



## WasserWiesenWerte

# Wiesenbewässerung: eine produktive Bewirtschaftungsform mit hohem Wert für Mensch und Natur?

---

### - Abschlussbericht -

Gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU AZ 31109

Verfasser:

Dr. Constanze Buhk

Dr. Jens Schirmel

Prof. Dr. Oliver Frör

M.Sc. Rebekka Gerlach

Institut für Umweltwissenschaften, Universität Koblenz-Landau

06/02		<b>Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az		Referat		Fördersumme	
Antragstitel		Wiesenbewässerung: eine produktive Bewirtschaftungsform mit hohem Wert für Mensch und Natur?			
Stichworte		Schutz artenreichen Grünlandes, traditionelle Wiesenbewässerung, Naturschutz, Ertrag, Heuqualität, Erholungswert, Biodiversität			
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
46,5 Monate		01.10.2013		10. 07.2017	
Zwischenberichte		jährlich			
Bewilligungsempfänger		Institut für Umweltwissenschaften Universität Koblenz-Landau Fortstraße 7 D-76829 Landau		Tel 06341 28031477	
				Projektleitung Dr. Constanze Buhk	
				Bearbeiter C. Buhk, J. Schirmel, R. Gerlach, O. Frör	
Kooperationspartner		LPV Südpfalz			
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
<p>Artenreiches Grünland erfüllt viele Funktionen für Umwelt und Naturschutz, erholungssuchende Menschen und liefert hochwertiges Futter. Durch Intensivierung der Nutzung einerseits und Nutzungsaufgabe andererseits ist artenreiches Grünland in Mitteleuropa stark bedroht. Traditionelle Wiesenbewässerung vermag möglicherweise ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Belange gleichermaßen zu bedienen. Ziel dieses Projektes war es, das multifunktionale Landnutzungskonzept der traditionellen Wasserwirtschaft in der Region Landau zu analysieren. Folgende Fragen wurden beantwortet:</p> <p>1. Welchen Nutzen hat die Bewässerung für die Heuqualität und –produktivität bei halbintensiver Bewirtschaftung? Sind Düngegaben auf Wässerwiesen zur Ertragssteigerung notwendig bzw. reduzierbar im Vergleich zu unbewässerten Wiesen? 2. Wie werden Biodiversität und naturschutzrelevante Arten durch Bewässerung beeinflusst? 3. Wie ist die Wahrnehmung der (lokalen) Bewirtschafter und Bevölkerung hinsichtlich der Wässerwiesen? 4. Stellt diese Bewirtschaftung eine Methode dar, um landwirtschaftliche Produktivität und Qualität, Naturschutz und Naherholung/Tourismus nachhaltig zu vereinen? Könnte diese Landnutzungsform als Modellkonzept dienen, um auch in anderen Regionen Deutschlands und angrenzenden Ländern wieder Wiesenbewässerung einzuführen?</p>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
<p>In einer Freilandstudie wurde die Artenzusammensetzung (Vegetation, Heuschrecken, Laufkäfer, Tagfalter, Schnecken, Asseln) und die Heumenge und Zusammensetzung (2014 und 2015) auf 36 unterschiedlich stark gedüngten bewässerten und unbewässerten Wiesen untersucht. Parallel fanden verschiedene Untersuchungen von Bodenparametern statt. Befragungen von Passanten und Anwohnern wurden durchgeführt um den sozioökonomischen Wert der Wiesen zu ermitteln. Von den beteiligten Landwirten wurden ökonomische Hintergrundinformationen zu GAP Förderung und Erträgen eingeholt. Workshops und eine Konferenz wurden zur Kommunikation und zum Erfahrungsaustausch zwischen den Interessengruppen genutzt.</p>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt, An der Bornau 2, 49090 Osnabrück, Tel 0541/9633-0, Fax 0541/9633-190 <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

