkiefer begleitet wird, noch eine gewisse Rolle. Vor allem aber sind an der feuchteren Südabdachung neben den Fichtenforsten die Buchenwälder (z.B. Steinachtal) flächenbedeutsam. Die Tanne ist aus der montanen Stufe inzwischen fast völlig verschwunden.

## 2. Gesellschaften der Waldquellen des Thüringer Schiefergebirges

Die soziologische Interpretation der ausgeschiedenen Einheiten basiert auf 50 Aufnahmen die bei SCHMIDT (1994) in Form von Tabellen wiedergegeben sind. Dort sind weitere Standortdaten (v.a. die Ergebnisse der hydrochemischen Analysen) und statistische Auswertungen zu finden. Es wurden 8 Vegetationstypen ausgeschieden, welche im Folgenden erläutert werden. Die Vegetationstypen 1 und 2 sind dem *Caricetum fuscae* zugeordnet, die Typen 3 bis 8 dem *Chrysosplenietum oppositifolii*. Die Abbildungen 14.1 bis 14.5 geben wesentliche Standorteigenschaften der ausgeschiedenen Quelltypen wieder.

### 2.1. *Caricetum fuscae*

#### 2.1.1. *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Calamagrostis villosa*

Diese Bestände werden zu der Klasse der *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* und dort zum *Caricetum fuscae* gestellt (s.a. BEIERKUHNLEIN 1994). Die Variante der Subassoziation *polytrichetosum* mit *Calamagrostis villosa* und höchstem Auftreten von *Trientalis europaea* ist vor allem in den Höhenlagen über 700 m ü. NN verbreitet. 7 Aufnahmen können hierzu gestellt werden. Vereinzelt sind solche Bestände neben Fichtenforsten auch in Mischwäldern zu finden, was der Annahme HINTERLANGS (1992) widerspricht, es handele sich beim *Caricetum fuscae* an Quellen um eine Ersatzgesellschaft, die auf Fichtenforste konzentriert sei.

Die Variante ersetzt in den Hochlagen den unten beschriebenen Vegetationstyp 2. Sowohl *Calamagrostis villosa* als auch *Trientalis europaea* sind an kühl-nasse Klimaverhältnisse angepasst. Sie treten in Fichtenwäldern der hochmontanen Stufe in Erscheinung. *Calamagrostis villosa* kann dort die Krautschicht - auch an Quellen - dominieren und durch seine schwer zersetzbare Blattstreu das Aufkommen anderer Arten verhindern. An Quellen treten diese beiden Arten auch unterhalb ihres zonalen Vorkommens in Erscheinung, was durch die mikroklimatischen Eigenschaften der Quellstandorte und insbesondere durch die kühl-feuchten Bedingungen während der Vegetationsperiode erklärt werden kann. HINTERLANG (1992) bezeichnet den Vegetationstypus als kontinentale östliche Rasse des *Caricetum fuscae polytrichetosum*. Weitere Belege für diese Ausprägung gibt es für das Fichtelgebirge (DURKA 1994), den Bayerischen Wald (HINTERLANG 1992) und das Erzgebirge (RIEDEL 1999).

Bemerkenswert ist, dass die Charakterarten der *Scheuchzerio-Caricetea* fast völlig fehlen (z.B. *Carex fusca*, *Carex canescens*), obwohl sie im Landschaftsraum durchaus vorkommen. Einen Grund hierfür vermutet SCHMIDT (1994) in den extrem geringen Calcium- und Magnesiumwerten (Abb. 14.3 und 14.4) und mithin in der Nährstoffversorgung. Insgesamt sind die Bestände sehr artenarm (9 bis 20 Arten).

