

Die Vegetation von Offenland-Quellbiotopen im Vorderen Odenwald

KATHARINA BÜHLMAIER & KARSTEN SCHITTEK

Kurzfassung

Um den Zustand von Quellbiotopen im baden-württembergischen Odenwald bei Wilhelmsfeld zu untersuchen, wurden insgesamt 79 Wald- und Offenlandquellen erfasst, von denen 13 Quellen monatlich gewässerkundlich beprobt und 18 Offenlandquellen vegetationskundlich untersucht wurden. Quellen sind hier von Natur aus eher nährstoffarme Standorte, doch die Wasseranalysen sowie die Ausbreitung von nährstoffbedürftigen Pflanzenarten an einigen Quellen deuten an, dass über die Einzugsgebiete der Quellen teilweise erhebliche Nährstoffmengen eingetragen werden. Dies hängt vor allem mit den Intensivierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft zusammen. Aufgrund veränderter Wirtschaftsformen geht dies häufig zusätzlich mit einer starken Trittbelastung durch Beweidung oder mit einsetzender Verbrachung von Quellstandorten einher. Das Brachfallen von Quellen begünstigt die Ausbildung von hochwüchsigen Dominanzbeständen, was zur Ausdünnung kleinwüchsiger Arten führt und viele seltene Arten der Braunseggen-Sümpfe verdrängt, welche die offenen, nährstoffarmen Feuchtstandorte ursprünglich besiedelten. Zur Untersuchung des Zustandes der Offenlandquellen wurden die Bestände daher auf ihre Gesellschaftsnähe zu den Braunseggen-Sümpfen untersucht, wobei neben Relikten der Braunseggen-Sumpf-Gesellschaften verschiedene Übergangsformen zu Sumpfdotterblumen-Wiesen, der Mädesüß-Fluren und der Großseggenriede beschrieben werden konnten, welche die Vegetation der Offenlandquellen im Untersuchungsgebiet heute prägen.

Abstract

The vegetation of open-land spring biotopes in the western Odenwald area

In order to investigate the status of spring biotopes in the western Odenwald near Wilhelmsfeld (Baden-Wuerttemberg), a total of 79 forest and open-land springs were examined, 13 of which were sampled for water analysis on a monthly basis and the vegetation of 18 open-land springs was examined. Naturally springs are nutrient poor sites, but the water analyses and the proliferation of nutrient-requiring plant species at some spring biotopes indicate that some substantial amounts of nutrients are being introduced through the catchment areas of the springs. This is mainly due to intensification measures in agriculture. Due to changed economic routines, this intensification is often accompanied by a heavy trampling damage due to grazing, or, the onset of abandonment of spring sites. The fal-

lowing of springs favours the formation of high-growth dominant plant species, which leads to the dimming of smaller-sized species and displaces many rare species of sedge-dominated wetlands that originally populated the open, nutrient-poor wetlands. To investigate the state of the open-land springs, the stocks were therefore examined for their proximity to the brown-sedge plant society, which could be described as relics of brown-sedge-marshes, various transitional forms to other related wetland plant societies, which characterize the vegetation of the open-land springs in the study area today.

Autoren

KATHARINA BÜHLMAIER, Schönbuchstraße 15/1, 74172 Neckarsulm, E-Mail: k.buehlmaier@gmx.de
Dr. KARSTEN SCHITTEK, Institut für Geographiedidaktik, Universität zu Köln, Gronewaldstr. 2, 50931 Köln, E-Mail: schittek@uni-koeln.de

1 Einleitung

Die hochspezialisierten Artengemeinschaften der Quellökotone finden im Naturschutz bis heute keine angemessene Berücksichtigung. Im Zuge der landwirtschaftlichen Intensivierung wurden Quellen häufig trockengelegt, um die Feuchtflächen nutzbar zu machen. Viele Quellen wurden drainiert, verschüttet, für die landwirtschaftliche Bewässerung oder für industrielle Zwecke genutzt. Andere Quellen wurden gefasst oder fielen durch die Absenkung des Grundwasserspiegels aufgrund von Grundwasserentnahmen für die Trinkwasserversorgung trocken (MARTIN et al. 2015). Dabei wurde lediglich der ökonomische Wert des Wassers oder der nutzbaren Flächen betrachtet, während die Bedeutung der Quelle als Lebensraum völlig außer Acht gelassen wurde. Aus diesem Grund sind Quellbiotope vor allem im landwirtschaftlich genutzten Offenland selten geworden oder verschwunden. Die verbliebenen Quellsümpfe im Offenland werden von artenreichen Lebensgemeinschaften besiedelt, die auf die feuchten und nährstoffarmen Lebensbedingungen an Quellen und eine extensive Nutzung angewiesen sind. Die Intensivierung der Landwirtschaft bedroht diese Lebensräume jedoch, da mechanische Zerstörung des Quell-

bereichs, Trockenlegung, Verbrachung und der Eintrag von Nährstoffen durch Düngung im Einzugsgebiet zu einer Verarmung des Arteninventars und zur Zurückdrängung der spezialisierten Arten führen (HURCK 1996, SCHITTEK 2006, HINTERLANG 2017). Einige dieser Arten stehen auf der Roten Liste und werden als besonders gefährdet eingestuft. Die Lebewelt der Quellen erhöht maßgeblich die regionale Biodiversität (CANTONATI et al. 2012), weshalb Quellen zu den besonders geschützten Biotopen gehören (§30 BNatSchG). Dies schützt sie jedoch nicht vor Bruchfallen und vor dem Eintrag von Schadstoffen und Düngern aus den umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen (RUTHSATZ 2016). Allerdings stehen dieser Forderung nach Schutz zumeist Wissenslücken über das jeweilige zu schützende Objekt gegenüber (DOERPINGHAUS 2003), denn die Auseinandersetzung mit Quellen durch die Wissenschaft begann im Allgemeinen erst relativ spät und konzentriert sich bis heute auf bestimmte Schwerpunktgebiete in Mitteleuropa: Schleswig-Holstein, Hessen, Bayern, Rheinland-Pfalz, Trentino-Alto Adige, den Nationalpark Graubünden, den Schweizer Jura, die Kalkalpen, den Nationalpark Gesäuse und Luxemburg (MARTIN et al. 2015).

Daneben gibt es einige regionalbezogene Arbeiten über die Vegetation und Flora von Quellen, beispielsweise von BEIERKUHNLEIN (1994, 1996), BEIERKUHNLEIN & GRÄSLE (1998), BEIERKUHNLEIN & GOLLAN (1999), AUDORFF & BEIERKUHNLEIN (1999) und AUDORFF et al. (2011). Während sich die meisten Untersuchungen auf Waldquellen und Hochgebirgsquellen beziehen, berücksichtigen DOERPINGHAUS (2003), SCHITTEK (2006) und RUTHSATZ (2016, 2000), am Beispiel von Eifel und Hunsrück, auch die Vegetation von Quellen im agrarisch genutzten Offenland.

Für den Odenwald wurden bisher noch keine Arbeiten verfasst, die ihren Schwerpunkt auf die Vegetation von Quellstandorten setzen. Allerdings wurden im Zuge der Offenlandbiotopkartierung Baden-Württembergs Artenlisten für Offenlandbiotope erstellt, die im Untersuchungsgebiet von 1995 bis 1997 durchgeführt wurden und die Quellstandorte im Untersuchungsgebiet zumindest teilweise miteinschließen. Außerdem beschrieb KNAPP (1963) die Vegetation des Odenwaldes, wobei die Quellgesellschaften aber eine untergeordnete Rolle spielen. Seither wurde in diesem Naturraum keine weitere Arbeit über die Pflanzengesellschaften von Quellen und deren Zustand publiziert.

Im Rahmen einer Zustandserfassung (BÜHLMAIER 2018) wurden 79 Quellbiotope kartiert. Davon liegen 54 Quellbiotope innerhalb des Kartenblattes Lampenhain (Deutsche Grundkarte 1:5000, Blatt 6148,17). Weitere 13 Quellbiotope liegen im Kartenblatt Ursenbach (6418,16), 8 Quellbiotope befinden sich im Kartenblatt Vorderheubach (6518,4) und 4 Quellbiotope liegen im Kartenblatt Altenbach (6518,3). Zu den Quellbachsystemen, denen die 79 Quellbiotope angehören, zählen Michelbach, Lenzenbach, Bärsbach, Leutersbach, Gernbach, Ursenbach, Steinach, Bestbach, Kleewiesengraben und Zemerwiesengraben, wobei mit 28 erfassten Objekten die meisten Quellbiotope dem Bachsystem des Michelbaches zugeordnet sind.

Der Forschungsgegenstand dieser Arbeit ist die vegetationsökologische Beschreibung von 18 nicht bewaldeten Quellgebieten innerhalb des untersuchten Gebietes. Die untersuchten Gebiete sind durch eine Vielzahl gefährdeter Pflanzenarten gekennzeichnet. Um diese Lebensräume optimal schützen und erhalten zu können, müssen die Zusammenhänge zwischen der Artenzusammensetzung und den Standortfaktoren verstanden werden. Unsere Untersuchung soll deshalb klären, in welchem Zustand sich die Vegetation der Offenlandquellen im Untersuchungsgebiet befindet und an welche ökologischen Standortbedingungen und landwirtschaftlichen Nutzungsweisen die für den Naturschutz besonders bedeutsamen Pflanzenarten gebunden sind.

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1) befindet sich im baden-württembergischen Teil des Vorderen Odenwaldes nördlich des Neckars, circa 15 km nordöstlich von Heidelberg.

Das Ausgangsgestein für die Bodenbildung bildet im Untersuchungsgebiet der Heidelberger Granit (STEIN 2001), der durch Verwitterung mehrere Meter mächtige Vergrusungszonen ausbilden kann. Auf diesem Grus entwickeln sich meist fein- bis grobkörnige und sandige, nährstoffarme und stark durchlässige Böden. Diese sind häufig von einer starken Podsolierung des Oberbodens betroffen (SCHMITT 1930), weshalb in der Regel Braunerden mit geringem Basengehalt, Podsol-Braunerden sowie flachgründige Podsol-Ranker entstehen (HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG 1958). In Geländemulden können jedoch auch günstigere Bodenverhältnisse vorherrschen, da dort das Feinmaterial von den an-

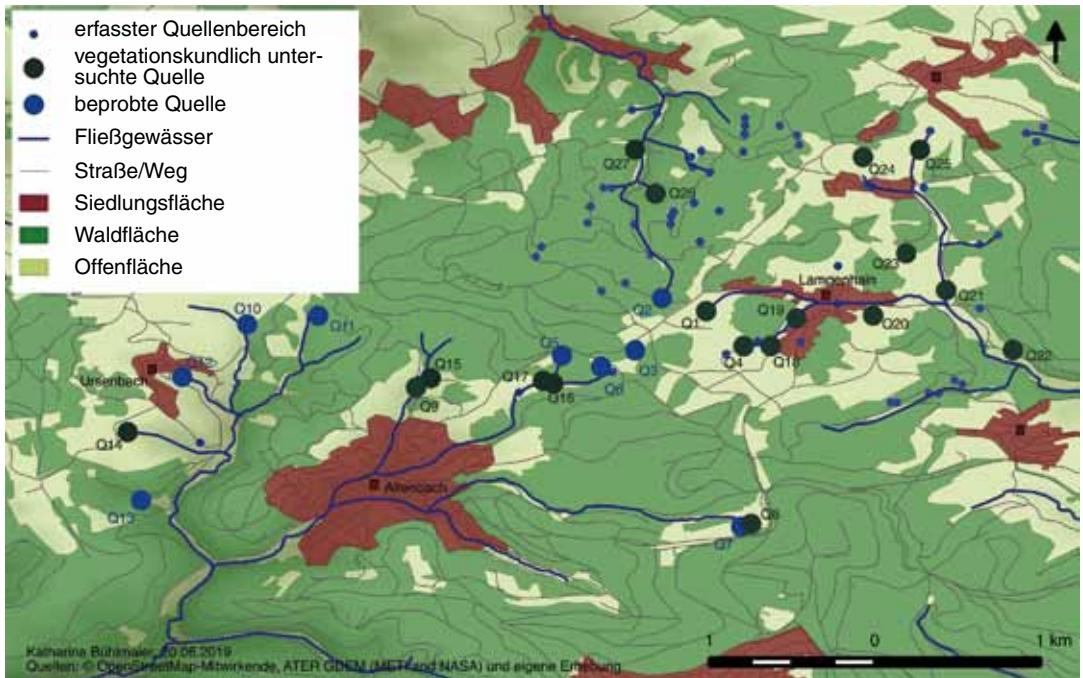


Abbildung 1. Karte aller erfassten Quellen (BÜHLMAIER 2018). Schwarze Punkte: vegetationskundlich untersuchte Quellen, blaue Punkte: hydrochemisch untersuchte Quellen, wobei Q1, Q4, Q8, Q9 sowohl hydrochemisch als auch vegetationskundlich untersucht wurden.

grenzenden Hanglagen eingetragen wird (LUBW 2014-2018). Die Wasserwegsamkeit ist im unverwitterten Kristallin an Diskontinuitäten im Gestein gebunden, weshalb die Grundwasserführung auf Klüfte und Störungszonen beschränkt ist. Dabei nimmt die Klüftigkeit mit zunehmender Tiefe ab, weshalb davon auszugehen ist, dass sich das Grundwasser im Untersuchungsgebiet vor allem in den Vergrusungszonen bewegt und nur selten eine tief reichende Wasserwegsamkeit auftritt (FRIEDRICH 2007).

Geschützt von den im Nordwesten und Norden vorgelagerten Mittelgebirgen zeichnet sich der Odenwald allgemein durch ein mildes, sommerwarmes und verhältnismäßig trockenes Mittelgebirgsklima aus (EULER 1974), wobei sich die Feuchteverhältnisse innerhalb des Naturraumes mitunter stark unterscheiden. Denn die Lage des Odenwaldes in der Westwindzone, sowie die Morphologie des Odenwaldes, bedingen hohe Niederschläge im Westen und deutlich geringere Niederschläge in den nordöstlichen Teilen des Odenwaldes. Das Untersuchungsgebiet liegt im Südwesten des Naturraumes und zeichnet sich

daher durch ein relativ feuchtes Klima aus. In unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebietes (max. 5 km Entfernung zu jeder Quelle) wurde im Odenwald bei Schriesheim im langjährigen Mittel (1961 bis 1990) ein durchschnittlicher Jahresniederschlag von 901 mm gemessen. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,6 °C. Die Anzahl der frostfreien Tage liegt bei durchschnittlich 189, wobei bis in den Mai Tagesminima unter 0 °C erreicht werden können (PIK 2009).