## Ergebnisse und Diskussion

Die Heumenge auf bewässerten Wiesen konnte im Jahresschnitt um 27% im Vergleich zu unbewässerten Wiesen gleicher Düngeintensität gesteigert werden. Die Qualität blieb dabei weitestgehend gleich und ist gut zur Fütterung von Pferden geeignet. Dieser Gewinn an Biomasse ging nicht mit einem Verlust an Artenvielfalt einher. Die Diversität blieb weitestgehend stabil. Pflanzen und Tiere (Heuschrecken, Laufkäfer, Schnecken, Tagfalter) zeigten deutliche Verschiebungen in den vorkommenden Artgemeinschaften. Demnach lässt sich eine besonders hohe Vielfalt durch das Nebeneinander von bewässerten und unbewässerten Wiesen erzielen. Naturschutzrelevante Arten traten besonders auf den bewässerten Wiesen auf. Die Gräben – besonders Bewässerungsgräben – spielten für mehrere Organismengruppen eine große Rolle. So dienen die Grabenränder seltenen Pflanzenarten als Refugien.

Hinsichtlich des betriebswirtschaftlichen Potenzials ist in den Berechnungen eine besonders breite Streuung vorhanden, was darauf hindeutet, dass der einzelne Landwirt mit seinen individuellen Bewirtschaftungs- und Vermarktungsstrategien wesentlich bestimmend dafür ist, ob die Grünlandwirtschaft in den Queichwiesen gewinnbringend ist oder nicht. Die Daten zeigen einen Trend, dass zum einen die Bewässerung und zum anderen natürlich die Naturschutzförderung die Wiesenbewirtschaftung profitabel macht. Es scheint jedoch einige Landwirte zu geben, die die Wiesenbewirtschaftung in den Queichwiesen nicht aus Gewinnorientierung, sondern aus Tradition betreiben und damit einhergehend sogar bereit sind, Verluste in Kauf zu nehmen.

Hinsichtlich des Erholungswertes kann festgestellt werden, dass die Queichwiesen trotz ihrer überregionalen Bedeutung und einem mehrere hundert Kilometer umfassenden touristischen Einzugsbereich überwiegend für die ortsansässige Bevölkerung wichtig sind und von dieser z.T. sehr intensiv genutzt werden. Neben Fahrradfahren und Spazierengehen als wichtigste Aktivitäten der Besucher der Queichwiesen spielen Naturbeobachtung und Umweltbildung eine bedeutende Rolle. Die Anfahrtswege sind überwiegend kurz und werden meist per Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt. Die Bedeutung der Wiesen für die ortsansässige lokale Bevölkerung zeigt sich auch in der Tatsache, dass mehr als 60% der befragten Besucher zuhause geblieben wären, wenn sie zum Zeitpunkt der Befragung die Queichwiesen nicht hätten nutzen können.

## Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

In mehreren Infoveranstaltungen und einem Workshop wurde intensiv der Austausch von Informationen mit den betroffenen Landwirten, Naturschützern und Behördenvertretern gesucht und es kam zu sehr effektiven Gesprächen. Im Rahmen einer Wiesenkonferenz mit knapp 100 Teilnehmern konnte das Thema einer breiteren interessierten Öffentlichkeit von Praktikern und anwendungsorientiert forschenden Wissenschaftlern vermittelt werden und die Diskussionen trugen erheblich zum Verständnis der Konflikte und Möglichkeiten durch Wiesenbewässerung im Vergleich zu anderen Formen der Nutzung artenreicher Wiese bei. Erste wissenschaftliche Publikationen sind in den internationalen Fachzeitschriften *Plant Ecology* und *Insect Science* erschienen. Mehrere Manuskripte sind in Vorbereitung. Ein umfassender deutschsprachiger Bericht wird bald fertiggestellt werden können. Die Vortragstätigkeit auf internationalen und regionalen Veranstaltungen ist hoch und wird sich im laufenden Jahr noch fortsetzen. Ein handlicher Flyer wurde mit einer Auflage von 5000 Stück gedruckt und wird in der Region und bei weiteren nationalen und internationalen Veranstaltungen ausliegen.