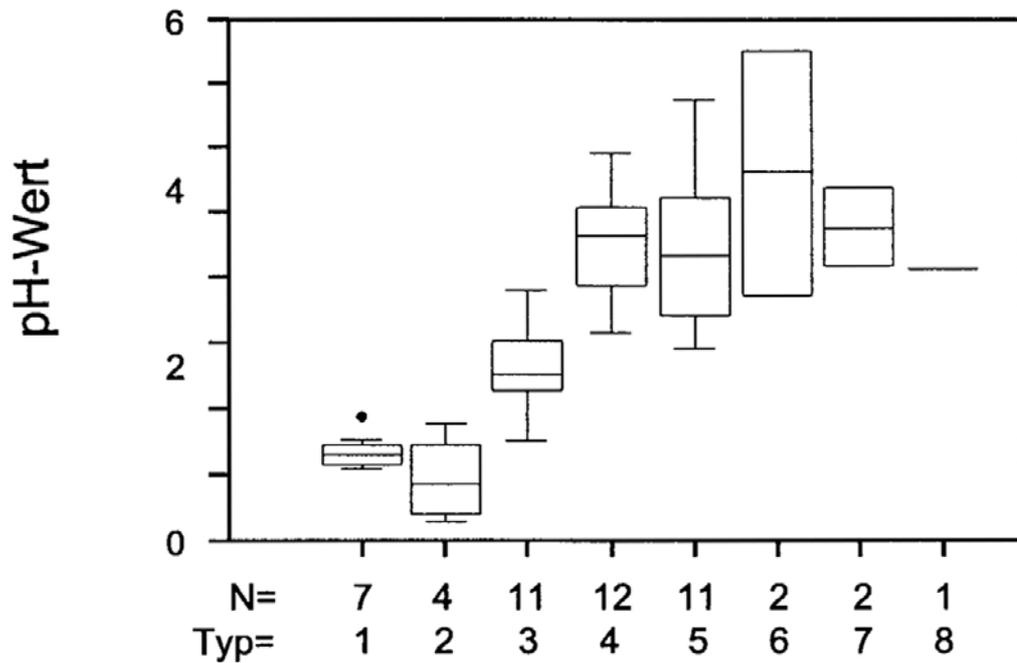


Abb. 14.1: Boxplot der im Frühjahr gemessenen pH-Werte für die verschiedenen Vegetationstypen im Thüringer Schiefergebirge

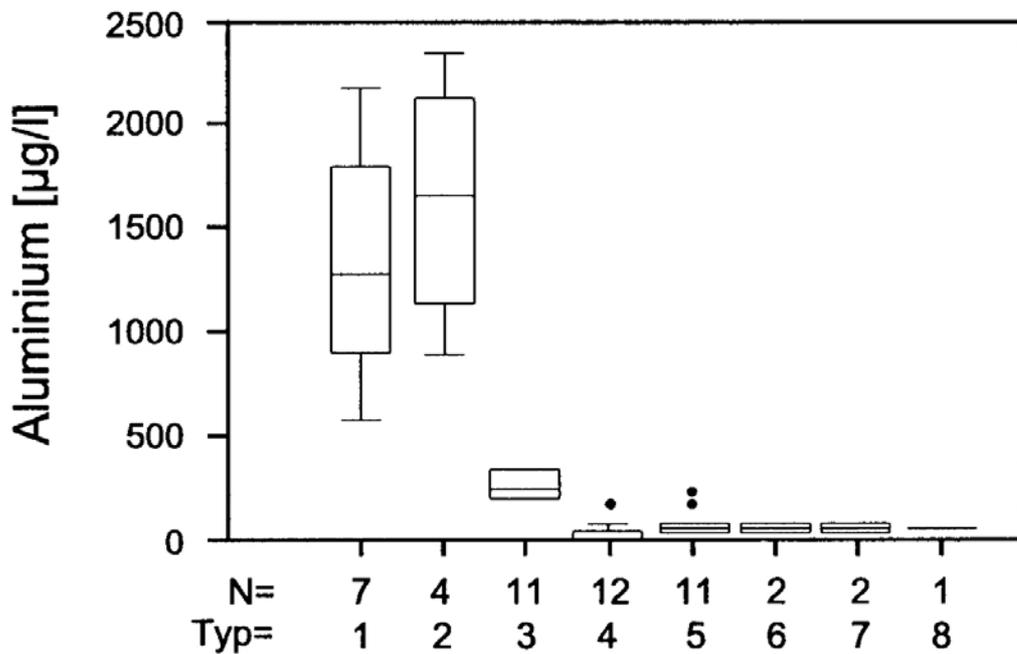
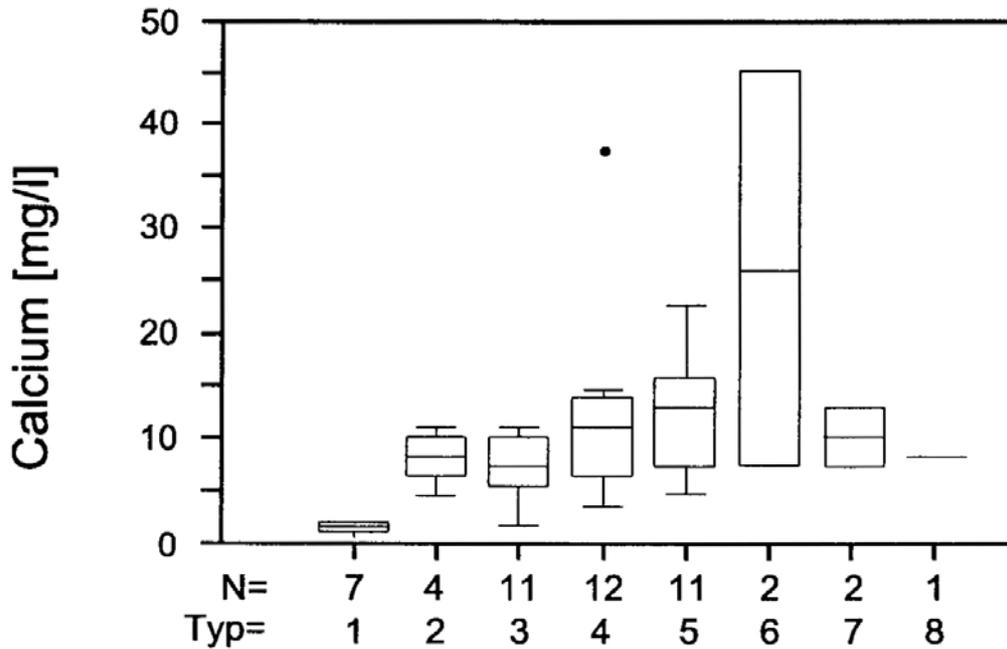