Im Vorderen Odenwald setzte die Intensivierung der Landwirtschaft erst in den 1960er und 1970er Jahren mit großflächigen Flurbereinigerungsverfahren ein. Nur in den Grenzertragslagen der Mittelgebirgslandschaft konnten Kleinstrukturen wie Quellfluren durch den Fortbestand extensiver Nutzungsformen bis heute überdauern. In den vergangenen Jahrzehnten erfuhr die Landwirtschaft jedoch einen starken Rückgang der Klein- und Mittelbetriebe. Ehemals traditionell bewirtschaftete Flächen wurden mit Ankauf durch größere Betriebe zunehmend intensiv bewirtschaftet oder fielen brach und begannen zu verbuschen. Waren die Einzugsgebiete der

Quellsümpfe im Odenwald zuvor durch Schafbeweidung und Mahdnutzung eher von Nährstoffarmut geprägt, so sorgte der Nährstoffeintrag durch die intensivierte Landnutzung vielerorts für einen deutlichen Anstieg des Trophiegrades der Quellstandorte, falls diese durch die Anlage von Drainagen nicht ganz beseitigt wurden (Abb. 2). Viele Pflanzen und Pflanzengesellschaften der Offenlandquellen sind seither verschwunden oder noch im Verschwinden begriffen.

3 Methodik

3.1 Vegetation

Die Grundlage für die vorliegende Untersuchung bildet die Zustandserfassung von BÜHLMAIER (2018). Hieraus wurden 18 Quellbiotope im Offenland ausgewählt, die nicht von schwerwiegenden strukturellen Veränderungen (v.a. Drainage, Quelfassung, starke Überbeweidung, Verbrachung) betroffen waren. Im Zeitraum vom 30.5.-14.6.2018 wurde die Vegetation der ausgewählten Quellbiotope (Q1, Q4, Q8, Q9, Q14-Q27) nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1928) erfasst. Innerhalb der Quellfluren wurden für jeweils 16 m² große, quadratische Ausschnitte homogener Pflanzenbestände Vegetationsaufnahmen der Höheren Pflanzen mit Deckungsschätzung erstellt, wofür die Abundanz-Dominanz-Skala nach DIERSCHKE (1994) eingesetzt wurde. Abhängig von der Größe, der Homogenität und dem Zustand der Vegetation wurden für jede Quellflur bis zu 5 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Die Bestimmung und Nomenklatur der Pflanzen richtet sich nach JÄGER (2017).

Für die Auswertung der Vegetationsaufnahmen wurden nach der von DIERSCHKE (1994) beschriebenen Methode pflanzensoziologische Tabellen erstellt. Die pflanzensoziologische Gliederung orientiert sich dabei an OBERDORFER (1983), OBERDORFER (1992) UND DIERSCHKE & BRIEMLE (2002).

3.2 Chemisch-physikalische Wasseruntersuchungen

Im Rahmen der chemisch-physikalischen Wasseranalysen wurden 4 der hier beschriebenen Quellbiotope (Q1, Q4, Q8, Q9) von November 2017 bis Juni 2018 monatlich im Zeitraum vom 17. bis 23. des jeweiligen Kalendermonates beprobt. Dabei wurden *In-situ*-Messungen durchgeführt und Proben für anschließende Laboranalysen genommen. Im Gelände wurden die Wassertemperatur und die elektrische Leitfähigkeit direkt an der Quelle gemessen. Die Quellwasserproben wurden in Polyethylenflaschen mit einem Volumen von 250 ml gefüllt. Dazu wurde das Gefäß zunächst gründlich mit Quellwasser gespült und möglichst vollständig befüllt. Das Quellwasser wurde am Quellaustritt entnommen. Falls eine Quelle zum Zeitpunkt der Beprobung keine Schüttung aufwies, wurde, wenn möglich, Wasser aus einer Pfütze mit Anzeichen fließenden Wassers in der Nähe des Quellaustritts geschöpft. Die Proben wurden jeweils innerhalb eines Tages entnommen und gekühlt ins Labor transportiert, wo sie direkt filtriert wurden und auf ihren pH-Wert und die Konzentration von Hydrogencarbonat untersucht wurden. Die filtrierten Proben wurden schließlich im Kühlschrank gela-



Abbildung 2. Anthropogen veränderte Quellaustritte im Untersuchungsgebiet. – Alle Fotos: KATHARINA BÜHLMAIER.

gert, bis die Ionenchromatographie (IC) und die Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) durchgeführt werden konnten, um die Gehalte von Chlorid, Nitrit, Bromid, Nitrat, Phosphor und Sulfat, sowie Calcium, Kalium, Magnesium und Natrium zu ermitteln.

3.3 Datenanalyse

Zur Einschätzung der Bodenfeuchte, der oberirdischen Produktivität und des Bodensäuregehalts wurden für alle Aufnahmeflächen die ungewichteten mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg berechnet (ELLENBERG et al. 1992, SCHAFFERS & ŠÝKORA 2000). Um die floristische Ähnlichkeit der Aufnahmeflächen sowie ihrer Beziehungen zu den Zeigerwerten und der elektrischen Leitfähigkeit des Quellwassers beurteilen zu können, wurde eine Kanonische Korrelationsanalyse (CCA) durchgeführt (PAST 4.03, HAMMER et al. 2001).

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Vegetation

4.1.1 Flora

Insgesamt konnten 135 verschiedene Farn- und Blütenpflanzen im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden, die ein breites ökologisches Spektrum abdecken (Tab. 1 im Anhang). Typische Vertreter der Quellstandorte sind *Agrostis canina*, *Cardamine amara*, *Chrysosplenium oppositifolium*, *Ranunculus flammula* und *Stellaria alsine*, die von vielen weiteren Nässezeigern begleitet werden. Eine hohe Stetigkeit weisen *Caltha palustris*, *Cirsium palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus* und *Scirpus sylvaticus* auf.

Von den 135 erfassten Arten stehen 18 Arten auf der Vorwarnliste oder der Roten Liste Deutschlands, Baden-Württembergs oder des Odenwaldes (Tab. 2). Hiervon gehören *Parnassia palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Dactylorhiza majalis* und *Carex canescens* zu den am meisten gefährdeten Arten, da sie in allen Listen als gefährdet oder als Sippe der Vorwarnliste eingestuft werden (Abb. 3).

Vergleicht man die Pflanzenartenlisten dieser Arbeit mit den Auflistungen der Biotopkartierung 1995, 1996 oder 1997, lässt sich feststellen, dass die Vorkommen einiger Arten der Roten Liste in den letzten 20 Jahren zurückgegangen sind. Beispielsweise kam *Menyanthes trifoliata* 1995 und 1996 noch an den Quellen Q14 und Q26/27 vor (LUBW 1995, LUBW 1996), während der Fieberklee heute in Q19 ein Relikt darstellt. Außerdem konnten im Quellbiotop Q23 *Eriophorum angu-*

Tabelle 2. Gefährdungsstufen der Arten der Roten Liste im Untersuchungsgebiet; Zeichenerklärung: O= Odenwald, BW= Baden-Württemberg, D= Deutschland, *= nicht gefährdet, V= Vorwarnliste, 3= gefährdet, 2= stark gefährdet, 1= vom Aussterben bedroht (LUDWIG & SCHNITTLER 1996, BREUNIG 2002).

Art	O	BW	D
<i>Bromus secalinus</i>	V	3	*
<i>Carex canescens</i>	3	3	V
<i>Carex echinata</i>	V	V	*
<i>Carex nigra</i>	V	V	*
<i>Carex panicea</i>	V	*	V
<i>Carex rostrata</i>	*	*	V
<i>Carex vesicaria</i>	*	*	V
<i>Dactylorhiza maculata</i>	V	*	3
<i>Dactylorhiza majalis</i>	3	3	3
<i>Eriophorum angustifolium</i>	3	3	*
<i>Luzula multiflora</i>	*	*	V
<i>Menyanthes trifoliata</i>	2	3	3
<i>Parnassia palustris</i>	1	3	3
<i>Peplis portula</i>	V	3	*
<i>Philonotis fontana</i>	*	V	V
<i>Potentilla palustris</i>	2	3	V
<i>Sanguisorba officinalis</i>	*	*	V
<i>Valeriana dioica</i>	*	*	V

stifolium und *Carex nigra* nicht wiedergefunden werden. Andererseits konnten in anderen untersuchten Quellbiotopen einige Arten der Roten Liste bestimmt werden, die auf den Artenlisten der 1990er Jahre nicht aufgeführt werden. In Q14b wurden zum Beispiel *Peplis portula*, *Parnassia palustris*, *Carex vesicaria* und *Carex echinata* gefunden, wobei darauf hingewiesen sei, dass der Quellbereich aufgrund intensiver Beweidung stark bedroht ist, was eine Gefährdung für die verbliebenen Individuen dieser Arten darstellt. Außerdem konnte in Q8, Q9 und Q15 *Carex canescens* nachgewiesen werden, die bei den Biotopkartierungen 1995, 1996 und 1997 hier nicht erfasst wurde.

4.1.2 Übersicht der Pflanzengesellschaften

- Kl. Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Nordhag.)
 - Tx. (Flach- und Zwischenmoore)
 - O. Caricetalia fuscae KOCH em. NORDHAG. (Flachmoorgesellschaften kalkarmer Standorte)
 - V. Caricion fuscae KOCH em. KLIKA (Braunseggen-Sümpfe kalkarmer Grundgebirge)



Abbildung 3. Vorkommen von *Eriophorum angustifolium* (links), *Dactylorhiza majalis* (Mitte) und *Menyanthes trifoliata* (rechts) in Quellbiotop Q19 bei Lampenhain.

Ass. Caricetum fuscae BR.-BL. (Braunseggen-Sumpf)

Kl. Phragmitetea Tx. et PRSG. (Verlandungsgesellschaften fließender und stehender Gewässer)

O. Phragmitetalia W. KOCH (Röhrichte und Großseggenriede)

V. Magnocaricion elatae W. KOCH (Großseggenriede)

Ass. Caricetum gracilis (GRAEBN. et HUECK) Tx. (Schlankseggen-Ried)

Ass. Caricetum vesicariae BR.-BL. et DENIS (Blasenseggen-Ried)

Kl. Molinio-Arrhenatheretea Tx. em. Tx. et PRSG. (Eurosibirisches Kulturgrasland)

O. Molinietales caeruleae W. KOCH (Feuchtwiesen und Hochstaudenfluren)

V. Calthion Tx. (Sumpfdotterblumen-Wiesen, Feucht- und Nasswiesen)

Ass. Crepido-Juncetum acutiflori OBERD. (Waldbinsen-Sumpf)

Scirpus sylvaticus- Gesellschaft MALOCH em. SCHWICK. (Waldsimsen-Flur)

Ass. Epilobio-Juncetum effusi OBERD. (Flutterbinsen-Gesellschaft)

Calthion-Basalgesellschaft (Sumpfdotterblumen-Gesellschaft)

V. Filipendulion ulmariae (LOHMEYER in OBERD. et al.) (Nasse Staudenfluren)

UV. Angelico-Filipendulion (Pasarage) (Engelwurz-Mädesüß-Hochstaudenfluren)

Ass. Valeriano-Filipenduletum Siss. in WESTH. et al. (Arzneibaldrian-Mädesüß-Flur)

Filipendula ulmaria-Gesellschaft (Mädesüß-Flur)

Braunseggen-Sumpf (Ass. Caricetum fuscae) (Tab. 3)

Die Gesellschaften des Caricetum fuscae (Abb. 4) sind an basenarme, stark saure und torfige Standorte gebunden und kommen natürlicherweise an Bachufern oder Sickerquellen in den höheren Lagen der Gebirge und Mittelgebirge vor (DOERPINGHAUS 2003). Zu den Assoziationskennarten gehört, neben der namensgebenden Braunsegge, die Grau-Segge (*Carex canescens*), wobei die Braunsegge (*Carex nigra*) aufgrund ihres regelmäßigen Auftretens in anderen Gesellschaften der Klasse eine eher schwache Kennart darstellt. Vielmehr kann die Assoziation durch das Auftreten von *Carex canescens* und der Verbandskennarten *Carex echinata* und *Eriophorum angustifolium* beschrieben werden (OBERDORFER 1992). Im Untersuchungsgebiet kommt *Carex canescens* insgesamt lediglich drei Mal vor, davon nur einmal innerhalb der Braunseggen Sümpfe. Dafür tritt *Carex panicea* in den von Kleinseggen geprägten Gesellschaften recht stetig auf, weshalb die Hirse-Segge für das Untersuchungsgebiet, in Anlehnung an TÜXEN (1937) und FLINTROP (1990) als weitere Kennart der Assoziation hinzugezogen wird. Insgesamt können damit 14 Bestände dem Caricetum fuscae bzw. der Subassoziation



Abbildung 4. *Caricetum fuscae*: Variante mit *Eriophorum angustifolium* (Q19).

Caricetum fuscae juncetosum acutiflori zugeordnet werden. Diese besiedeln typischerweise vor allem das extensiv genutzte Grünland, wobei die Artenvielfalt der Gesellschaften von der Intensität der Nutzung abhängt. Nach OBERDORFER (1992) vermitteln die stärker genutzten Bestände häufig zum Calthion und sind oft sehr artenreich, wobei eine sehr intensive Nutzung verbunden mit Entwässerungsmaßnahmen oder Düngung zu einer sehr starken Zunahme der Molinietalia-Arten und damit zu einer Umwandlung in Calthion-Gesellschaften führen kann (DOERPINGHAUS 2003). Gleichzeitig ist im Untersuchungsgebiet zu beobachten, dass die Deckung von *Juncus acutiflorus* in verbrachenden Beständen der Braunseggen Sümpfe zunimmt und die Kleinseggen zurückdrängt. Stete Begleiter sind neben der Waldbinse *Cirsium palustre*, *Rumex acetosa*, *Lotus uliginosus*, *Crepis paludosa*, *Galium uliginosum*, *Caltha palustris*, *Bistorta officinalis*, *Myosotis nemorosa* und *Ranunculus acris*. Innerhalb des *Caricetum fuscae juncetosum acutiflori* kann ein nährstoffarmer von einem nährstoffreichen Flügel unterschieden werden, der sich aufgrund des Auftretens von Magerkeitszeigern und mittleren Nährstoffzeigern abgrenzen lässt. Im nährstoffarmen Flügel weisen die Gesellschaften mit *Lathyrus montanus*, *Dactylorhiza maculata*, *Luzula campestris*, *Luzula multiflora*, *Parnassia palustris*, *Potentilla erecta* und *Sanguisorba minor* auf magere Standortverhältnisse hin. Zusätzlich deuten die mittleren Nährstoff-Zeigerwerte (nach ELLENBERG) mit 3,6 bis 4,2 auf eine geringe Nährstoffverfügbarkeit hin, während die Zeigerwerte des nährstoffreichen Flügels mit 4,7 bis 5,2 auf mäßig stickstoffreiche Standorte schließen las-

sen. Außerdem könnte ein Einfluss durch die Nutzungsweise bestehen, da sich der magere Flügel vor allem auf Mähwiesen befindet, während die Bestände des nährstoffreichen Flügels beweidet werden oder brachliegen.