## Fazit

Die Wiesenbewässerung ist eine traditionelle wie moderne Methode mit der vorbildlich ökologische und ökonomische Werte gleichermaßen erfüllt werden. Durch die Bewässerung wird im Gebiet die ansonsten unwirtschaftliche Wiesenbewässerung rentabel. Hochwertiges Pferdeheu wird produziert und die Artenvielfalt vieler Organismengruppen wird durch die Bewässerung bereichert, da sich die Artenzusammensetzungen ergänzen. Zudem reagieren viele naturschutzrelevante Arten positiv auf die Bewässerung. Besonders unter den Bedingungen des Klimawandels werden bei Starkniederschlägen die erhöhte Wasseraufnahme der Wasserwiesen und der Wasserrückhalt in der Fläche von großer Bedeutung sein ebenso wie auch zur Sicherung der Erträge in Dürrejahre. Wir halten die Queichwiesen für ein geeignetes Modellgebiet, und unsere Erkenntnisse lassen darauf schließen, dass auch andernorts eine erfolgreiche Bewässerung wiedereinzuführen ist. Zwar wird jeder Standort eigene Potentiale und Probleme haben, doch in Kombination mit dem neuen Standardwerk zu Wiesenbewässerung in Europa von Herrn Leibundgut lassen sich viele gewinnbringende Varianten ableiten.

# Inhalt

1. Anlass und Zielsetzung .....	5
2. Methoden.....	7
2.1. Untersuchungsgebiet.....	7
2.2. Untersuchungsdesign .....	9
2.3. Artenvielfalt.....	10
2.3.1. Flora .....	10
2.3.2. Fauna.....	11
2.4. Bodenkennwerte und Aktivität der Bodenorganismen .....	13
2.5. Heumenge und Heuqualität .....	14
2.5.1. Biomassernte und Trocknung.....	15
2.5.2. Heuqualitätsbestimmung.....	15
2.6. Sozioökonomie .....	16
3. Ergebnisse und Diskussion .....	17
3.1. Werte aus Sicht des Naturschutzes.....	17
3.1.1. Flora .....	18
3.1.2. Fauna.....	24
3.2. Wertschöpfung aus Sicht des Landwirts .....	34
3.2.1. Biomasseentwicklung.....	34
3.2.2. Heuqualität.....	36
3.2.3. Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	41
3.3. Gesellschaftlicher Wert.....	43
3.3.1. Tourismus- und Erholungswert .....	43
3.3.2. Kulturerbe.....	44
3.4. Ergebnisse aus Diskussionen mit der Öffentlichkeit.....	45
4. Synthese und Fazit.....	52
5. Literatur .....	56

## 1. Anlass und Zielsetzung

Grünland war und ist ein wichtiger Teil unserer Kulturlandschaft und hat größte Bedeutung für die Biodiversität in Mitteleuropa (Duelli & Obrist 2003). Nutzungsaufgabe einerseits und Intensivierung andererseits haben bereits zu einer enormen Reduktion von Grasland und Biodiversität geführt (Zechmeister et al. 2003).

Werden Wiesen intensiv gedüngt, setzen sich einerseits wenige, aber besonders stark wüchsige Pflanzenarten durch, die kleinere Arten durch ihre große Biomasse verdrängen. Außerdem wird die Vegetation sowohl innerhalb einer Fläche als auch zwischen verschiedenen Grünlandflächen homogener, da lokale und regionale Eigenschaften der Bodenbeschaffenheiten durch die Düngung vereinheitlicht werden (Zechmeister et al. 2003): Einst vielfältige, blütenreiche und „bunte“ Landschaften werden schließlich zu einfürmigem Grünland (BfN 2014). Besonders gut erreichbare Tal- und Niederungswiesen wurden in sehr intensiv genutzte, artenarme Silagewiesen umgewandelt. Alternative, wirtschaftliche aber ökologisch vertretbarere Konzepte für solche Lagen gibt es kaum. Entsprechend ist der Erhalt artenreichen Grünlandes heute zumeist von Kompensationszahlungen an die Landwirte abhängig und auf schwer erreichbare Lagen in abgelegenen Regionen beschränkt. In dem Projekt Wasser-WiesenWerte wurde eine Managementmethode, die traditionelle Staurieselbewässerung, als Alternative zu hoch intensiven Silagewiesen oder Nutzungsaufgabe hinsichtlich der ökologischen und ökonomischen Tragfähigkeit genauer untersucht.