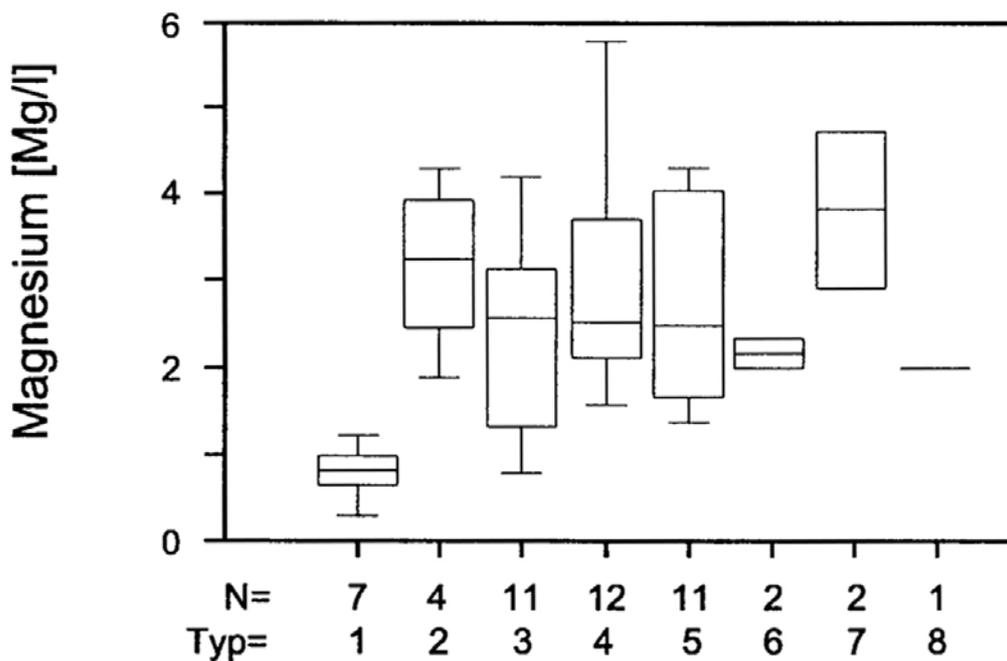
Abb. 14.2: Boxplot der im Frühjahr gemessenen Aluminiumgehalte der Quellwässer für die verschiedenen Vegetationstypen im Thüringer Schiefergebirge

Vegetationstyp

- 1 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Calamagrostis villosa*,
- 2 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Viola palustris*
- 3 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Sphagnum fallax*
- 4 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Chaerophyllum hirsutum*
- 5 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, typische Variante
- 6 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Petasites albus*
- 7 *Chrysosplenietum oppositifolii typicum*
- 8 *Caricion remotae* - Basalgesellschaft



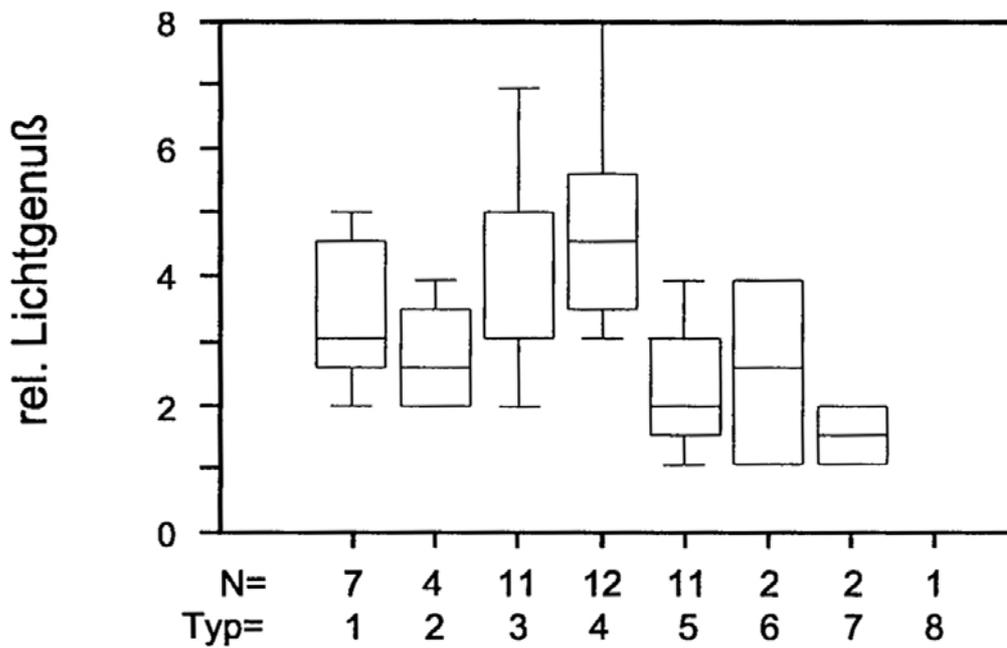
**Abb. 14.3:** Boxplot der im Frühjahr gemessenen Calciumgehalte der Quellwässer für die verschiedenen Vegetationstypen im Thüringer Schiefergebirge