Innerhalb des nährstoffarmen Flügels kann eine *Eriophorum angustifolium*-Variante von einer *Carex panicea*-Variante des *Caricetum fuscae juncetosum acutiflori* abgegrenzt werden, wobei sich letztere sowohl über den nährstoffarmen als auch über den gesamten nährstoffreichen Flügel erstreckt. Die Variante mit *Eriophorum angustifolium* stellt eine typische Ausprägung des *Caricetum fuscae* dar (OBERDORFER 1992), in der sich ferner *Potentilla erecta*, Torfmoose und *Valeriana dioica* vergesellschaften. *Valeriana dioica* konnte zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen leider nicht mehr angesprochen werden, da der Kleine Baldrian bereits verblüht war.

An die *Eriophorum angustifolium*-Variante schließt die Ausprägung mit *Carex panicea* an, die nach TÜXEN (1937) und FLINTROP (1990) eine bessere Nährstoff- und Basenversorgung andeutet, im Untersuchungsgebiet allerdings auch im nährstoffarmen Flügel anzutreffen ist. Zu den Differentialarten zählen *Carex panicea*, *Ranunculus flammula* und *Galium palustre*, wobei *Ranunculus flammula* fast ausschließlich im nährstoffreichen Flügel vertreten ist. Außerdem kann der Subassoziation eine Variante von *Juncus effusus* untergeordnet werden. Dabei kommt *Juncus effusus* vor allem in den beweideten oder ehemals beweideten, brachgefallenen Beständen der Braunseggen-Sümpfe vor, was dessen Indikatorfunktion als Störungszeiger widerspiegelt (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Tabelle 3. Braunseggen-Sümpfe. *Epilobium spec.*: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B = Brache, MW = Mähwiese, W = Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bezeichnung	19.1	19.2	16.1	20.5	4.1	16.2	16.3	17.3	20.3	15.3	25.2	25.3	1.2	8.2
Datum	06.06.	06.06.	30.05.	06.06.	02.06.	30.05.	30.05.	08.06.	06.06.	08.06.	13.06.	13.06.	03.06.	02.06.
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,0	6,8	6,8	7,9	7,4	7,4	7,3	7,5	7,3	6,3	6,8	7,6	7,4
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	4,8	4,8	4,6	5,0	4,7	5,1	4,9	4,5	4,5	5,0	5,2	4,8	5,1
mittlere N.-Zeigerzahl	4,0	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	3,6	4,7	4,9	5,2	5,0
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	54,7	234,6	-	-	-	54,7	-	420,0	420,0	111,5	584,3
Höhe [m üdM]	400	400	375	375	425	375	375	375	375	325	400	400	425	450
Nutzung	MW	MW	MW	B	MW	MW	MW	B	B	W	W	W	MW	B
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	95	100	100	100	100	95	100	100	100,0	95,0	100	100	100
Artenzahl	24	22	28	17	21	29	39	21	22	25	22	24	20	22
Kleinseggen														
<i>Carex pallescens</i>	.	1	1	1	.	.	1	.	1	+	.	r	1	.
AC <i>Carex nigra</i>	.	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	r	.	.
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	+	+	.	1	.	.	1	1	1	.	.
VC <i>Carex echinata</i>	.	2	1	.	.	+	1	.	.	1	.	.	r	6
<i>Carex hirta</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	2	1	.
AC <i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
D <i>Eriophorum angustifolium</i> -Variante														
D/OC <i>Eriophorum angustifolium</i>	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Menyanthes trifoliata</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex rostrata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Dactylorhiza majalis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sphagnum spec.</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Magerkeitszeiger														
<i>Lathyrus montanus</i>	+	1	1	r	1	1	1	1	1	+	.	.	.	10
<i>Luzula campestris</i>	1	+	1	1	.	.	+	.	1	1	.	.	.	7
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	1	2	1	+	.	.	.	.	.	4
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	r	.	.	.	2

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Bezeichnung	19.1	19.2	16.1	20.5	4.1	16.2	16.3	17.3	20.3	15.3	25.2	25.3	1.2	8.2	
Datum	06.06.	06.06.	30.05.	06.06.	02.06.	30.05.	30.05.	08.06.	06.06.	08.06.	13.06.	13.06.	03.06.	02.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,0	6,8	6,8	7,9	7,4	7,4	7,3	7,5	7,3	6,3	6,8	7,6	7,4	
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	4,8	4,8	4,6	5,0	4,7	5,1	4,9	4,5	4,5	5,0	5,2	4,8	5,1	
mittlere N.-Zeigerzahl	4,0	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	3,6	4,7	4,9	5,2	5,0	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	54,7	234,6	-	-	-	-	54,7	-	420,0	420,0	111,5	584,3
Höhe [m üdM]	400	400	375	375	425	375	375	375	375	325	400	400	425	450	
Nutzung	MW	MW	MW	B	MW	MW	MW	B	B	W	W	W	MW	B	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	95	100	100	100	100	95	100	100	100,0	95,0	100	100	100	
Artenzahl	24	22	28	17	21	29	39	21	22	25	22	24	20	22	
<i>Dactylorhiza maculata</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Luzula multiflora</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sanguisorba minor</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
D <i>Carex panicea</i> -Variante	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Galium palustre</i>	.	.	.	.	1	1	1	2	2	1	.	1	.	2
<i>Carex panicea</i>	.	.	1	1	1	1	1	.	1	.	+	.	.	7	
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	1	+	4
D <i>Juncus effusus</i> -Variante	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	2	1	6
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Stör-/Nährstoffzeiger	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	r	1	5
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
D SubAss. <i>juncetosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Juncus acutiflorus</i>	3	3	3	2	3	3	3	.	2	3	.	1	1	2	
<i>Cirsium palustre</i>	r	+	r	.	r	.	+	1	2	1	+	2	.	2	
<i>Rumex acetosa</i>	r	+	1	+	r	1	1	.	.	.	r	r	.	10	
<i>Lotus uliginosus</i>	1	1	2	.	2	2	1	.	1	2	.	.	+	1	

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bezeichnung	19.1	19.2	16.1	20.5	4.1	16.2	16.3	17.3	20.3	15.3	25.2	25.3	1.2	8.2
Datum	06.06.	06.06.	30.05.	06.06.	02.06.	30.05.	30.05.	08.06.	06.06.	08.06.	13.06.	13.06.	03.06.	02.06.
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,0	6,8	6,8	7,9	7,4	7,4	7,3	7,5	7,3	6,3	6,8	7,6	7,4
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	4,8	4,8	4,6	5,0	4,7	5,1	4,9	4,5	4,5	5,0	5,2	4,8	5,1
mittlere N.-Zeigerzahl	4,0	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	3,6	4,7	4,9	5,2	5,0
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	54,7	234,6	-	-	-	54,7	-	420,0	420,0	111,5	584,3
Höhe [m üdM]	400	400	375	375	425	375	375	375	375	325	400	400	425	450
Nutzung	MW	MW	MW	B	MW	MW	MW	B	B	W	W	W	MW	B
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	95	100	100	100	100	95	100	100	100,0	95,0	100	100	100
Artenzahl	24	22	28	17	21	29	39	21	22	25	22	24	20	22
<i>Crepis paludosa</i>	2	1	.	.	.	.	+	+	1	.	.	1	.	1
<i>Galium uliginosom</i>	2	2	.	.	.	.	+	1	2	1	.	.	.	+
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	1	1
<i>Bistorta officinalis</i>	2	2	.	3	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	.	+	.	.	1	1	.	.	.	.	2	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	1	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	3
Arten der Quellen														
<i>Glyceria fluitans</i>	1	.	1	.	1	1	.	.	1	.	.	1	2	+
<i>Stellaria alsine</i>	.	.	.	.	.	r	1	1	.	1	.	r	1	1
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	2
<i>Cardamine amara</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
V Arten des Caricion fuscae														
OC/VC <i>Agrostis canina</i>	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	2	1
Arten des Magnocaricion														
<i>Carex acuta</i>	.	.	.	1	1	1	2	2	.	.	.	.	1	.
<i>Equisetum fluviatile</i>	+	+	.	.	.	.	r	.	1	.	.	.	1	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Arten der Molinietalia														
<i>Holcus lanatus</i>	1	1	2	.	1	1	2	2	.	1	2	1	2	+

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Bezeichnung	19.1	19.2	16.1	20.5	4.1	16.2	16.3	17.3	20.3	15.3	25.2	25.3	1.2	8.2	
Datum	06.06.	06.06.	30.05.	06.06.	02.06.	30.05.	30.05.	08.06.	06.06.	08.06.	13.06.	13.06.	03.06.	02.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,0	6,8	6,8	7,9	7,4	7,4	7,3	7,5	7,3	6,3	6,8	7,6	7,4	
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	4,8	4,8	4,6	5,0	4,7	5,1	4,9	4,5	4,5	5,0	5,2	4,8	5,1	
mittlere N.-Zeigerzahl	4,0	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	3,6	4,7	4,9	5,2	5,0	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	54,7	234,6	-	-	-	-	54,7	-	420,0	420,0	111,5	584,3
Höhe [m üdM]	400	400	375	375	425	375	375	375	375	325	400	400	425	450	
Nutzung	MW	MW	MW	B	MW	MW	MW	B	B	W	W	W	MW	B	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	95	100	100	100	100	95	100	100	100,0	95,0	100	100	100	
Artenzahl	24	22	28	17	21	29	39	21	22	25	22	24	20	22	
<i>Filipendula ulmaria</i>	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	.	.	2	11	
<i>Sanguisorba officinalis</i>	1	1	2	2	.	1	2	.	1	+	2	.	1	10	
<i>Scirpus sylvaticus</i>	.	.	.	1	1	1	1	1	2	3	.	.	1	10	
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	.	1	.	8	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	1	1	.	.	1	+	.	2	.	+	.	.	7	
<i>Plantago lanceolata</i>	.	1	1	.	.	1	1	.	.	+	.	.	.	5	
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	3
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2
<i>Galium mollugo</i> agg.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Cerastium holosteoides</i> subsp. <i>vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1
Begleiter	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium</i> spec.	1	.	1	.	1	.	1	+	.	+	.	+	.	8	
<i>Stellaria graminea</i>	.	+	1	r	.	1	1	+	1	3	.	.	.	8	
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	.	.	r	.	+	.	.	1	1	.	5
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	1	.	.	1	+	.	.	1	.	.	.	4	

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bezeichnung	19.1	19.2	16.1	20.5	4.1	16.2	16.3	17.3	20.3	15.3	25.2	25.3	1.2	8.2
Datum	06.06.	06.06.	30.05.	06.06.	02.06.	30.05.	30.05.	08.06.	06.06.	08.06.	13.06.	13.06.	03.06.	02.06.
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,0	6,8	6,8	7,9	7,4	7,4	7,3	7,5	7,3	6,3	6,8	7,6	7,4
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	4,8	4,8	4,6	5,0	4,7	5,1	4,9	4,5	4,5	5,0	5,2	4,8	5,1
mittlere N.-Zeigerzahl	4,0	3,9	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,2	3,6	4,7	4,9	5,2	5,0
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	54,7	234,6	-	-	-	54,7	-	420,0	420,0	111,5	584,3
Höhe [m üdM]	400	400	375	375	425	375	375	375	375	325	400	400	425	450
Nutzung	MW	MW	MW	B	MW	MW	MW	B	B	W	W	W	MW	B
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	95	100	100	100	100	95	100	100	100,0	95,0	100	100	100
Artenzahl	24	22	28	17	21	29	39	21	22	25	22	24	20	22
Stgk.														
<i>Valeriana officinalis</i>	.	.	1	.	+	2	1	.	.	.	.	.	.	4
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	2
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2
<i>Acer pseudoplatanus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Epiobium hirsutum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Glyceria declinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Holcus mollis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1

Großseggenriede (*V. Magnocaricion elatae*) (Tab. 4)

Die Großseggenriede besiedeln flach überschwemmte Standorte, die gelegentlich trocken fallen. Sie stehen damit in einem engen Kontakt zum Calthion-Verband. Als Verbandscharakterarten nennt POTT (1995) *Galium palustre* und *Lysimachia vulgaris*. Die Assoziationen werden anhand der Dominanz einzelner Großseggen unterschieden (DOERPINGHAUS 2003). *Carex acuta* (Schlank-Segge) und *Carex vesicaria* (Blasen-Segge) sind die dominierenden Seggen, welche durch ihre hohe Deckung die Assoziationen Caricetum gracilis (Schlankseggen-Ried) und Caricetum vesicariae (Blasenseggen-Ried) charakterisieren. Insgesamt konnten dem Magnocaricion elf Bestände zugeordnet werden, von denen acht dem Caricetum vesicariae und drei dem Caricetum gracilis angehören. In allen Aufnahmen sind, neben den Großseggen, *Scirpus sylvaticus*, *Filipendula ulmaria* und *Caltha palustris* stet vertreten, weshalb eine übergeordnete *Scirpus sylvaticus*-Variante vorgeschlagen wird, die durch die genannten Arten charakterisiert wird und andeutet, dass die Bestände zum Calthion vermitteln. Außerdem gibt es zwei Subvarianten, die aufgrund des Vorkommens von Nährstoff- bzw. Magerkeitszeigern unterschieden werden. In der *Potentilla palustris*-Subvariante deuten neben dem namensgebenden Sumpf-Blutauge auch *Parnassia palustris*, *Equisetum sylvaticum* und *Equisetum palustre* auf einen nährstoffarmen Standort hin, was sich zusätzlich in der mittleren Nährstoffzeigerzahl der zugehörigen Aufnahmen bemerkbar macht (Aufnahmen 1, 2; Tab. 4). Dem gegenüber steht die nährstoffreiche Subvariante mit *Galium aparine*, *Epilobium ciliatum*, *Calystegia sepium* und *Urtica dioica*.

Sumpfdotterblumenwiesen, Feucht- und Nasswiesen (*V. Calthion palustris*) (Tab. 5)

Die Pflanzengesellschaften der meisten erfassten Offenlandquellen gehören dem Calthion-Verband an und weisen häufig eine floristische Verwandtschaft mit den Klein- und Großseggenrieden auf, aus denen sich die Calthion-Gesellschaften entwickelt haben (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002, DOERPINGHAUS 2003). KNAPP (1963) beschreibt die Ausbildungsform der Seggen-Sumpfdotterblumenwiese, die durch das Auftreten der im Odenwald vertretenen Arten der Kleinseggenrasen (z. B. mit *Carex panicea*, *Agrostis canina*) gekennzeichnet sind. Zu den Arten, die nach DIERSCHKE & BRIEMLE (2002) ei-

nen Schwerpunkt im Calthion zeigen, gehören *Agrostis canina*, *Bistorta officinalis*, *Bromus racemosus*, *Caltha palustris*, *Carex acuta*, *Carex nigra*, *Crepis paludosa*, *Dactylorhiza majalis*, *Juncus acutiflorus*, *Juncus conglomeratus*, *Juncus effusus*, *Lotus uliginosus*, *Lychnis flos-cuculi*, *Ranunculus flammula* und *Scirpus sylvaticus*. Allerdings können die Gesellschaften, abhängig von den Standorteigenschaften, mitunter sehr unterschiedliche Ausprägungen aufweisen (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002).