Wiesenbewässerung war ursprünglich eine in Mitteleuropa weit verbreitete Wirtschaftsform, um die Erträge auf Tal- und Niederungswiesen zu verbessern (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Die Bewässerung optimiert die Wasserversorgung und verlängert dadurch die Wachstumsphasen im Frühjahr und in trockenen Sommermonaten (Leibundgut & Kohn 2014a). Zudem sorgt sie dafür, dass die Mineralisation von organischer Substanz, welche für die Nährstoffversorgung wichtig ist, durch Bodenlebewesen auf Grund der erhöhten Bodenfeuchte über den Sommer stattfinden kann (Hassler et al. 1995; Richardson et al. 2009). Entsprechend Fiedler (1965) gibt es historische Daten, dass sich durch Wiesenbewässerung der Ertrag um ca. 30 % (Daten aus der Westpfalz) bis 40 % (Daten aus Oberohmbach) steigern lässt. Mit Entwicklung der Kunstdünger in den 1950er Jahren verlor die Bewässerung langsam an Bedeutung und wurde vielerorts völlig eingestellt. Die aufwendige Infrastruktur zur Wiesenbewässerung fiel weitgehend (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Viele Wiesen wurden ab Ende des zweiten Weltkriegs zu Acker umgewandelt, um die Bevölkerung besser versorgen zu können (Dierschke & Briemle 2002). In Baden, einer Region in Deutschland mit ehemals sehr weiter Verbreitung von Wässerwiesen, fand um 1900 auf etwa 75 000 ha Wässerwiesennutzung statt und um 1940 noch auf etwa 47 000 ha (Schellberg 2005). In den meisten Regionen Deutschlands ist diese Form der Grünlandbewirtschaftung weitestgehend in Vergessenheit geraten (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Im Rahmen von Projekten zum Erhalt dieser Kulturlandschaft wurde jedoch begonnen, die Wiesenbewässerung in verschiedenen Regionen Deutschlands zu reaktivieren (Leibundgut & Kohn 2014b).

Möglicherweise kann die Bewässerung während der trockenen Phasen im Frühjahr und Sommer Düngung teilweise ersetzen und in einigen Regionen könnte Wiesenbewässerung demnach eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Alternative darstellen, bei der sich Ausgleichszahlungen vermutlich im Rahmen halten, da die Erträge im Verhältnis zum Arbeits-

und Düngemittelaufwand hoch sind. Diesen Überlegungen sind wir in unserem Projekt nachgegangen. Zwar kann eine traditionelle Wässerwiese ökonomisch nicht die Produktivität einer Silagewiese zur Fütterung von Hochleistungsrindern erreichen, aber voraussichtlich artenreiche und vielfältige Landschaften mit hohem Natur- und Freizeitwert erhalten bzw. wiederbeleben, ohne die Interessen der Landwirte an guten Erträgen zu übergehen.

Es wurde überprüft, ob durch die Bewässerung die Düngung in einem für die Pflanzenvielfalt und Vegetationsstruktur verträglichen Rahmen bleiben kann (halbextensive Bewirtschaftung nach Dierschke & Briemle 2002), obwohl die Erträge eher halbintensiven Kulturen entsprechen, die normalerweise mit 50-150kg N/ha im Jahr gedüngt werden müssen (veranschaulicht in Abb. 1).