**Abb. 14.4:** Boxplot der im Frühjahr gemessenen Magnesiumgehalte der Quellwässer für die verschiedenen Vegetationstypen im Thüringer Schiefergebirge

#### Vegetationstyp

- 1 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Calamagrostis villosa*,
- 2 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Viola palustris*
- 3 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Sphagnum fallax*
- 4 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Chaerophyllum hirsutum*
- 5 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, typische Variante
- 6 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Petasites albus*
- 7 *Chrysosplenietum oppositifolii typicum*
- 8 *Caricion remotae* - Basalgesellschaft



**Abb. 14.5:** Boxplot der im September ermittelten Quell-Schüttung für die verschiedenen Vegetationstypen im Thüringer Schiefergebirge

#### Vegetationstyp

- 1 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Calamagrostis villosa*,
- 2 *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Viola palustris*
- 3 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Sphagnum fallax*
- 4 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Chaerophyllum hirsutum*
- 5 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, typische Variante
- 6 *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Petasites albus*
- 7 *Chrysosplenietum oppositifolii typicum*
- 8 *Caricion remotae* - Basalgesellschaft

#### 2.1.2. *Caricetum fuscae polytrichetosum*, Variante von *Viola palustris*

Diese Vegetationseinheit umfasst 4 Aufnahmen. Sie ist ebenfalls arm an Charakterarten, doch kommen immerhin *Viola palustris* und *Agrostis canina* vor. Daneben ist die Einheit vor allem über Trennarten an das *Caricetum fuscae* gebunden. Die Variante findet man an stark versauerten Quellen, welche ganzjährig pH-Werte unter 5 aufweisen (Abb. 14.1). Die Aluminiumgehalte sind entsprechend hoch und überschreiten in den meisten Fällen 1000 µg/l (Abb. 14.2). Die untersuchten Bestände besitzen ebenfalls nur eine vergleichsweise geringe Artenzahl (18 bis 28 Arten) und sind auf Fichtenforste unterschiedlicher Höhenlagen konzentriert.

## 2.2. *Chrysosplenietum oppositifolii*

### 2.2.1. *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Sphagnum fallax*

Die Aufnahmen der Subassoziation *cardaminetosum* sind im allgemeinen sehr artenreich. Dies gilt für alle folgenden Einheiten. Die nach *Cardamine amara* benannte Einheit wurde von PHILIPPI & OBERDORFER (1977) definiert. Die Subassoziation beschreibt den größten Teil der im Untersuchungsgebiet erfassten Quellfluren.

Innerhalb der Milzkrautfluren des Hohen Thüringer Schiefergebirges nehmen Bestände unter Beteiligung von *Sphagnum fallax* und *Polytrichum commune* eine relativ große Bedeutung ein. Es wird hiermit vorgeschlagen, diese Bestände einer eigenen Subassoziation *sphagnetosum*, welche im übrigen bereits von SCHLÜTER (1966) propagiert wurde, zuzuschreiben. Da hierfür keine Charakterarten vonnöten sind, würden die Differenzialarten *Sphagnum fallax* und *Polytrichum commune*, welche beide höchstet auftreten, völlig für eine Klassifizierung der Bestände genügen. Ein Problem stellt allerdings dar, dass andere Trennarten des Subassoziation *cardaminetosum* das *sphagnetosum* keineswegs meiden. Somit müßte neben der Subassoziation *typicum* und der Subassoziation *sphagnetosum* eine dritte, das *cardaminetosum* ersetzende Subassoziation definiert werden. Dies ist zu rechtfertigen, scheint doch die Subassoziation *sphagnetosum* floristisch und ökologisch klarer zu definieren.