Die von *Juncus acutiflorus* beherrschten Gesellschaften werden in der Pflanzensoziologie als Crepido-Juncetum acutiflori bezeichnet und dem Calthion-Verband zugeordnet (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Die Gesellschaft wird über die Dominanz der Waldbinse charakterisiert, mit der sich weitere Arten des Calthion, sowie Ordnungs- und Klassencharakterarten der Molinietalia und des Molinio-Arrhenateretea vergesellschaften. Im Untersuchungsgebiet weist das Crepido-Juncetum acutiflori eine enge Verzahnung zu den *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaften des Calthion, dem Filipendulion und den Kleinseggenrieden auf. Die Beziehung zur *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft und dem Filipendulion wird durch die Stetigkeit von *Filipendula ulmaria* und *Scirpus sylvaticus* innerhalb der Waldbinsenbestände deutlich, während sich die Vermittlung zu den Kleinseggenrieden in der nährstoffarmen *Carex nigra*-Variante (Tab. 5) zeigt. In der *Carex nigra*-Variante des Crepido-Juncetum acutiflori kommen *Carex nigra*, *Carex echinata*, *Carex pallescens*, *Carex ovalis*, *Juncus conglomeratus*, *Luzula campestris*, *Parnassia palustris* und *Stellaria graminea* vor, womit einige Charakterarten des Caricetum fuscae vertreten sind (*Carex echinata*, *Carex nigra*, *Carex panicea*). In Aufnahme 1 weisen die Molinietalia-Arten *Filipendula ulmaria* und *Scirpus sylvaticus* neben der Waldbinse eine hohe Deckung auf. *Carex panicea* tritt innerhalb des Crepido-Juncetum acutiflori nur in Aufnahme 6 auf, wobei es sich um vereinzelte Exemplare der Hirse-Segge handelt, und der Bestand deutlich von *Juncus acutiflorus* dominiert wird. Auch in Aufnahme 5 (mit *Carex nigra*) dominiert die Waldbinse, wobei dieser Bestand wegen der relativ hohen Deckung von *Carex acuta* außerdem zum Caricetum gracilis vermittelt. Generell besiedelt das Crepido-Juncetum acutiflori sickernasse, aber gut durchlüftete, nicht allzu nährstoffarme, humose und oft sandige Tonböden (OBERDORFER 1983). Dies zeigt sich auch im Untersuchungsgebiet, wo die mittleren Feuchte-

Tabelle 4. Magnocaricion. *Epilobium spec.*: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B = Brache, MW = Mähwiese, W = Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bezeichnung	26.2	26.1	20.2	14.a2	17.1	17.2	18.4	18.3	20.4	21.1	
Datum	14.06.	14.06.	06.06.	09.06.	08.06.	08.06.	06.06.	06.06.	06.06.	06.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	8,2	7,8	7,9	7,0	7,9	7,9	7,7	7,4	8,3	7,5	
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	5,1	5,3	5,9	5,0	5,1	5,6	5,2	5,0	4,6	
mittlere N.-Zeigerzahl	3,3	3,1	4,6	5,4	4,9	4,3	5,1	4,6	3,8	3,6	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	112,2	112,2	54,7	-	-	-	235,0	235,0	54,7	-	
Höhe [m üdM]	325	325	375	325	375	375	425	425	375	350	
Nutzung	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MW	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Artenzahl	17	13	12	10	11	16	8	7	12	10	Stgk.
AC <i>Carex vesicaria</i>	3	2	3	.	.	.	2	3	3	2	7
AC <i>Carex acuta</i>	.	.	1	3	3	2	.	.	.	.	4
D <i>Potentilla palustris</i> -Subvariante											
KC <i>Potentilla palustris</i>	r	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Parnassia palustris</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Equisetum sylvaticum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Equisetum palustre</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
D Nährstoffreiche Subvariante											
<i>Galium aparine</i>	.	.	+	.	1	1	2	.	.	.	4
<i>Epilobium ciliatum</i>	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	2
<i>Calystegia sepium</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1
D <i>Scirpus sylvaticus</i> -Variante											
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	2	3	2	3	2	3	1	1	2	10
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	1	3	3	2	2	2	2	1	8
<i>Caltha palustris</i>	1	.	2	.	2	2	2	2	2	.	7
Arten der Quellen							.				
<i>Agrostis canina</i>	.	.	1	.	1	1	.	.	2	2	5
<i>Stellaria alsine</i>	1	2	.	.	r	.	.	.	.	.	3
<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
V Arten des Magnocaricion											
VC <i>Galium palustre</i>	r	.	r	.	.	2	.	.	1	.	4
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	1	+	+	.	1	.	4
VD <i>Lysimachia vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
Arten der Molinietalia											
<i>Juncus acutiflorus</i>	2	2	.	1	2	2	.	.	1	1	7
<i>Cirsium palustre</i>	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	4

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bezeichnung	26.2	26.1	20.2	14.a2	17.1	17.2	18.4	18.3	20.4	21.1	
Datum	14.06.	14.06.	06.06.	09.06.	08.06.	08.06.	06.06.	06.06.	06.06.	06.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	8,2	7,8	7,9	7,0	7,9	7,9	7,7	7,4	8,3	7,5	
mittlere R.-Zeigerzahl	5,2	5,1	5,3	5,9	5,0	5,1	5,6	5,2	5,0	4,6	
mittlere N.-Zeigerzahl	3,3	3,1	4,6	5,4	4,9	4,3	5,1	4,6	3,8	3,6	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	112,2	112,2	54,7	-	-	-	235,0	235,0	54,7	-	
Höhe [m üdM]	325	325	375	325	375	375	425	425	375	350	
Nutzung	B	B	B	B	B	B	B	B	B	MW	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Artenzahl	17	13	12	10	11	16	8	7	12	10	Stgk.
<i>Juncus effusus</i>	1	3	.	.	.	.	.	.	.	2	3
<i>Lotus uliginosus</i>	2	2	.	.	.	1	.	.	.	.	3
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Galium uliginosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	1
Arten der Molinio-Arrhenatheretea											
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	+	.	.	1	.	.	.	+	3
<i>Bistorta officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Prunella vulgaris</i>	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1
Begleiter											
<i>Epilobium angustifolium</i>	1	.	1	+	+	1	1	2	1	1	10
<i>Epilobium spec.</i>	r	1	.	1	.	.	.	.	.	.	3
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	2
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Impatiens noli-tangere</i>	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Rumex crispus</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Silene dioica</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1

Zeigerwerte zwischen 6,5 bis 7,8 auf sehr frische bis feuchtnasse Standorte hindeuten. Auch die mittleren Nährstoff-Zeigerwerte der Bestände, die zwischen 4,0 und 5,4 schwanken, stimmen mit der Beschreibung von OBERDORFER (1983) überein. Tendenziell lassen die mittleren Nährstoff-Zeigerwerte außerdem darauf schließen, dass die Standorte der *Carex nigra*-Ausbildung

etwas nährstoffärmer sind. Zuletzt sei darauf hingewiesen, dass die Gesellschaft fast ausschließlich bewirtschaftete Sekundärstandorte besiedelt (OBERDORFER 1983). Im Untersuchungsgebiet kommen die Gesellschaften auf Weiden, Mähwiesen und Brachen vor, wobei die beweideten Flächen ausschließlich extensiv genutzt werden (Abb. 5).



Abbildung 5. Waldbinsensümpfe (Q22).

Tabelle 5. Waldbinsensümpfe. *Epilobium* spec.: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B = Brache, MW = Mähwiese, W = Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bezeichnung	15.5	15.4	22.4	4.4	18.5	19.3	16.4	22.1	1.1	4.3	21.3	
Datum	08.06.	08.06.	08.06.	02.06.	06.06.	06.06.	06.06.	30.05.	08.06.	03.06.	02.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,1	7,1	6,5	7,8	7,5	7,1	7,7	7,2	7,4	7,1	6,8	
mittlere R.-Zeigerzahl	4,5	4,3	5,1	5,2	4,7	4,8	4,8	5,6	4,8	6,0	4,4	
mittlere N.-Zeigerzahl	4,1	4,2	5,4	4,5	4,2	4,2	3,9	5,1	5,2	4,8	4,5	
Leitfähigkeit [μ S/cm]	-	-	94,5	234,6	235,0	-	-	94,5	111,5	234,6	-	
Höhe [m üdM]	325	325	350	425	425	400	375	350	425	425	350	
Nutzung	W	W	MW	MW	B	MW	MW	B	MW	MW	MW	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	100	100	100	100	100	95	95	90	100	100	100	
Artenzahl	23	28	26	18	12	17	21	21	11	17	6	Stgk.
<i>Juncus acutiflorus</i>	3	4	2	4	4	3	2	3	3	3	5	11
D <i>Carex nigra</i> -Subvariante												
<i>Carex pallescens</i>	1	1	1	.	+	1	5
<i>Carex nigra</i>	.	r	.	1	+	.	+	4
<i>Stellaria graminea</i>	r	.	+	.	.	1	3
<i>Carex echinata</i>	1	1	.	.	.	+	3

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bezeichnung	15.5	15.4	22.4	4.4	18.5	19.3	16.4	22.1	1.1	4.3	21.3	
Datum	08.06.	08.06.	08.06.	02.06.	06.06.	06.06.	30.05.	08.06.	03.06.	02.06.	06.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,1	7,1	6,5	7,8	7,5	7,1	7,7	7,2	7,4	7,1	6,8	
mittlere R.-Zeigerzahl	4,5	4,3	5,1	5,2	4,7	4,8	4,8	5,6	4,8	6,0	4,4	
mittlere N.-Zeigerzahl	4,1	4,2	5,4	4,5	4,2	4,2	3,9	5,1	5,2	4,8	4,5	
Leitfähigkeit [µS/cm]	-	-	94,5	234,6	235,0	-	-	94,5	111,5	234,6	-	
Höhe [m üdM]	325	325	350	425	425	400	375	350	425	425	350	
Nutzung	W	W	MW	MW	B	MW	MW	B	MW	MW	MW	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	100	100	100	100	100	95	95	90	100	100	100	
Artenzahl	23	28	26	18	12	17	21	21	11	17	6	Stgk.
<i>Carex ovalis</i>	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Luzula campestris</i>	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Potentilla erecta</i>	1	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Carex panicea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1
mäßig nährstoffversorgte Variante												
<i>Carex hirta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	2
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	1	.	2
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	2
<i>Galium mollugo</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
D Variante <i>Filipendula ulmaria-Scirpus sylvaticus</i>												
<i>Filipendula ulmaria</i>	3	2	2	2	2	2	3	2	1	1	2	11
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	2	.	1	1	.	3	1	1	.	.	7
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	.	.	.	1	.	r	.	+	.	3
Arten der Quellen												
<i>Stellaria alsine</i>	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	4
<i>Ranunculus repens</i>	1	2	1	.	.	.	2	.	.	.	.	4
V Arten des Calthion												
<i>Lotus uliginosus</i>	2	1	+	1	+	.	1	+	.	1	.	8
<i>Bistorta officinalis</i>	.	1	1	1	2	+	.	r	.	2	.	7
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	+	.	+	.	+	+	+	.	1	.	7
<i>Carex acuta</i>	1	.	.	1	.	.	2	.	.	+	.	4
<i>Caltha palustris</i>	.	.	.	r	.	.	1	.	.	.	.	2
<i>Ajuga reptans</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Juncus effusus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
O Arten der Molinietalia												
<i>Cirsium palustre</i>	r	2	.	.	+	2	+	2	.	+	.	7
<i>Galium uliginosum</i>	1	1	.	.	.	2	.	2	.	.	.	4

Waldsimsen-Flur (*Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft) (Tab. 6)

Die Waldsimsen-Gesellschaften besiedeln ebenfalls anthropogen beeinflusste Sekundärstandorte, wobei *Scirpus sylvaticus* die Waldbinse in wasserzügigen, etwas basen- und nährstoffreicheren Quellfluren meist zurückdrängt. Die Gesellschaft ist soziologisch nur schwach charakterisiert und aufgrund des steten Vorkommens der Waldsimse im gesamten Calthion lediglich an der Dominanz von *Scirpus sylvaticus* zu erkennen. Daneben kann in der Waldsimsen-Gesellschaft *Bistorta officinalis* stet auftreten (OBERDORFER 1983), was im Untersuchungsgebiet allerdings nicht der Fall ist. Anstelle dessen ist *Juncus acutiflorus* ein steter Vertreter in den Waldsimsen-Sümpfen, was den engen Kontakt zu den Waldbinsen-Gesellschaften widerspiegelt. Insgesamt konnten den Waldsimsen-Sümpfen im Untersuchungsgebiet 14 Aufnahmen zugeordnet werden, von denen vier Bestände eine Beziehung zum Caricion fuscae aufweisen. Dieser Kontakt wird in der *Carex nigra*-Variante deutlich, in der neben *Carex nigra* außerdem *Carex echinata*, *Carex canescens*, *Carex hirta*, *Potentilla erecta* und *Parnassia palustris* vertreten sind.

An diese nährstoffarme Variante der *Scirpus sylvaticus*-Gesellschaft schließt die nährstoffreiche Variante mit *Epilobium angustifolium*, *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Crepis paludosa* und *Poa trivialis* an. Neben dem Vorkommen dieser Nährstoffzeiger liegen mit Ausnahme von Aufnahme 5 außerdem die mittleren Nährstoff-Zeigerwerte in dieser Variante etwas höher als in der Variante mit *Carex nigra*. Außerdem tritt *Juncus acutiflorus* unter erhöhtem Nährstoffeinfluss zurück, während *Filipendula ulmaria* in den nährstoffreicheren Gesellschaften stet auftritt. Die Bestände in den Aufnahmen 4 bis 6 vermitteln zum Magnocaricion.

Flutterbinsen-Gesellschaft

(Ass. Epilobio-Juncetum effusi) (Tab. 7)

Diese von *Juncus effusus* beherrschte Gesellschaft ist ebenfalls nur schwach charakterisiert und synsystematisch umstritten (OBERDORFER 1983). DIERSCHKE & BRIEMLE (2002) gliedern die *Juncus effusus*-Gesellschaft an den Calthion-Verband an, dem in dieser Arbeit gefolgt wird. *Juncus effusus* besiedelt als Störungszeiger häufig eutrophierte Feuchtweiden und durch Viehtritt gestörte Standorte. So können sich die Flutterbinsen-Gesellschaften unter anderem auf beweideten Caricion fuscae-Flachmooren entwi-

ckeln. Insgesamt werden dem Epilobio-Juncetum effusi im Rahmen dieser Arbeit fünf Aufnahmen zugeordnet (Aufnahmen 1-5), von denen drei Bestände unter dem Einfluss von Beweidung stehen. Außerdem besteht im Untersuchungsgebiet eine enge Beziehung zu den Waldsimsen-Sümpfen, da *Scirpus sylvaticus* mit einer hohen Stetigkeit und Deckung in den Flutterbinsen-Gesellschaften auftritt. Als quellige Variante des Epilobio-Juncetum effusi treten *Stellaria alsine* und *Ranunculus flammula* als Arten der Quellen hinzu. Daneben gibt es eine nährstoffreiche Variante mit *Urtica dioica* und *Galium aparine*, wobei beide Varianten aufgrund der geringen Anzahl der Aufnahmen nur schwach charakterisiert sind.