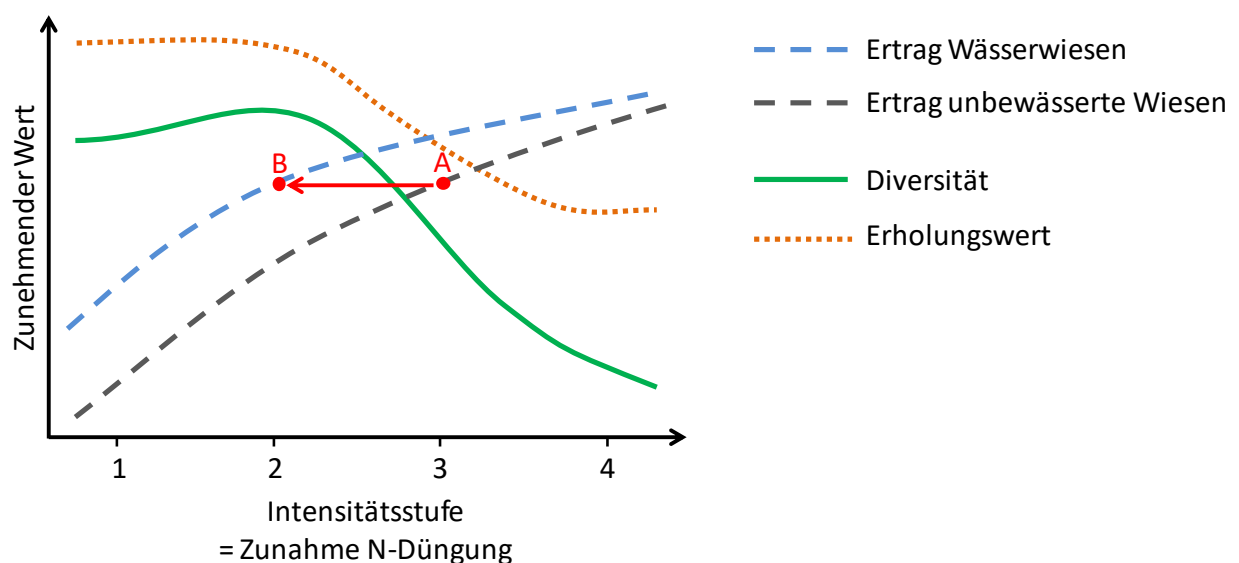


Abbildung 1: Hypothetischer Zusammenhang zwischen Ertrag, Diversität (Pflanzen und Tiere kombiniert) und Erholungswert in genutzten Wiesen. Möglicherweise kann durch die Bewässerung erreicht werden, dass die Düngung in dem für die Biodiversität verträglichen Rahmen bleibt (Punkt B; ca. 50 kg N/ha), obwohl die Erträge halbintensiv genutzten unbewässerten Wiesen (Punkt A) entsprechen, die normalerweise mit 50-150kg N/ha im Jahr gedüngt werden müssen um entsprechende Erträge abzuwerfen.

### Die zentrale Frage des Projektes:

**Inwieweit führt die traditionelle Bewässerung von Wiesen a) zu hohen landwirtschaftlichen Erträgen bei b) gleichzeitigem Erhalt der Biodiversität und c) der Schaffung von bei der Bevölkerung beliebten vielfältigen Wiesenlandschaften?**

Durch die Beteiligung der wesentlichen Akteure wurde die Problematik aus allen Blickwinkeln umfassend aufgearbeitet, um dann eine Verbreitung dieser Form der Grünlandbewirtschaftung in anderen hierfür geeigneten Regionen zu ermöglichen.