Ähnlich wie in den Vegetationstypen 1 und 2 sind *Sphagnum girgensohnii*, *Sphagnum palustre* und *Sphagnum squarrosum* insgesamt häufig. Neben Sphagnen und *Polytrichum* sind zahlreiche weitere Säurezeiger (*Viola palustris*, *Agrostis canina*) in diesen Milzkrautfluren vorhanden, welchen aber keineswegs die Arten des *Chrysosplenietum* fehlen. Die Bestände sind, mit in der Regel deutlich mehr als 30 Arten, daher auch sehr artenreich.

Es liegt die Annahme nahe, dass es sich bei diesen Pflanzenbeständen um Übergangsstadien im Rahmen der Versauerung von Weichwasserquellfluren handelt (Abb. 14.1). Die Aluminiumgehalte sind höher (Abb. 14.2) und die Calciumgehalte niedriger (Abb. 14.3) als bei den anderen Varianten des *Chrysosplenietum*. Die Lichtverhältnisse sind sehr variabel und eher hell. Floristisch können die 11 untersuchten Bestände mit Hilfe von *Sphagnum inundatum* und *Philonotis fontana* weiter differenziert werden (SCHMIDT 1994).

### 2.2.2. *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Chaerophyllum hirsutum*

Kennzeichnende Arten der Variante von *Chaerophyllum hirsutum* sind, neben der Hochstaude *Chaerophyllum hirsutum*, die Moosarten *Lophocolea bidentata* und *Plagiomnium cuspidatum*. Grünalgen, die nicht genauer bestimmt wurden, sind häufig. Diese Gesellschaft bevorzugt möglichst gut belichtete Standorte, denn nur dort kann *Chaerophyllum* seinen Konkurrenzvorteil während der Vegetationsperiode Speicherstoffe in die Rhizome einlagern zu können, um dann im Frühjahr eine rasche Entwicklung zu vollziehen, wirklich nutzen (s.a. BEIERKUHNLEIN & GRÄSLE 1998). Eine Variante mit dominierendem *Impatiens noli-tangere*, welche als zwischen den Beständen mit *Chaerophyllum* und reinen *Chrysosplenium*-Fluren eingenischt angesehen wird (BEIERKUHNLEIN 1994, BEIERKUHNLEIN & GRÄSLE 1994), kann eventuell wegen zu geringer

Zahl von Aufnahmen für das Thüringer Schiefergebirge nicht ausgeschieden werden. Dies unterscheidet diese Bestände, in welchen *Impatiens* zwar regelmäßig auftritt aber nicht zur Massenfaltung gelangt, von jenen des Frankenwaldes.

Ganzjährig stark schüttende Quellen sind innerhalb der Einheit durch *Stellaria uliginosa* (syn. *S. alsine*) und *Cardamine flexuosa* gekennzeichnet, welche an sommerlich trockenfallenden Quellsümpfen fehlen. Die Arten der Subassoziation *cardaminetosum* (*Cardamine amara*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*) zeigen, wie auch in den folgenden Varianten des *Chrysosplenietum cardaminetosum*, eine hohe Stetigkeit.

### **2.2.3. *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, typische Variante**

Die typische Variante der Subassoziation ist naheliegenderweise durch das Fehlen weiterer differenzierender Arten ausgezeichnet. Die Artenzahlen sind sehr unterschiedlich. Neben Fichtenforsten und Mischwäldern tritt die Einheit vereinzelt auch in Buchenwäldern in Erscheinung. Die Beschattung ist sehr unterschiedlich, und es können durchaus sehr dichte Waldbestände die Quelle umgeben. Dies ist insgesamt charakteristisch für "typische" Ausbildungen an Waldquellen, da diesen die zumeist zur weiteren Differenzierung benutzten Hochstauden aufgrund des Lichtmangels fehlen.

Die pH-Werte der Quellwässer liegen über pH 5,6 und können im Sommer pH 7,4 erreichen (Abb. 14.1). Neben vereinzelt Vorkommen in den höchsten Lagen (735 m ü.NN) sind auch Bestände in 380 m ü.NN nachgewiesen. Auch dies unterstreicht, ähnlich wie die sehr unterschiedlichen Artenzahlen, die große ökologische Variabilität der untersuchten Quellfluren, welche diesem Typus zugeordnet wurden.

### **2.2.4. *Chrysosplenietum oppositifolii cardaminetosum*, Variante von *Petasites albus***

Nur zwei Bestände mit dominierender Weißer Pestwurz (*Petasites albus*) konnten kartiert werden. Diese montane Art ist an Quellen mit starker Wasserzügigkeit und hohem Skelettanteil gebunden, welche durchaus im Sommer trocken fallen können. Allerdings sind die Höhenlagen der untersuchten Bestände keineswegs im Bereich der Kammregion, sondern eher in mittleren Lagen angesiedelt (540 und 570 m ü.NN).