Calthion-Basalgesellschaft

Die verbleibende Gesellschaft in Tab. 7 (Aufnahme 6) wird der Calthion-Basalgesellschaft zugeordnet, da sie keiner anderen Assoziation innerhalb des Calthion zugeordnet werden konnte, mit der hohen Deckung von *Bistorta officinalis* jedoch eine eindeutige Zugehörigkeit zum Calthion aufweist. Außerdem sind mit *Scirpus sylvaticus*, *Agrostis canina*, *Lotus uliginosus* und *Angelica sylvestris* weitere Verbandskennarten in diesem Bestand vertreten.

Nasse Staudenfluren (V. Filipendulion ulmariae) (Tab. 8)

Dem Filipendulion werden die nassen Hochstaudenfluren zugeordnet, die sich durch ausbleibende Mahd auf Nasswiesen oder an selten gemähten Wiesenrändern entwickeln (DIERSCHKE & BRIEMLE 2002). Außerdem können sich die nassen Staudenfluren durch Grundwasserabsenkungen aus Gesellschaften des Magnocaricion entwickeln, wobei hierfür eine regelmäßige Nährstoffzufuhr gewährleistet sein muss (OBERDORFER 1983).

DIERSCHKE & BRIEMLE (2002) beschreiben innerhalb des Filipendulion ferner den Unterverband Angelico-Filipendulion, dem die Zentralassoziationen Filipendulo-Geranietum palustris und Valeriano-Filipenduletum angehören. Diesen ist zusätzlich die ranglose *Filipendula ulmaria*-Gesellschaft angegliedert, der im Untersuchungsgebiet vier von fünf Beständen zugeordnet wird. Zu den Differentialarten des Unterverbandes gehören *Bistorta officinalis*, *Caltha palustris* und *Scirpus sylvaticus*, wobei diese nicht sehr stet vorkommen. Stattdessen ist *Juncus acutiflorus* ein steter Vertreter in den von *Filipendula ulmaria* dominierten Gesellschaften des Untersuchungs-

gebietes. Die Assoziation Valeriano-Filipenduletum ist durch das Hervortreten von *Valeriana procurrens* charakterisiert, wobei dieser östlich des Schwarzwaldes teilweise durch *Valeriana officinalis* ersetzt wird (OBERDORFER 1983). Im Untersuchungsgebiet tritt *Valeriana officinalis* lediglich in Aufnahme 1 auf, begleitet von *Bistorta officinalis* und *Caltha palustris*. Die übrigen Gesellschaften, in denen die Nährstoffzeiger *Galium aparine*, *Epilobium angustifolium* und *Epilobium spec.* vorkommen, werden der ranglosen *Filipendula ulmaria*-Gesellschaft zugeordnet.

4.1.3 Ordination

Alle in den Vegetationstabellen aufgeführten Pflanzenlisten mit ihren Zeigerwerten nach Ellenberg sowie den gemessenen elektrischen Leitfähigkeitswerten wurden einer Kanonischen Korrelationsanalyse unterzogen. In Abb. 6 sind die Vegetationsaufnahmen im Ordinationsraum dargestellt. Anhand der Vektoren der Zeigerwerte kann Achse 1 als Gradient für die Bodenreaktion charakterisiert werden. Achse 2 gibt Nährstoff- und Bodenfeuchteverhältnisse wieder. Die den Braunseggenstümpfen zugeordneten Aufnahmen ordnen sich auf der linken Seite des Ordinationsdiagramms an. Die Waldbinsensümpfe leiten zu

den nährstoffbedürftigeren Gesellschaften der Sumpfdotterblumenwiesen über. Die untere Hälfte scheint durch zunehmenden Bracheinfluss charakterisiert zu sein.

4.2 Wasseranalysen

Quellen sind Grundwasseraustritte und dementsprechend spiegelt das Quellwasser die Grundwasserbeschaffenheit der Einzugsgebiete einer Quelle wider. Die Stoffgehalte des Grundwassers hängen dabei von dessen Wechselwirkungen mit der grundwasserführenden Gesteinsschicht einerseits und den Wechselwirkungen des Sickerwassers mit den Deckschichten andererseits ab. Das Sickerwasser wird dabei durch Stoffeinträge aus der Landwirtschaft, Streusalzabbringung, sauren Regen und Abwassereinträge mitunter stark beeinflusst (KUNKEL et al. 2002).

Auf derartige Einflüsse wurden die beprobten Quellen untersucht. Als Orientierung für die Natürlichkeit der Stoffzusammensetzung der untersuchten Quellwasserproben dienen die Angaben in Tab. 9.

Die elektrische Leitfähigkeit spiegelt als einfach zu messende Größe die Gehalte der als Nährstoffe wirksamen Ionen der Quellwasser wider,

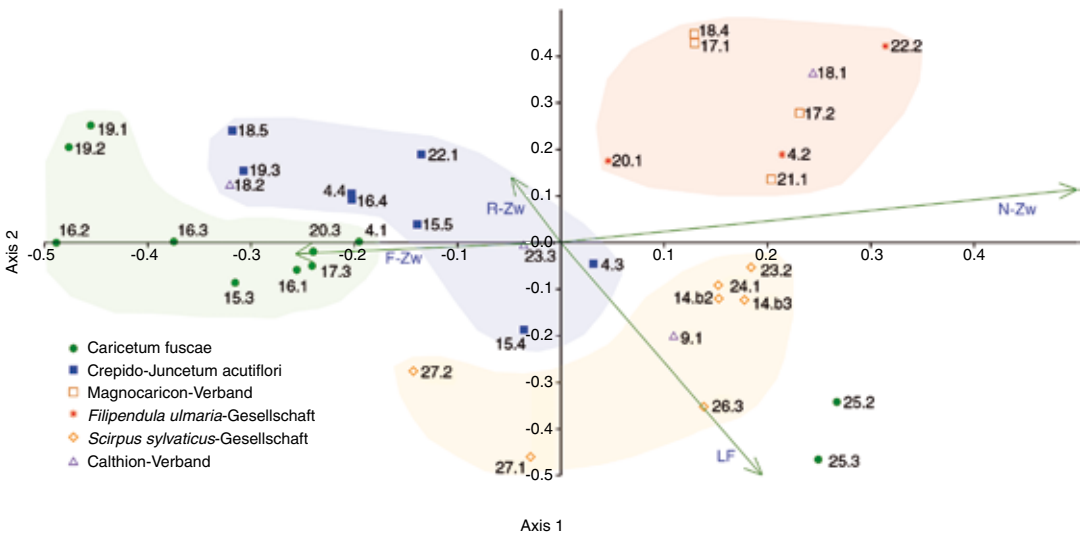


Abbildung 6. Ergebnis einer Kanonischen Korrelationsanalyse (CCA) der Vegetation der untersuchten Quellbiotope und ihrer Beziehung zu den Ellenberg-Zeigerwerten und der an den Quellaustritten gemessenen elektrischen Leitfähigkeit. Eigenwert Achse 1: 0,158, Eigenwert Achse 2: 0,117. LF: elektrische Leitfähigkeit, R-Zw: Reaktionszeigerwert, F-Zw: Feuchtezeigerwert, N-Zw: Nährstoffzeigerwert. Nummern: Bezeichnung der Vegetationsaufnahmen (siehe Tab. 3-8).

Tabelle 9. Grenzbereiche der Ionengehalte unbelasteten Grundwassers auf silikatischem Ausgangsgestein (KUNKEL et al. 2002).

Ion	Grenzbereich [mg/l]
Hydrogencarbonat	-
Nitrat	10-30
Sulfat	20-50
Natrium	50
Chlorid	10-30
Calcium	50
Magnesium	30
Kalium	5

sofern man Straßenabwasser als Einflussgröße ausschließen kann. RUTHSATZ (2000) nennt als Grenzwert zwischen nährstoffarmen und meso- bis eutrophen Quellfluren der Agrarlandschaft im westlichen Hunsrück eine Leitfähigkeit von 130-170 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.2.1 Quelle Q1

Q1 ist eine vollb esonnte Sickerquelle mittlerer Schüttung (Abb. 7), die im Sommer jedoch keinen Abfluss aufweist und daher als periodischer Grundwasseraustritt anzusehen ist. Insgesamt liegen für die Quelle sieben Messergebnisse vor. Im Mai hatte die Schüttung bereits deutlich abgenommen und im Juni wurde die Quelle völlig trocken vorgefunden, sodass keine Beprobung und Messung möglich war. Im Temperaturverlauf des Quellwassers zeichnet sich ein Bezug zu der Lufttemperatur ab (Abb. 8). Der Hydrogencarbonat-Gehalt liegt bis März 2018 unter 20 mg/l und steigt bis Mai auf fast 60 mg/l an. Verbunden mit dem Rückgang des Nitratgehaltes ist diese Erhöhung ein Indikator für einen Nitratabbau, da Nitrat bis März in höherer Konzentration vorkommt als HCO_3^- . Der Anstieg der Magnesium- und Calcium-Konzentration sowie der Konzentration von Natrium, Chlorid und Sulfat im Mai deuten außerdem auf eine frühjährliche Düngung von umliegenden Ackerflächen hin, wobei dazwischenliegende Mähwiesen und Feldgehölz als Puffer wirken.



Abbildung 7. Wiederholungsaufnahmen von Quellbiotop Q1: Februar (oben links), April (oben rechts), Mai (unten links), Juli (unten rechts).

Tabelle 6. Waldsimsen-Sümpfe. *Epilobium* spec.: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B= Brache, MW= Mähwiese, W= Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Bezeichnung	15.1	15.2	27.1	26.3	27.2	26.4	21.2	23.1	23.2	14.b1	25.1	14.b2	24.1	14.b3
Datum	08.06.	08.06.	14.06.	14.06.	14.06.	14.06.	06.06.	13.06.	13.06.	09.06.	13.06.	09.06.	08.06.	09.06.
mittlere F.-Zeigerzahl	7,9	7,7	7,5	7,4	7,6	7,9	7,8	7,8	7,2	7,6	7,3	7,4	7,5	7,9
mittlere R.-Zeigerzahl	5,1	5,1	4,4	4,3	4,6	5,1	4,8	4,6	5,1	4,9	5,4	4,9	4,6	4,4
mittlere N.-Zeigerzahl	4,1	4,1	3,8	4,7	3,9	4,7	5,2	5,0	4,9	5,2	5,9	4,7	4,5	4,6
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	-	-	-	112,2	-	112,2	-	100,8	100,8	-	420,0	-	358,0	-
Höhe [m üdM]	325	325	300	325	300	325	350	375	375	325	400	325	400	325
Nutzung	W	W	W	B	W	B	MW	W	W	W	W	W	W	W
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	90	100	95	100	95	100	100	90	90	95	100	90	100	90
Artenzahl	24	14	15	22	10	9	6	14	17	12	17	13	14	9
Stgk.	4	4	3	3	5	4	5	4	4	3	3	3	3	14
<i>Scirpus sylvaticus</i>														
D <i>Carex nigra</i> -Variante														
<i>Carex echinata</i>	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<i>Parnassia palustris</i>	2	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	3
<i>Carex canescens</i>	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Carex nigra</i>	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex hirta</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Carex pallescens</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
D nährstoffreiche Variante														
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	2	1	1	1	7
<i>Urtica dioica</i>	.	.	r	.	.	1	.	2	1	2	1	+	.	7
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	1	.	.	3
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	r	.	3
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Arten des Magnocaricion														
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	2
Arten der Quellen														
<i>Agrostis canina</i>	3	.	2	3	1	1	2	2	.	1	3	.	2	10
<i>Stellaria alsina</i>	2	.	.	2	.	.	.	.	2	.	r	1	1	7
<i>Ranunculus flammula</i>	1	r	.	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	4

Tabelle 7. Epilobio-Juncetum effusi und Calthion-Basalgesellschaft. *Epilobium* spec.: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B= Brache, MW= Mähwiese, W= Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	
Bezeichnung	9.1	23.3	8.3	8.1	24.2	18.1	18.2	
Datum	08.06.	13.06.	02.06.	02.06.	08.06.	06.06.	06.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,6	7,5	6,8	7,1	7,1	7,6	
mittlere R.-Zeigerzahl	4,5	4,9	5,3	4,9	4,3	5,2	5,5	
mittlere N.-Zeigerzahl	3,9	4,3	4,9	5,4	5,9	5,2	4,6	
Leitfähigkeit [μ S/cm]	52,7	100,8	584,3	584,3	-	235,0	235,0	
Höhe [m üdM]	300	375	450	450	400	425	425	
Nutzung	W	W	B	B	W	B	B	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	95	90	95	100	100	100	100	
Artenzahl	9	11	12	10	11	11	8	Stgk.
D Ass. Epilobio-Juncetum effusi								
<i>AC Juncus effusus</i>	3	3	2	3	3	.	.	5
D quellige Variante								
<i>Stellaria alsine</i>	.	1	1	.	.	.	.	2
<i>Ranunculus flammula</i>	.	.	+	.	.	.	.	1
D <i>Urtica dioica</i> -Variante								
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Galium aparine</i>	.	.	.	.	+	.	.	1
D Variante von <i>Bistorta officinalis</i>	.	1	.	.	.	5	1	3
Arten der Phragmitetea								
<i>Galium palustre</i>	.	3	1	.	.	.	+	3
V Arten des Calthion								
<i>Scirpus sylvaticus</i>	3	2	2	2	2	1	1	7
<i>Agrostis canina</i>	3	.	.	1	2	1	.	4
<i>Lotus uliginosus</i>	.	.	1	1	.	1	.	3
<i>Crepis paludosa</i>	.	1	1	.	.	.	.	2
<i>Juncus acutiflorus</i>	1	1	.	.	.	.	.	2
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	.	.	r	2	2
<i>Caltha palustris</i>	.	.	2	.	.	.	3	2
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	1	.	.	.	.	.	1
O Arten der Molinietaalia								
<i>Filipendula ulmaria</i>	1	1	.	.	.	1	2	4
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	2	1
<i>Cirsium palustre</i>	.	2	.	.	.	.	.	1
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	4	.	.	.	.	1
K Arten der Arrhenatheretea								
<i>Rumex acetosa</i>	.	.	.	r	.	r	.	2
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	.	.	r	.	1

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	6	7	
Bezeichnung	9.1	23.3	8.3	8.1	24.2	18.1	18.2	
Datum	08.06.	13.06.	02.06.	02.06.	08.06.	06.06.	06.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,4	7,6	7,5	6,8	7,1	7,1	7,6	
mittlere R.-Zeigerzahl	4,5	4,9	5,3	4,9	4,3	5,2	5,5	
mittlere N.-Zeigerzahl	3,9	4,3	4,9	5,4	5,9	5,2	4,6	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	52,7	100,8	584,3	584,3	-	235,0	235,0	
Höhe [m üdM]	300	375	450	450	400	425	425	
Nutzung	W	W	B	B	W	B	B	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	95	90	95	100	100	100	100	
Artenzahl	9	11	12	10	11	11	8	Stgk.
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	1	.	.	1
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	1	.	1
<i>Ranunculus acris</i>	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	2	.	.	1
Begleiter								
<i>Epilobium angustifolium</i>	1	.	+	1	+	2	1	6
<i>Epilobium spec.</i>	1	1	+	.	+	.	.	4
<i>Holcus lanatus</i>	r	.	.	3	.	1	.	3
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	1	3	.	.	2
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	.	.	1	.	2	2
<i>Galium mollugo</i> agg.	.	.	+	.	.	.	.	1
<i>Parnassia palustris</i>	1	.	.	.	.	.	.	1

4.2.2 Quelle Q4

Die Quelle Q4 ist (wie Q1) eine Sickerquelle im Offenland, die im Juni 2018 keine Schüttung mehr aufwies und deren Wassertemperatur sehr stark mit der gemessenen Lufttemperatur korrelierte (Abb. 9). Hierfür sprechen ferner die hohen Werte der elektrischen Leitfähigkeit, die auf einen Streusalzeinfluss der Straße zurückzuführen sind, die unmittelbar am Quellsumpf vorbeiführt. Neben erhöhten Natrium- und Chloridgehalten im November 2017 und März 2018 (Abb. 10), die den Eintrag von Streusalz belegen, sind in denselben Proben erhöhte Calcium-, Kalium und Magnesiumgehalte zu beobachten (Abb. 9).