### **Die konkreten Projektziele:**

1. Welchen Nutzen hat die Bewässerung für die Heuqualität und –produktivität bei halbintensiver Bewirtschaftung? Sind Düngegaben auf Wasserwiesen zur Ertragssteigerung notwendig bzw. reduzierbar im Vergleich zu unbewässerten Wiesen?
2. Wie wird die Biodiversität und die Anzahl naturschutzrelevanter Arten durch Bewässerung beeinflusst?
3. Wie ist die Wahrnehmung der (lokalen) Bewirtschafter und der Bevölkerung hinsichtlich der Wasserwiesen?
4. Stellt diese Bewirtschaftung eine Methode dar, um landwirtschaftliche Produktivität und Qualität, Naturschutz und Naherholung/Tourismus nachhaltig zu vereinen? Könnte diese Landnutzungsform als Modellkonzept dienen, um auch in anderen Regionen Deutschlands und angrenzenden Ländern wieder Wiesenbewässerung einzuführen?

## **2. Methoden**

### **2.1. Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet der ‚Queichwiesen‘ befindet sich östlich von Landau im Süden von Rheinland-Pfalz und ist Teil des Vorderpfälzischen Tieflandes. Das Gebiet erstreckt sich über einen etwa 12 km langen Abschnitt entlang der Queich zwischen Landau und Bellheim. Begrenzt wird das Gebiet im Norden von Zeiskam und im Süden von Ottersheim. Die Queich zählt zu den wichtigsten Entwässerungssystemen des Pfälzerwaldes und mündet bei Germersheim in den Rhein. Der sich von Westen nach Osten verbreiternde Schwemmfächer der Queichniederung besteht aus Ablagerungen der gelösten Buntsandsteinschichten im Pfälzerwald. Vorherrschende Bodenarten sind mehr oder weniger lehmige Sande bis sandige (z.T. schluffige) Lehme. Die vorherrschenden Bodentypen sind podsolige Braunerden mit Übergängen zu Gleyen oder Pseudogleyen. Die Queichwiesen liegen in der klimatisch begünstigten Zone des Oberrheintieflandes mit warmen Sommern und milden Wintern (langjährige Mittelwerte der Lufttemperatur 9 bis 10 °C und des Niederschlags 650 bis 750 mm; Geiger et al. 2010).

Die Queichwiesen wurden traditionell als Wasserwiesen mit Stauberieselung genutzt (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Die Wiesen dienten und dienen vornehmlich zur Heugewinnung. Auch heute finden sich in dem Gebiet noch intakte, großflächige und seit Jahrhunderten durchgehend bewässerte Wasserwiesen. In anderen Teilen des Untersuchungsgebietes

tes wurde eine Sommerbewässerung noch bis in die 1990er Jahre zeitweise durchgeführt (Gemeinde Ottersheim) während vielerorts bereits seit den 1970er Jahren die Bewässerung vollständig eingestellt wurde (Gemeinden Knittelsheim und Bellheim). Im Zuge bestehender Naturschutzbemühungen, die teilweise auch von der DBU unterstützt wurden (Projekt: „Akzeptanzstrategien in FFH- und Vogelschutz-Gebieten – exemplarische Entwicklung und Umsetzung kooperativen Verfahren“, (AZ 18383/01 und /02; Keller 2013), wurde die Bewässerung aber auf vielen Wiesen wieder reaktiviert. Die Nutzung der Wässerwiesen ist vielfältig und umfasst die landwirtschaftliche Produktion (v.a. Heugewinnung), den Naturschutz (Natura 2000-Gebiet) und die Naherholung bzw. den Tourismus (siehe z.B. ‚Aktion Pfalzstorch‘). Auf der Grundlage historischer Wasserrechte gibt es in den Queichwiesen gestaffelte Bewässerungstermine für die verschiedenen Wiesenareale. Die letzte und bis heute gültige Regelung ist ein Bewässerungsplan aus dem Jahre 1972 (Leibundgut & Vonderstrass 2016), der in 2016 eine Überarbeitung erfahren hat. Demnach werden die (intakten) Wässerwiesen zwischen April und August zwei bis drei Mal für jeweils ein bis drei Tage aktiv bewässert. Dazu wird das Wasser der Queich (oder der Nebenbäche Fuchsbach bzw. Spiegelbach) an bestimmten Wehren gestaut, über Bewässerungsgräben in die Flächen geleitet (etwa knöcheltief) und anschließend über Entwässerungsgräben zurückgeführt.