*Petasites albus* erreicht Deckungswerte über 50 % und beherrscht die Quellfluren. Unter dem dichten Dach der Pestwurzblätter bildet sich eine zum Teil hoch deckende Schicht mit *Chrysosplenium oppositifolium* aus, was durch die hohe Luftfeuchte erklärt werden kann. Damit bestätigen sich die Standorteigenschaften, die von BEIERKUHNLEIN (1994) für ähnliche Bestände im Frankenwald beschrieben wurden. Ähnlich wie dort tritt *Chaerophyllum hirsutum* an solchen Quellen völlig zurück.

### 2.2.5. *Chrysosplenietum oppositifolii typicum*

Der Vegetationstyp 7 umfasst ebenfalls nur zwei Aufnahmen, welche der Subassoziation *typicum* des *Chrysosplenietum* zugeschrieben werden. Man findet solche Bestände vor allem an sommerlich stark beschatteten Standorten, wie dies auch bei den hier erfassten Beständen in Buchen- oder Mischwäldern der Fall ist. Im Gegensatz zur Fichte erreicht die Buche, welche ebenfalls nicht im eigentlichen Quellbereich zu wurzeln vermag, über der Quellflur durch die weit ausladenden Äste den Kronenschluss und dunkelt so die Quellfluren aus. Dies erklärt die geringe Biomasse der Bestände (BEIERKUHNEIN & GRÄSLE 1998) sowie die Artenarmut (nur 11 bzw. 14 Arten). Eine der Quellen weist eine hohe Deckung von *Impatiens noli-tangere* auf, da dies aber nicht durch andere Quellfluren bestätigt wird, wird in diesem Naturraum zunächst auf die Ausweisung einer eigenen Variante nach *Impatiens* verzichtet (s.o.).

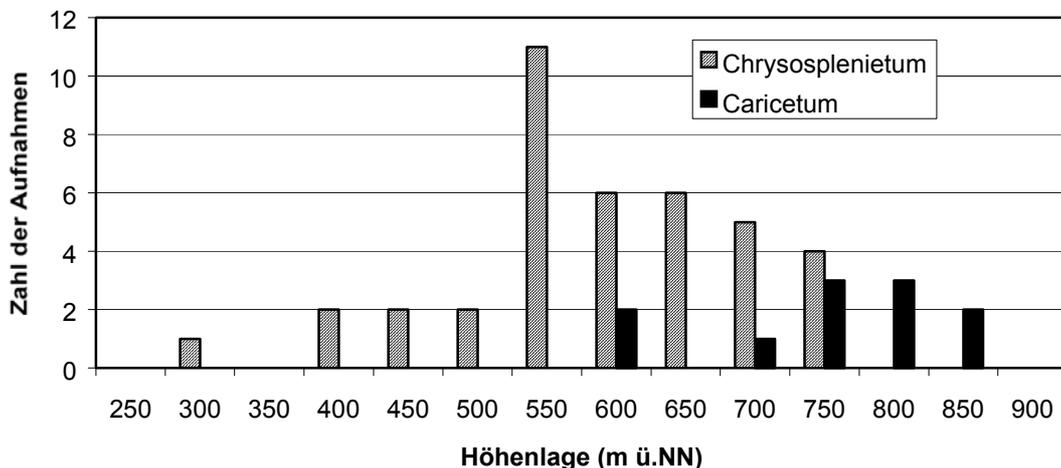
Unter anderem fehlen die Trennarten der Subassoziation *cardaminetosum*. Auch ist auffallend, dass nur wenige Moosarten vorkommen, was BEIERKUHNEIN (1994) durch die Einwehung von Buchenblattstreu in die Quellmulden erklärt. Insgesamt stellt sich die Situation also so dar, dass naturnahe Waldquellen, wie sie in Buchenwäldern zu erwarten sind, keineswegs artenreich sind, sondern dass vielmehr jene Quellen in Mischwäldern oder sogar Fichtenforsten, welche sich durch ein günstigeres Lichtklima auszeichnen, auch entsprechend über eine größere Artenzahl verfügen.

### 2.2.6. *Caricion remotae* - Basalgesellschaft

Ein extrem artenarmer Bestand (6 Arten) eines Mischwaldes konnte keiner Assoziation zugeordnet werden. Er wird daher als *Caricion remotae* - Basalgesellschaft geführt. Auch die Vegetationsbedeckung dieser Aufnahme ist sehr gering. Zwar legt das Vorkommen von *Brachythecium rivulare* und von *Rhizomnium punctatum* einen Anschluss an das *Chrysosplenietum* nahe, doch kann dies allein ihn nicht rechtfertigen. Ein weiterer Faktor, welcher die geringe Diversität beeinflusst ist die Artenarmut der die Quelle umgebenden Buchen-Mischwälder, welche durch deren geringes Lichtangebot am Waldboden erklärt werden kann. Es sind daher auch keine waldbodentypischen Pflanzenarten nachzuweisen. Ähnliche kennartenarme Bestände wurden auch im Frankenwald gefunden (Kapitel 13 in diesem Band).