4.2.3 Quelle Q8

Auch bei Quelle Q8 handelt es sich um eine Sickerquelle im Offenland (Abb. 10), deren

Quellflur unmittelbar unterhalb einer Straße beginnt. Die stark schwankenden Quellwassertemperaturen sowie die geringe Schüttung und das Trockenfallen der Quelle im Juni sprechen auch hier für ein größtenteils durch das Einzugsgebiet geprägtes Quellwasser. Bereits ab November 2017 können an Quelle Q8 hohe Werte der elektrischen Leitfähigkeit beobachtet werden, die bis Januar 2018 weiter ansteigen und mit 772 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sogar das absolute Maximum der elektrischen Leitfähigkeit, bezogen auf alle Messungen im Untersuchungsgebiet, erreichen. Gleichzeitig sind die Natrium- und Chloridgehalte schon am Anfang der Beprobung sehr hoch, was darauf hindeutet, dass das Quellwasser sehr stark von oberflächennahen Einträgen der Straßenentwässerung beeinflusst wird.

Tabelle 8. *Filipendula ulmaria*-Gesellschaften. *Epilobium* spec.: *Epilobium adnatum* oder *Epilobium ciliatum*. Abkürzungen: B= Brache, MW= Mähwiese, W= Weide.

Laufende Nummer	1	2	3	4	5	
Bezeichnung	20.1	22.3	1.3	22.2	4.2	
Datum	06.06.	08.06.	03.06.	08.06.	02.06.	
mittlere F.-Zeigerzahl	7,5	7,3	8,3	7,4	8,0	
mittlere R.-Zeigerzahl	5,1	5,1	4,7	4,8	5,0	
mittlere N.-Zeigerzahl	4,9	4,9	4,7	5,2	4,6	
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	54,7	94,5	111,5	94,5	234,6	
Höhe [m üdM]	375	350	425	355	425	
Nutzung	B	B	MW	B	MW	
Gesamtdeckung der höheren Pflanzen in %	100	95	100	100	100	
Artenzahl	15	10	7	10	6	Stgk.
<i>Filipendula ulmaria</i>	3	3	4	4	5	5
D Ass. Valeriano-Filipenduletum						
AC <i>Valeriana officinalis</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Bistorta officinalis</i>	2	.	.	.	.	1
<i>Caltha palustris</i>	2	.	.	.	.	1
Nährstoffzeiger						
VC <i>Galium aparine</i>	.	+	+	1	.	3
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	2	.	+	.	2
<i>Epilobium</i> spec.	.	.	.	.	1	1
D Variante <i>Juncus acutiflorus</i>						
<i>Juncus acutiflorus</i>	3	2	2	2	1	5
<i>Scirpus sylvaticus</i>	2	.	.	2	1	3
Arten der Quellen						
<i>Agrostis canina</i>	3	3	1	.	.	3
<i>Stellaria alsine</i>	.	1	.	1	.	2
<i>Ranunculus flammula</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Cardamine amara</i>	.	.	.	.	1	1
V Filipendulion						
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	2	.	.	.	1
O Arten der Molinietalia caeruleae						
<i>Galium palustre</i>	3	.	.	1	.	2
<i>Galium uliginosum</i>	.	1	.	.	.	1
K Arten der Molinio-Arrhenatheretea						
<i>Holcus lanatus</i>	.	2	2	1	.	3
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	2	.	.	.	2
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Ranunculus repens</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Rumex acetosa</i>	+	.	.	+	.	2
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	1	1	2
Begleiter						
<i>Glyceria fluitans</i>	.	.	2	.	.	1
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	+	.	.	1
<i>Lathyrus linifolius/montanus</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Lotus uliginosus</i>	1	.	.	.	.	1

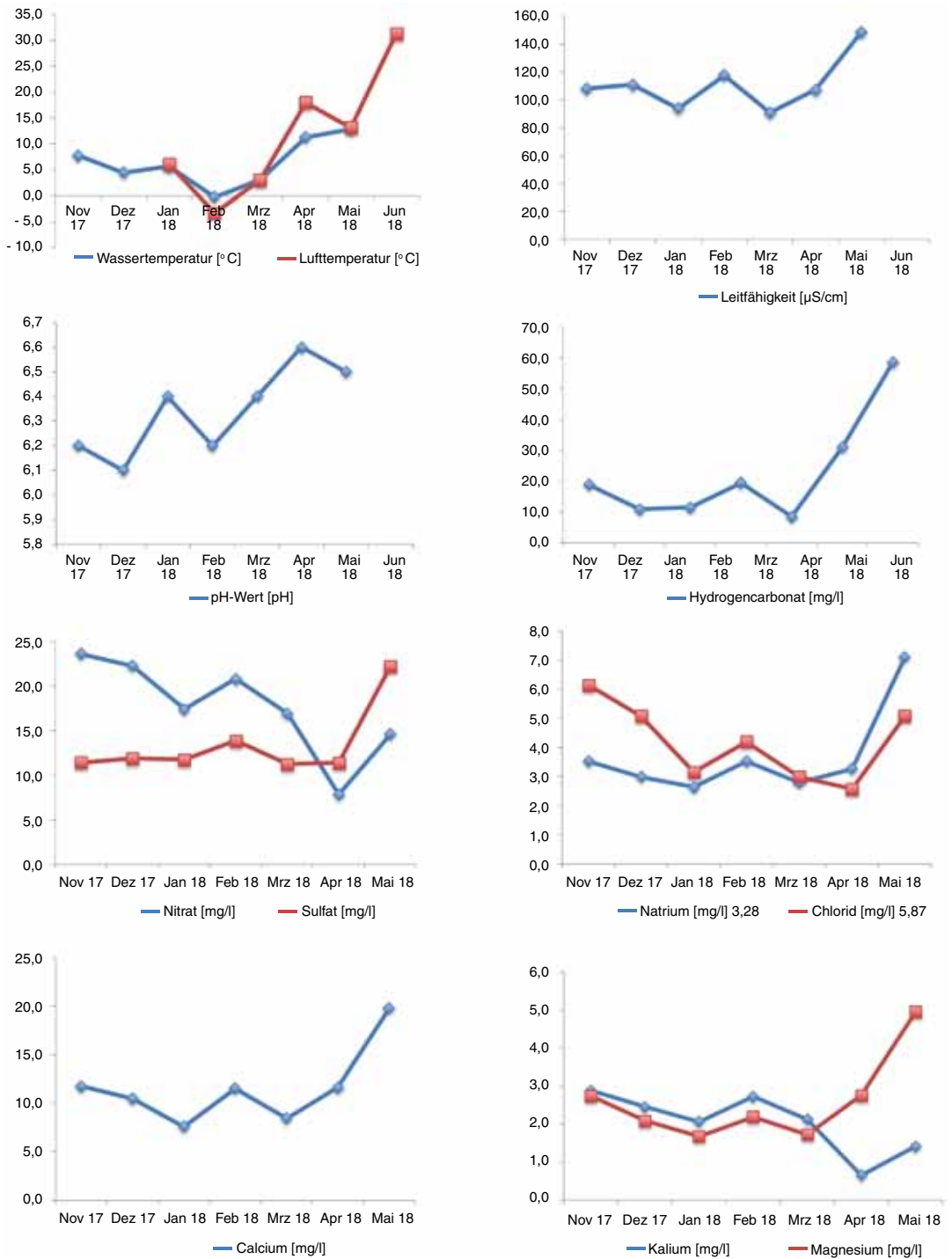


Abbildung 8. Ganglinien von Quelle Q1.

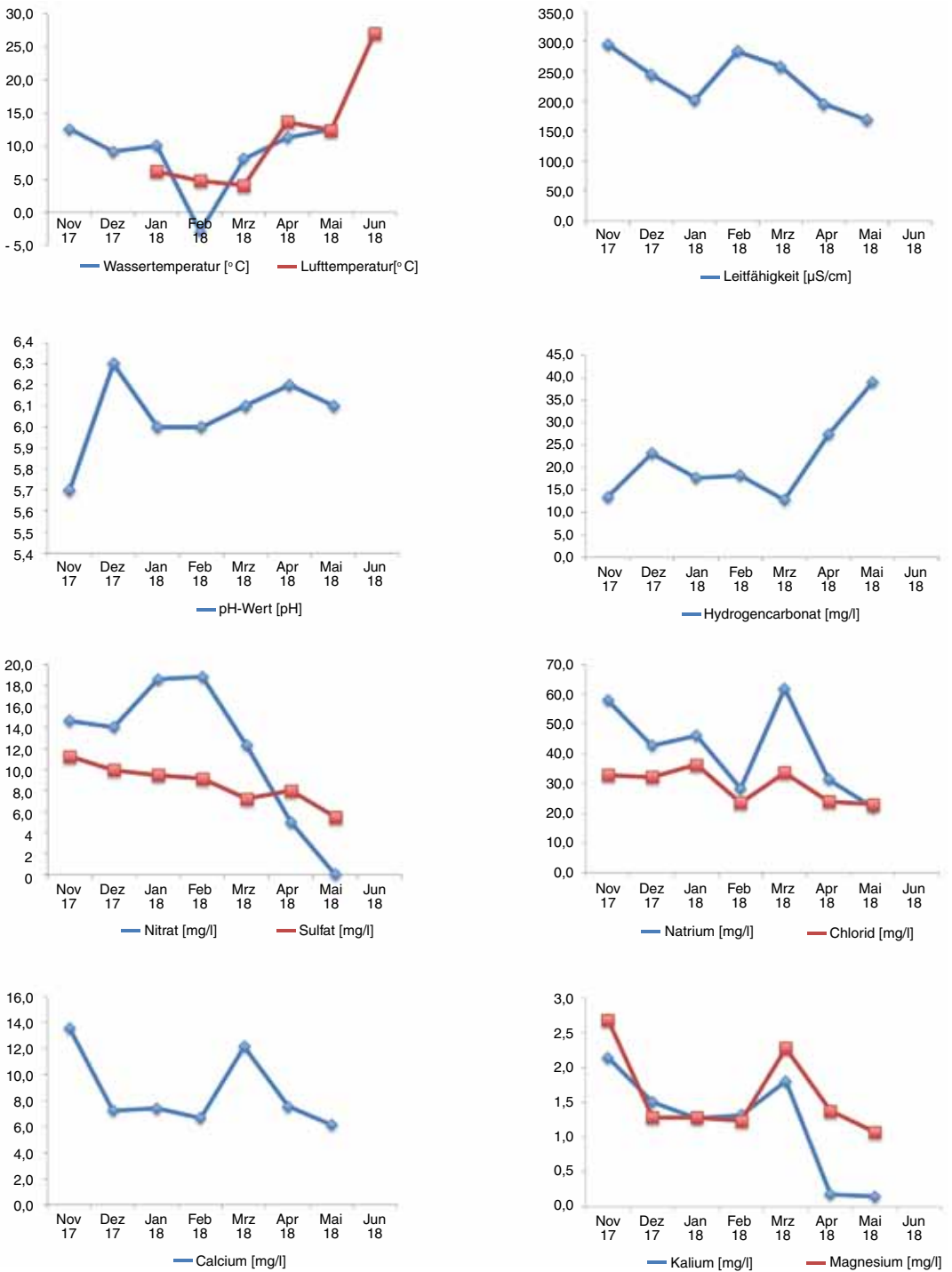


Abbildung 9. Ganglinien von Q4.

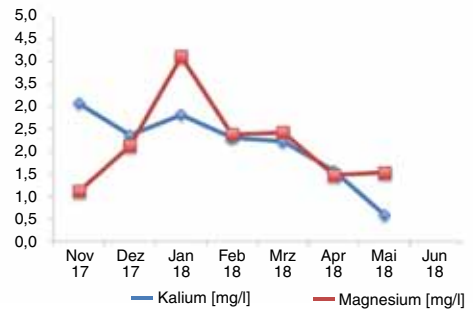
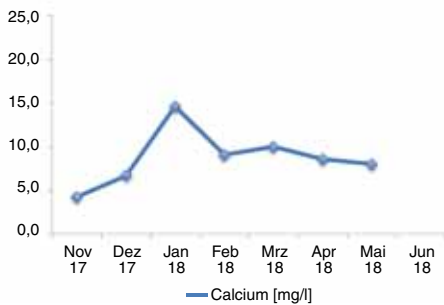
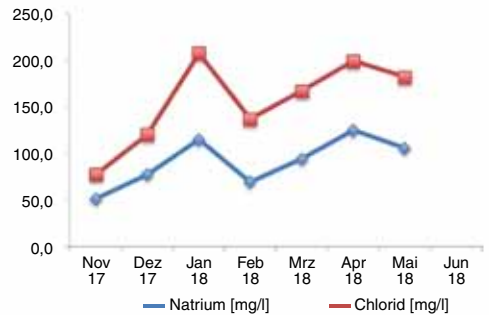
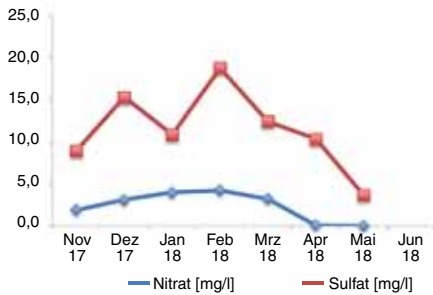
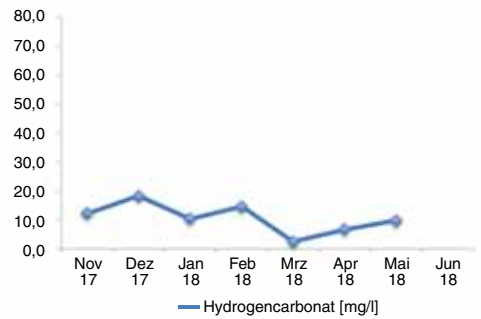
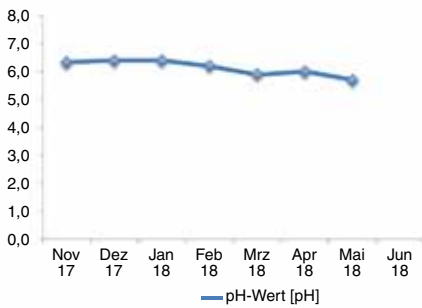
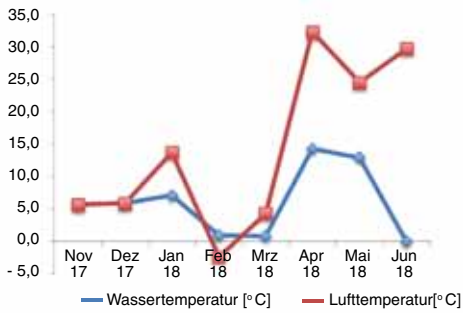


Abbildung 10. Ganglinien von Q8.