### 3. Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurden über Tonschiefer an den Standorten der Hochflächen über 720 m ü.NN ausschließlich permanent saure Quellwässer mit pH-Werten unterhalb pH 5,0 gefunden. Frühjährliche pH-Werte unter pH 5,0, welche die Verhältnisse nach der Schneeschmelze mit maximalem Abfluss beschreiben, beschränkten sich auf Höhenlagen über 500 m ü.NN. Ein ähnlicher Höhengradient wurde bereits von SCHLÜTER (1966) für die Kammlagen des benachbarten Thüringer Waldes beschrieben. Dennoch sind keine völlig eindeutigen Höhenverteilungsmuster zu erkennen (Abb. 14.6). Vielmehr ist eine deutliche Überprägung durch das Ausgangsgestein festzustellen. Damit ist die hohe Geodiversität, also die petrographische Vielfalt dieses Mittelgebirges, ein entscheidender Faktor, der die Ausbildung der Quellflurvegetation bestimmt.



**Abb. 14.6:** Höhenverteilung der Aufnahmen der beiden häufigsten Assoziationen der Waldquellfluren im Thüringer Schiefergebirge, des *Chrysosplenietum oppositifolii* und des *Caricetum fuscae* (n = 50)

In den Hochlagen fördert die Reliefsituation, d.h. die geringe Hangneigung, zudem die Ausbildung von Moospolstern an den gering schüttenden Quellen. Diese Quellen zeigen zumeist eher diffusen Charakter und gehen fließend in die angrenzende Waldbodenvegetation über. Eigentliche Quellmoore, wie sie vereinzelt am Rennsteig (z.B. bei Friedrichshöhe) auftreten, wurden aber bewusst nicht untersucht, da sie vor allem edaphisch nicht vergleichbare Bedingungen aufweisen.

Es ist festzuhalten, dass saure Quellen mit Beständen des *Caricetum fuscae polytrichetosum* nicht ausschließlich auf die höchsten Lagen beschränkt sind, sondern auch in Lagen bis hinunter auf 560 m ü.NN zu finden sind. Dies steht im Kontrast zu Arbeiten aus den 30er und 40er Jahren (OBERDORFER 1938, KÄSTNER 1942) und bestätigt die Ergebnisse BEIERKUHNLEINS (1994) aus dem Frankenwald. Es ist damit eine Verschiebung einer säuretoleranten Gesellschaft aus dem Bereich der hochmontanen Fichtenwaldstufe in tiefere Lagen gegeben.

Da jedoch konkrete, zeitlich und räumlich fixierte Vergleichsflächen fehlen, kann dies nur aus den Zusammenhängen heraus geschlossen und nicht sicher bewiesen werden. Die untersuchten Flächen sind nun aber exakt lokalisiert und können als Dauerflächen für künftige Vergleiche genutzt werden.

Neben der unterstellten völligen Ablösung der in den Höhenstufen des Hohen Thüringer Schiefergebirges als natürlich angesehenen Quellflurvegetation der *Montio-Cardaminetea* durch das *Caricetum fuscae*, ist auch innerhalb des *Chrysosplenietum oppositifolii* ein klarer Versauerungsgradient zu erkennen. Die Subassoziation *sphagnetosum* beherbergt Vertreter zweier völlig unterschiedlicher Assoziationen, welche sich abzulösen scheinen. Diese Bestände sind also als Stadien der Versauerungsdynamik anzusehen. Eine Zuordnung zu einer der beiden Assoziationen, welche aus Konvention und wegen des, wenn auch wenig vitalen, Auftretens von *Chrysosplenium* erfolgt, muss problematisch erscheinen. Einigen Beständen fehlt *Chrysosplenium* bereits. Multivariate Methoden, z.B. die Hauptkomponentenanalyse, sind eher dazu geeignet diese graduellen Vegetationsunterschiede darzustellen, und einzelne in ihrem Vorkommen oder Fehlen auf Standortveränderungen reagierende Bioindikatoren zu identifizieren (s.a. BEIERKUHNLEIN 1994, SCHMIDT 1994).

Bisher wissen wir nichts über die Geschwindigkeit der ablaufenden Vegetationsveränderungen und können sie lediglich aus Analogieschlüssen heraus annehmen. AUDORFF (1997) konnte innerhalb von 6 Jahren zwar Tendenzen der Veränderung bei wasserchemischen Parametern an Quellen im Frankenwald und Fichtelgebirge feststellen, jedoch keine eindeutigen Trends der Vegetationsveränderung belegen. Es ist daher anzunehmen, dass die unterschiedliche Lebenszeit der beteiligten Arten sowie ihre unterschiedliche ökologische Valenz die Vegetationsbeeinflussung durch die Versauerung überlagert. Kurzlebige Arten dürften schneller verdrängt werden, und nicht alle Arten einer Lebensgemeinschaft reagieren aufgrund ihrer verschiedenen Standortansprüche gleichermaßen auf die Versauerung.

#### 4. Zusammenfassung

Die Waldquellen des Thüringer Schiefergebirges erweisen sich ähnlich wie die Waldquellen des benachbarten Frankenwalds (BEIERKUHNLEIN 1994) als deutlich differenziert bezüglich ihrer hydrochemischen und floristischen Eigenschaften. Es können Gesellschaften unterschiedlicher Klassenzugehörigkeit gefunden werden (*Montio-Cardaminetea*, *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*), deren Bestände in erster Linie durch den unterschiedlichen Wasserchemismus in ihrer Artenzusammensetzung gesteuert zu sein scheinen. Dieser ist wiederum neben der Höhenlage von den petrographischen Eigenschaften des Ausgangsgesteins abhängig. Eine erwartete Beeinflussung der hydrochemischen und mithin floristischen Eigenschaften durch die ausgeprägte Luv-Lee-Situation des Gebirges kann nicht gefunden werden.

Die Arbeit gliedert sich in die Untersuchungen der Waldquellen umliegender Mittelgebirge Frankenwald und Thüringer Wald ein (Kapitel 13 und 15 in diesem Band) und unterstreicht die vermittelnde Stellung des Hohen Thüringer Schiefergebirges zwischen diesen Mittelgebirgen.

#### 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. (1994): Waldquellfluren im Frankenwald - Untersuchungen zur reaktiven Bioindikation. Bayreuther Forum für Ökologie **10**: 253 S.
- BEIERKUHNLEIN, C. & W. GRÄSLE (1998): The influence of light regime and water chemistry on the structure of forest spring vegetation. L. BOTOSANEANU (Hrsg.): Studies in Crenobiology: 9-22. Leiden.
- GRÜNEBERG, H. & H. SCHLÜTER (1957): Waldgesellschaften im Thüringischen Schiefergebirge. Archiv für Forstwesen **6**: 861-931
- HANLE, A. (1992): Thüringer Wald und Schiefergebirge. Meyers Naturführer, Mannheim, 123 S.
- HINTERLANG, D. (1992): Vegetationsökologie der Weichwasserquellgesellschaften zentral-europäischer Mittelgebirge. Crunoecia **1**: 1-124
- HOPPE, W. & G. SEIDEL (1974): Geologie von Thüringen, Gotha, 1000 S.
- KÄSTNER, M. (1942): Über einige Waldsumpfgesellschaften, ihre Herauslösung aus den Waldgesellschaften und ihre Neueinordnung. Bot. Cbl., Beih. **61 B** (1/2): 137-207
- OBERDORFER, E. (1938): Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. **3**: 149-270
- PEINTINGER, P. (1998): Hydrochemische und vegetationskundliche Untersuchungen an Waldquellen im Thüringer Wald. Unveröff. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Biogeographie der Universität Bayreuth.
- PHILIPPI, G. (1975): Quellflurgesellschaften der Allgäuer Alpen. Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. **34**: 259-287
- PHILIPPI, G. & E. OBERDORFER (1977): Klasse: Montio-Cardaminetea Br.-Bl. et Tx. 43. Quellflurgesellschaften und Waldsümpfe. In: OBERDORFER, E. (Hrsg.): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Bd.I, 199-213, Stuttgart
- RIEDEL, R. (1999): Vergleichende Untersuchungen an Waldquellfluren des Westlichen Erzgebirges anhand floristischer und hydrochemischer Parameter. Diplomarbeit Lehrstuhl Biogeographie, 114 S., Bayreuth
- SCHILLING, W. (1963): Quartäre Erscheinungen in den Hochlagen des Thüringer Waldes und deren Bedeutung für die Hydrogeologie und die forstliche Standortskunde. Dissertation, Eberswalde, 188 S.
- SCHLÜTER, H. (1966): Vegetationsgliederung und -kartierung eines Quellengebietes im Thüringer Wald als Grundlage zur Beurteilung des Wasserhaushaltes. Arch. Natursch. Landsch. Forsch. **6**: 3-44
- SCHLÜTER, H. (1970): Vegetationskundlich-synökologische Untersuchungen zum Wasserhaushalt eines hochmontanen Quellgebietes im Thüringer Wald. Wiss. Veröff. Geogr. Inst. Dt. Akad. Wiss. N.F. **27/28**: 23-246
- SCHMIDT, J. (1994): Möglichkeiten und Grenzen der Bioindikation an Waldquellfluren des Hohen Thüringer Schiefergebirges. Diplomarbeit Lehrstuhl Biogeographie, Universität Bayreuth, Bayreuth
- SCHMIDT, J. & C. BEIERKUHNLEIN (1995): Zur Vegetation der Waldquellen im Hohen Thüringer Schiefergebirge. Crunoecia **4**: 21-43