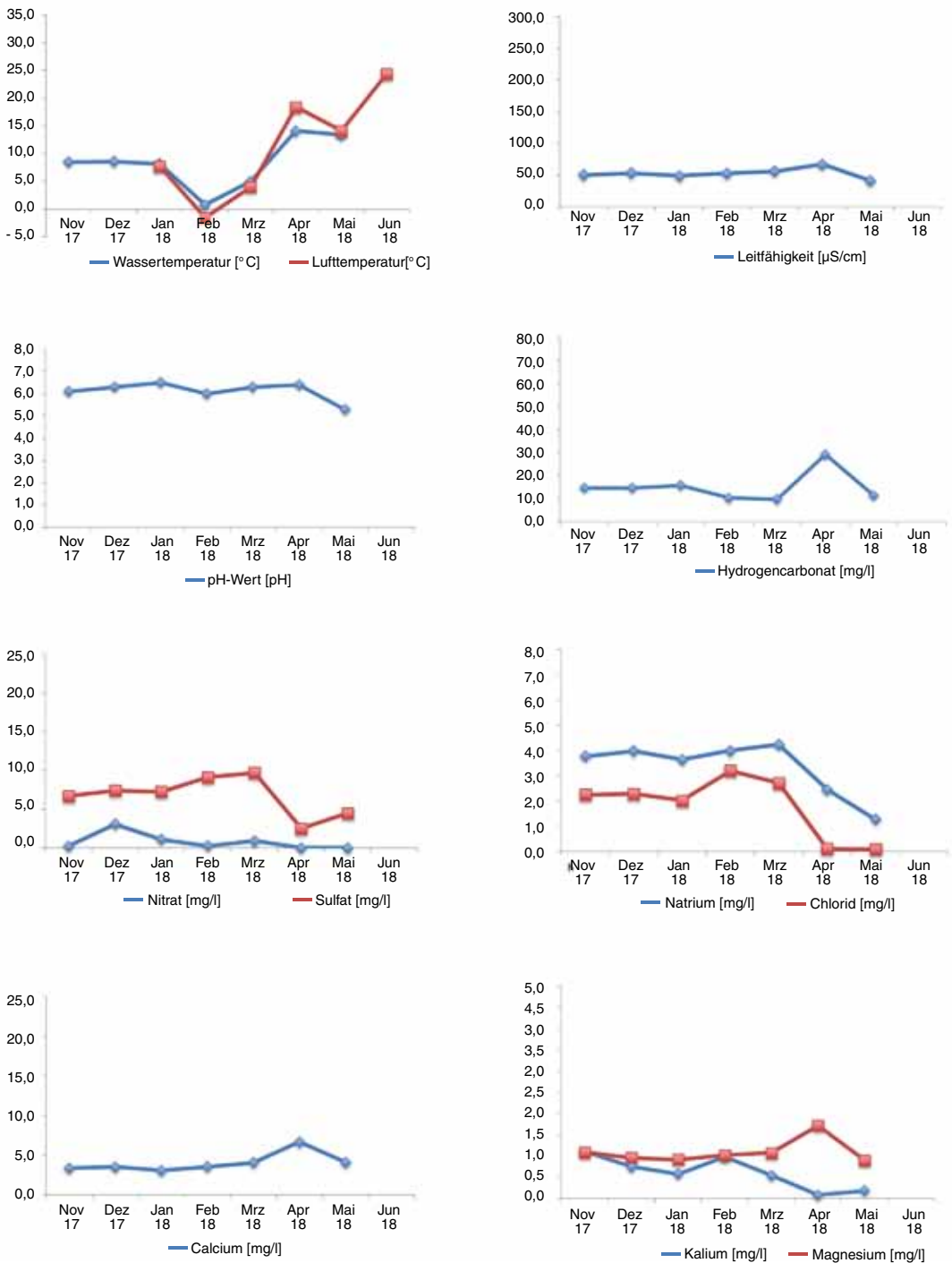


Abbildung 11. Ganglinien von Q9.

4.2.4 Quelle Q9

Auch die Wassertemperaturen an Quelle 9 weisen eine starke Abhängigkeit zu der Lufttemperatur auf (Abb. 11), was insbesondere für die vollbesonnten Sickerquellen im Untersuchungsgebiet typisch ist. Außerdem konnte auch hier im Juni 2018 keine Probe mehr genommen werden, weshalb es sich um einen periodischen Grundwasseraustritt handelt. An Quelle 9 wurde mit 41,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Mai 2018 der geringste Wert der elektrischen Leitfähigkeit aller bemessenen Quellen festgestellt. Insgesamt bewegen sich die Werte der elektrischen Leitfähigkeit von Q9 auf konstant niedrigem Niveau mit einer leichten Erhöhung im April, wobei auch das Maximum mit 66,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ noch zu den niedrigsten Werten gehört, die im Untersuchungsgebiet gemessen wurden. Der leichte Anstieg der elektrischen Leitfähigkeit im April spiegelt sich in den Ganglinien von Hydrogencarbonat, Calcium und Magnesium wider, was auf eine frühjährliche Düngung eines Gartens hindeuten könnte, der oberhalb der Quelle angelegt ist. Zur selben Zeit sinken die Sulfat-, Natrium-, Kalium- und Chloridwerte ab, während der Nitratgehalt durchgehend gering ist, mit einer minimalen Erhöhung im Dezember 2017. Insgesamt handelt es sich bei Q9 um die Offenlandquelle mit den geringsten gemessenen Ionengehalten, die im Rahmen dieser Arbeit beprobt wurde.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Düngemittelausbringung in der Agrarlandschaft werden die Quellfluren aus ihren Wassereinzugsgebieten reichlich mit mineralischen Nährstoffen versorgt. In intensiv genutzten Agrargebieten haben sich daher die früher verbreiteten Pflanzengesellschaften der Offenland-Quellen weitgehend in nitrophile Hochstaudenfluren verwandelt. In den Hochlagen des Vorderen Odenwalds ist die Intensivierung der Landwirtschaft jedoch noch nicht flächendeckend wirksam geworden bzw. nur eingeschränkt möglich, so dass der Schwund an gefährdeten, magerkeitsanzeigenden Pflanzenarten hier noch nicht so weit fortgeschritten ist. Allerdings fallen Flächen mit Quellfluren im Offenland vielerorts zunehmend brach, da sie ökonomisch an Bedeutung verloren haben und aufgrund ihrer geringen Fläche von Pflegemaßnahmen ausgespart bleiben. Allzu häufig bleiben die unscheinbaren Sickerquellen unerkannt und verschwinden damit aus dem Blickfeld des Biotopschutzes (LAUKÖTTER 1994, SCHITTEK 2006). Die an die frühere Bewirtschaf-

tung angepassten Lebensgemeinschaften der Quellfluren im Offenland gehen damit den Landschaften allmählich verloren, denn sie lassen sich nicht neu erschaffen.

Die gefährdeten Arten, die an den Offenlandquellen im Untersuchungsgebiet vorkommen, sind im Allgemeinen lichtbedürftig und auf feuchte Standortverhältnisse angewiesen. Daneben weisen die meisten Arten (außer *Carex vesicaria*, *Sanguisorba officinalis* und *Carex panicea*) geringe Nährstoff-Zeigerwerte auf, während die Basenverträglichkeit, vertreten durch die Reaktionszahl, stark variiert. Im Untersuchungsgebiet sind *Bromus secalinus*, *Carex canescens*, *Carex rostrata*, *Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza majalis*, *Eriophorum angustifolium*, *Menyanthes trifoliata*, *Peplis portula*, *Philonotis fontana* und *Potentilla palustris* besonders selten. An Q19 treten mit *Bromus secalinus*, *Carex rostrata*, *Dactylorhiza majalis*, *Eriophorum angustifolium* und *Menyanthes trifoliata* die meisten der gefährdeten Arten im Untersuchungsgebiet auf, wobei diese an diesem Standort nicht gefährdet sind, da Q19 als Naturdenkmal bereits geschützt und durch entsprechende Pflege erhalten wird. Jedoch gibt es im überprüften Untersuchungsgebiet kaum Gebiete mit hinreichend vielen und benachbart liegenden Quellfluren, so dass es zur Verinselung solch besonders wertvoller Feuchtbiotope kommt. Diese sind vom Diasporenaustausch mit vergleichbar ausgestatteten Feuchtbiotopen der Umgebung isoliert und somit vermutlich zu klein, um längerfristig in ihrer zurzeit vorhandenen Artenvielfalt bestehen zu können. Genetische Isolation und Inzucht tragen wesentlich zur Schwächung der Überlebensfähigkeit kleiner Populationen bei (MATTHIES et al. 2004). Ferner sind kleine Populationen in stärkerem Maße durch für sie ungünstige Extrembedingungen bedroht (RUTHSATZ 2009). Dazu gehören das sich verändernde Klima (Austrocknen der Quellfluren), Unregelmäßigkeit der Nutzung und Pflege (Brachfallen, Verbuschung, Schäden durch Wild), die Nutzungsintensivierung (Nährstoffeinträge) und das Insektensterben (Bestäubermangel). In Landschaften wie dem Vorderen Odenwald, wo es noch Beispiele für durch traditionelle Bewirtschaftung geprägte Offenland-Quellbiotope gibt, sollte man sich primär um den Erhalt dieser Flächen kümmern und ihren Bestand durch einen vertraglichen Naturschutz mit einer extensiven Bewirtschaftung sichern. Dazu gehören auch die Schaffung von Pufferzonen um die Quellfluren herum, ein Rückbau von

Drainagen sowie die Mahdgutübertragung von artenreichen, traditionell genutzten Quellwiesenkomplexen aus der näheren Region.

BRIEMLE et al. (1991) und BAUMANN (1999) empfehlen für den Erhalt von Kleinseggenrieden in Quellen eine Mahd im Abstand von 2-4 Jahren, die nicht mit zu großen Maschinen und am besten erst ab Ende August erfolgen sollte. Neben solchen gesellschaftsgerechten Pflegemaßnahmen in den Quellen des Untersuchungsgebietes, sollten Quellbiotope in weiteren Teilen des kristallinen Odenwaldes oder des gesamten Naturraumes flächendeckend erfasst werden. Noch erstrebenswerter wäre eine landesweite Erfassung der Quellen, da die Quellkartierung nach CANTONATI et al. (2007) ein unverzichtbaren Aspekt des regionalen Quellschutzes darstellt. Eine solche Quellschutzkampagne wurde beispielsweise in Nordrhein-Westfalen oder Rheinland-Pfalz durchgeführt und mit Öffentlichkeitsarbeit verknüpft. Die Information der Bevölkerung ist dabei ein weiterer, wichtiger Aspekt des Naturschutzes (PAULUS 1995), da das Verständnis für die Lebewelt der Biotope die Grundlage dafür ist, dass die Menschen in Zukunft wieder einen schonenden Umgang mit den Quelllebensräumen pflegen.

Danksagung

Unser herzlichster Dank gilt SEBASTIAN KOCK, NICOLA MANKE und GERD SCHUKRAFT für die Hilfe bei der Geländearbeit und die Unterstützung bei der Durchführung der Wasseranalysen im Labor für Geomorphologie und Geoökologie (Geographisches Institut, Universität Heidelberg). Wir widmen diese Arbeit GERD SCHUKRAFT (†2020), welcher die Analysen ermöglichte und mit viel Motivation und Expertise begleitete.

Literatur

- AUDORFF, V. & BEIERKUHNLIN, C. (1999): Versauerung und Stoffausträge aus Quelleinzugsgebieten. – Bayreuther Forum für Ökologie (BITÖK) **71**: 103-117.
- AUDORFF, V., KAPFER, J. & BEIERKUHNLIN, C. (2011): The role of hydrological and spatial factors for vegetations of Central European springs. – In: CANTONATI, M., GERECKE, R. & JÜTTER, I. & COX, E. J. (Hrsg.): Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. – *Journal of Limnology* **70**: 9-22: DOI: 10.3274/JL11-70-S1-02.
- BAUMANN, K. (1999): Vegetation und Ökologie der Kleinseggenriede des Harzes. Wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungen im Naturschutz. – 258 S.; Dissertation Universität Göttingen (Cuvillier).
- BEIERKUHNLIN, C. (1994): Waldquellfluren im Frankenswald. Untersuchungen zur reaktiven Bioindikation. – Bayreuther Forum für Ökologie (BITÖK) **10**: 1-250.
- BEIERKUHNLIN, C. (1996): Biomonitoring mit Quellen der silikatischen Mittelgebirge. – *Crunoecia* **5**: 141-151; Solingen.
- BEIERKUHNLIN, C. & GRÄSLE, W. (1998): The influence of light regime and water chemistry on the structure of forest spring vegetation. – In: BOTOSANEANU, L. (Hrsg.): *Studies in Crenobiology*: 9-22; Leiden (Bachhuys Publishers).
- BEIERKUHNLIN, C. & GOLLAN, T. (1999) (Hrsg.): Ökologie silikatischer Waldquellen in Mitteleuropa. – Bayreuther Forum für Ökologie (BITÖK) **71**: 1-256.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. – 330 S.; Berlin (Springer).
- BREUNIG, T. (2002): Rote Liste der Biotoptypen Baden-Württemberg – mit naturschutzfachlicher Beurteilung – Naturschutz und Landespflege Baden-Württemberg **74**: 259-307.
- BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. & WOLF, R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landschaftkultureller Sicht: praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften Vol. **60**: 1-160. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- BÜHLMAIER, K. (2018): In welchem Zustand sind die Offenlandquellen im kristallinen Odenwald Baden-Württembergs bei Wilhelmsfeld? – Zustandserfassung mittels Kartierung, sowie hydrochemischer und vegetationskundlicher Analysen. – 120 S.; Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Universität Heidelberg.
- CANTONATI, C., MORESCHINI, R., BERTUZZI, E. & OSS CAZZADOR, P. (2007): Detailed spring inventory of two areas of special interest for nature conservation within the Adamello-Brenta Natural Park (south-eastern Alps, Trentino, Italy). – In: *Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali* **4**: 327-334.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. – 683 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DIERSCHKE, H. & BRIEMLE, G. (2002): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. – 239 S.; Stuttgart (Ulmer).
- DOERPINGHAUS, A. (2003): Quellen, Sümpfe und Moore in der deutsch-belgischen Hocheifel – Vegetation, Ökologie, Naturschutz. – *Angewandte Landschaftsökologie*, **58**: 223; Bonn-Bad Godesberg (BFN).
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Datenbank. – In: *Scripta Geobotanica* **18**: 1-258.
- ELLENBERG H. & LEUSCHNER, C. (2010): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. – 6. Aufl., 1334 S.; Stuttgart (Ulmer).
- EULER J. (1974): Naturpark Bergstraße-Odenwald. Zustandserfassung und Entwicklungsvorschläge für Erhaltungsplanung und Landespflege im Hessischen Teil. – Schriftenreihe: Institut für Naturschutz Darmstadt **10**(4): 1-59.

- FLINTROP, T. (1990): Oligo- und mesotraphente Kleinseggen- und Niedermoorgesellschaften. (*Scheuchzeria-Caricetea fuscae*). – Botanik und Naturschutz in Hessen **2**: 69-76; Frankfurt.
- FRIEDRICH, R. (2007): Grundwassercharakterisierung mit Umwelttracern: Erkundung des Grundwassers der Odenwald-Region sowie Implementierung eines neuen Edelgas-Massenspektrometersystems. – 272 S.; Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., and P. D. RYAN, (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. – Palaeontologia Electronica **4**: 1-9.
- HINTERLANG, D. (2017): Montio-Cardaminetea (C6). Quell- und Waldsumpf-Gesellschaften. – In: Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands **12**: 1-110; Göttingen (Selbstverlag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft e.V.)
- HURCK, R. (1996): Praktischer Quellschutz aus der Sicht der Wasserwirtschaft. – Crunoecia **5**: 153-160; Solingen.
- JÄGER, E. J. (Hrsg.) (2017): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband – 21. Aufl., 814 S.; Heidelberg (Springer Spectrum).
- KNAPP, R. (1963): Die Vegetation des Odenwaldes unter besonderer Berücksichtigung des Naturparkes Bergstraße-Odenwald. – Schriftenreihe Institut für Naturschutz Darmstadt **6**(4): 1-150.
- KUNKEL, R., HANNAPPEL, S., VOIGT, H. J., & WENDLAND, F. (2002): Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostratigrafischer Einheiten in Deutschland. – 97 S.; unveröffentlichter Endbericht eines FuE-Vorhabens im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser und Boden“ der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- LAUKÖTTER, G. (1994): Zurück zu den Quellen – Ökologie und Naturschutz hochsensibler Kleinbiotope. – LÖBF-Mitteilungen **94**(1): 10-17.
- MARTIN, P., GERECKE, R. & CANTONATI, M. (2015): Quellen. – In: BRENDLBERGER, H., MARTIN, P., BRUNKE, M. & HAHN, H. J. (Hrsg.): Grundwasser geprägte Lebensräume. Eine Übersicht über Grundwasser, Quellen, das hyporheische Interstitial und weitere grundwasser geprägte Habitate. – Limnologie aktuell **14**: 49-132; Stuttgart.
- MATTHIES, D., BRÄUER, I., MAIBOM, W. & TSCHARNTKE, T. (2004): Population size and the risk of local extinction: empirical evidence from rare plants. – Oikos **105**: 481-488.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. – 2. Aufl., 455 S.; New York (Fischer).
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. Wasser-, Verlandungs- und Mooren. – 3. Aufl., 314 S.; Jena, Stuttgart, New York (Fischer).
- PAULUS, T. (1995): „Rettet die Quellen“. – 75 S.; Broschüre des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Landesverband Rheinland-Pfalz.
- POTT, R. (1995): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. – 2. Aufl., 357 S.; Stuttgart (UTB).
- RUTHSATZ, B. (2000): Vergleich der Qualität von Quellwässern aus bewaldeten und agrarisch genutzten Einzugsgebieten im westlichen Hunsrück und ihr Einfluss auf die Vegetation der durchsickerten Feuchtfelder. – Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung **39**: 167-189.
- RUTHSATZ, B. (2009): Wie kann man magere artenreiche Mähwiesen langfristig schützen? Ein noch ungeöstetes Problem! – Forstarchiv **80**: 251-264.
- RUTHSATZ, B. (2016): Flora und Vegetation nicht bewaldeter Quellgebiete in der Nordwest-Eifel von Rheinland-Pfalz. Werden wir sie erhalten wollen und schützen können? – Mitteilungen der Pollichia **97**: 129-168.
- SCHAFFERS, A. P. & SÝKORA, K. V. (2000): Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. – Journal of Vegetation Science **11**(2): 225-244.
- SCHITTEK, K. (2006): Vegetation von Offenland-Quellen im westlichen Hunsrück. – Dendrocoptes **33**: 79-122.
- SCHMITT, L. (1930): Beiträge zur Kenntnis der Nährstoffverhältnisse und des Reaktionszustandes der Verwitterungsböden des kristallinen Odenwaldes. – Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde, A, Wissenschaftlicher Teil **15**(2): 117-134.
- SCHWEIGER, A. H. & BEIERKUHNLIN, C. (2014): Water temperature and acidity regime shape dominance and beta-diversity patterns in the plant communities of springs. – Frontiers of Biogeography **6**(3): 132-143.
- STEIN, E. (2001): The geology of the Odenwald Crystalline Complex. – Mineralogy and Petrology **72**: 7-28.
- TÜXEN, R. (1937): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. – Mitteilung der floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen **3**: 1-170; Hannover.

Karten

- HESSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1958): Bodenübersichtskarte von Hessen 1: 600.000, Wiesbaden.

Internetquellen

- LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (1995): Offenlandbiotopkartierung Baden-Württemberg. Waldsimen-Sumpf und Naßwiese südl. Ursenbach-Estenklinge. – <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/selector/index.xhtml> (Stand 12.7.2018).
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (1996): Offenlandbiotopkartierung Baden-Württemberg. Haundelstal südlich Wünschmichelbach-Großwiese. – <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/selector/index.xhtml> (Stand 12.7.2018).
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2014-2018): Böden im Grundgebirgs-Odenwald. Arme Waldböden auf Urgestein. –

- park-umwelt.badenwuerttemberg.de/servlet/is/45098/?path=4422;6114;&btID=1 (Stand 24.5.2018).
- LUDWIG, G. & M. SCHNITTLER (1996): Rote Liste der Pflanzen Deutschlands. – www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/RoteListePflanzen.pdf (Stand 12.7.2018).
- PIK – POTSDAM INSTITUTE FOR CLIMATE IMPACT RESEARCH (2009): Klimadaten und Szenarien für Schutzgebiete für Baden-Württemberg-Rhein-Neckar-Kreis. – www.pik-potsdam.de/~wrobel/sg-klima-3/landk/Rhein-Neckar-Kreis.html (Stand 24.5.2018).

Tabelle 1. Gesamtartenliste für Q1-Q27. Die Gesamtartenzahl im Quellbereich bezieht sich ausschließlich auf Abkürzungen: O= Offenland, W= Wald, tb= teilbeschattet; H= Helokrene, R= Rheokrene; B= Brache,

Quellnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	06.03.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	27.05.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	29.05.2018	09.06.2018	09.06.2018
Wald/Offenland/teilbeschattet	O	W	W	O	W	W	W	O	O	tb	W
Quellentyp	H	H	R	H	H	R	R	H	H	R	H
Nutzung	MW	-	-	MW	B	-	-	B	MW	B	-
Höhe [m üdM]	425	400	425	425	375	400	450	450	300	325	325
Gesamtartenzahl im Quellbereich	25	25	14	50	20	7	13	43	18	13	22
<i>Alchemilla xanthochlora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alliaria petiolata</i>	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus glutinosa</i>	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	.	x	x	.	x	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
<i>Anthoxantum odoratum</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	x	.	.
<i>Agrostis canina</i>	x	.	.	x	.	x	.	x	x	x	.
<i>Ajuga reptans</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bistorta officinalis</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Briza media</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus secalinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Caltha palustris</i>	x	x	.	x	x	.	.	x	x	.	x
<i>Calystegia sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine amara</i>	.	x	.	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Carex canescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	x	.	.
<i>Carex acuta</i>	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex hirta</i>	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex nigra</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	x	.	.
<i>Carex echinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.
<i>Carex pallescens</i>	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex panicea</i>	x	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	x	.	.
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Carex spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Castanea sativa</i>	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.

Quellnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	06.03.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	27.05.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	29.05.2018	09.06.2018	09.06.2018
Wald/Offenland/teilbeschattet	O	W	W	O	W	W	W	O	O	tb	W
Quellentyp	H	H	R	H	H	R	R	H	H	R	H
Nutzung	MW	-	-	MW	B	-	-	B	MW	B	-
Höhe [m üdM]	425	400	425	425	375	400	450	450	300	325	325
Gesamtartenzahl im Quellbereich	25	25	14	50	20	7	13	43	18	13	22
<i>Galium mollugo</i> agg.	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Galium aparine</i>	x	x	.	.	x	x	.	x	.	x	x
<i>Galium palustre</i>	x	x	.	x	.	.	.	x	x	.	x
<i>Galium uliginosum</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	x	x	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	x	.	.	.	x	x	.	.	x	x
<i>Geum urbanum</i>	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	x	x	.
<i>Glyceria declinata</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Glyceria fluitans</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	x
<i>Hedera helix</i>	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	x	.	.
<i>Holcus mollis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum maculatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Impatiens glandulifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Impatiens noli-tangere</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Impatiens parviflora</i>	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juglans regia</i>	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus acutiflorus</i>	x	.	.	x	x	.	.	x	x	.	.
<i>Juncus conglomeratus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x
<i>Lamium galeobdolon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus linifolius/montanus</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lotus uliginosus</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	x	.	.
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	x	.	.
<i>Luzula multiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nemorum</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	x	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.

12	13	14a	14b	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
09.06.2018	09.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	14.06.2018	14.06.2018
O	tb	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	tb	O
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
W	B	W	B	W	M	B	B	M	B	MW	B	W	W	W	B	W
300	275	300	325	325	375	375	425	400	375	350	350	375	400	400	325	300
17	35	22	45	39	46	35	31	51	47	22	41	46	26	44	48	30
.	X	X	.	X	X	.	.	X	.	.	.	.	X	.	.	.
X	X	X	.	.	.	X	X	.	X	.	X	X	X	X	X	X
.	X	.	X	X	X	X	X	X	X	.	.	X	X	X	X	X
.	.	.	X	X	X	X	.	X	X	.	X	X	.	.	.	X
X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
X	X	.	X	.	.	X	.	.	X	.	X	.	X	X	X	X
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.
.	.	.	X	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	X	X
X	X	.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	X
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.
.
.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.
.
.
.	X	.	X	X	X	X	X	X	X	.	X	X	X	.	X	X
.	.	.	.	X	X	.	.	X	.	.	X	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	X	X	X	X	.	X	X	X	.	X	.	.	X	.	X
.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	X	.	.	X	.
X	.	X	X	.	.	X	X	X	.	X	X	.	.	X	.	X
.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	X	X	.

Quellnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Datum	06.03.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	27.05.2018	25.05.2018	25.05.2018	02.06.2018	29.05.2018	09.06.2018	09.06.2018
Wald/Offenland/teilbeschattet	O	W	W	O	W	W	W	O	O	tb	W
Quellentyp	H	H	R	H	H	R	R	H	H	R	H
Nutzung	MW	-	-	MW	B	-	-	B	MW	B	-
Höhe [m üdM]	425	400	425	425	375	400	450	450	300	325	325
Gesamtartenzahl im Quellbereich	25	25	14	50	20	7	13	43	18	13	22
<i>Lythrum portula / Peplis portula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Menyanthes trifoliata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis nemorosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis acetosella</i>	.	x	.	.	.	.	x	.	.	.	.
<i>Parnassia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	x	x	x	.	x	.	x	x	.	.	x
<i>Potamogeton spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i>	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	x	.	x	x	x	.	.	x	x	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i> subsp. <i>bulbilifer</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x
<i>Ranunculus flammula</i>	x	x	x	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	x
<i>Rubus fruticosus</i> [sensu lato]	.	x	.	.	.	.	x	x	.	x	x
<i>Rumex acetosa</i>	x	.	x	x	x	.	.	x	.	.	.
<i>Rumex crispus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	x
<i>Rumex sanguineus</i>	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus nigra</i>	.	.	x	.	.	.	.	.	.	x	x
<i>Sanguisorba minor</i>	.	x	x	x	x	.	.	.	.	.	.
<i>Sanguisorba officinalis</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
<i>Senecio ovatus</i>	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scirpus sylvaticus</i>	x	.	.	x	.	.	.	x	.	.	x

12	13	14a	14b	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
09.06.2018	09.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	14.06.2018	14.06.2018
O	tb	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	tb	O
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
W	B	W	B	W	M	B	B	M	B	MW	B	W	W	W	B	W
300	275	300	325	325	375	375	425	400	375	350	350	375	400	400	325	300
17	35	22	45	39	46	35	31	51	47	22	41	46	26	44	48	30
.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	X	X	X	.	.	X	.	.	X	X	.	X	.	.
.
.	.	.	X	X	X	X	.	.	.	.	.	X	.	.	X	.
.	X	.	.	.	.	.	.	X	X	.	X	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.
.	X	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	X	X	X	X	X	X	X	.	X	.	.	.	.	.
X	.	.	.	X	X	.	.	.	.	.	X	X	.	X	.	.
.	X	X	.	.	.	.	X	.	.	.	X	X	.	X	X	X
.	X	.	.	.	X	X	.	.	X	.	.	X	X	X	.	.
.	.	.	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.
.	.	.	X	X	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
X	X	.	X	.	.	.	.	.	.	.	.	X	.	.	.	.
.
.	.	.	.	X	.	.	X	X	X	X	X	.	.	X	.	.
.
X	X	X	X	X	X	X	X	X	.	X	X	X	X	X	X	X

12	13	14a	14b	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
09.06.2018	09.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	29.05.2018	29.05.2018	03.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	06.06.2018	13.06.2018	14.06.2018	14.06.2018
O	tb	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	tb	O
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
W	B	W	B	W	M	B	B	M	B	MW	B	W	W	W	B	W
300	275	300	325	325	375	375	425	400	375	350	350	375	400	400	325	300
17	35	22	45	39	46	35	31	51	47	22	41	46	26	44	48	30
.	.	x	x	x	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.
.	.	x	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.
.	.	.	x	.	.	x	.	.	x	.	x	x	x	x	x	.
.	x	.	x	x	x	x	.	x	x	.	x	x	x	.	x	.
.	x	.	.
.	x	.	x	.	.
.	x	.	x	x	.	x	.	.
x	.	.	x	x	x	.	.	.	.	.	.	x	.	x	x	x
.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.
.	x	.	x	x	.	.	.	.	.	.
.	.	.	x	x	x	.	.	.	x	.	.	x	.	.	.	.
.
.
.	.	.	x	x	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	.
.	x	.	x	x	x	x	x	x	x	.	x	x	.	x	.	.
.	.	.	x	.	.	.	.	x	x	.	.	x	.	.	.	.