Die Wiesen werden gewöhnlich zweimal im Jahr gemäht. Der erste Mahdtermin findet i.d.R. Ende Mai/Anfang Juni statt. Das Heu dient vornehmlich zur Verfütterung an Pferde (ca. 90%), seltener an Rinder. Die Düngegaben variieren zwischen den Wiesen von keiner Düngung (oftmals von an Naturschutzprogrammen beteiligten Landwirten) bis hin zu organischen oder mineralischen Düngergaben von etwa 80 kg N/ha/Jahr. Eine Ausnahme sind Silagewiesen eines einzelnen Landwirts mit häufigerer Mahd und höheren Düngergaben. Auf allen Wiesen findet zudem eine sehr extensive Wanderschafhaltung zwischen Herbst und Frühjahr statt.

Das Untersuchungsgebiet ist Teil des FFH-Gebiets „Bellheimer Wald mit Queichtal (DE-6715-302)“ und des Vogelschutzgebiets „Offenbacher Wald, Bellheimer Wald und Queichwiesen (DE-6715-401)“. Im Untersuchungsgebiet finden sich gemäß der FFH-Richtlinie als Lebensraumtypen des Anhangs I ‚Magere Flachland-Mähwiesen‘, ‚Feuchte Hochstaudenfluren‘ und ‚Auwiesen‘. Zu den nachgewiesenen Arten des Anhangs II zählen u.a. der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithonus*), der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea teleius*) und der Großer Feuerfalter (*Lycaena dispar*) sowie die Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*) und die Helm-Azurjungfer (*Coenagrion mercuriale*). Des Weiteren finden sich der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*), Kamm-Molch (*Triturus cristatus*) sowie als prioritäre Art die Spanische Flagge (*Euplagia quadripunctaria*). Das Gebiet hat einen hohen avifaunistischen Wert. Zu bedeutenden Brutvögeln des Anhangs I gehören z.B. der Wachtelkönig (*Crex crex*) und der Ziegenmelker (*Caprimulgus europaeus*). Des Weiteren bieten die Queichwiesen wertvollen Lebensraum für z.B. den Weißstorch (*Ciconia ciconia*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) und Blaukehlchen (*Luscinia svecica*) oder die Bekassine (*Gallinago gallinago*) (Keller 2013).

Herausragende Bedeutung für das nationale Naturerbe erlangt das Gebiet zudem durch das in Rheinland-Pfalz flächenmäßig größte Vorkommen des stark gefährdeten Gottes-Gnadenkrautes (*Gratiola officinalis*) (Keller 2013). Hinzu kommen noch eine ganze Reihe von gefährdeten feuchtigkeitsliebenden Pflanzenarten wie der Kantenlauch (*Allium angulosum*), die



Sumpf-Platterbse (*Lathyrus palustris*) oder die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*). Bedeutsam ist zudem das Vorkommen der Grünen Strandschrecke (*Aiolopus thalassinus*), einer nach der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) streng geschützten Heuschreckenart.

## 2.2. Untersuchungsdesign

Für das Projekt wurden seit mindestens 10 Jahren traditionell bewässerte (N=18) und seit Jahrzehnten unbewässerte Wiesen (N=18) mit jeweils unterschiedlichen Düngegaben (keine, wenig, mäßig viel; jeweils N=6) verglichen (Abb. 2). Keine der für die Untersuchung gewählten Wiesen befand sich in einem Prozess der Umstellung und Sukzession, sondern unterlagen seit Jahren einem recht stabilen Management. Um die Vergleichbarkeit der Mähzeitpunkte und der Mahdtechnik zu gewährleisten, wurden innerhalb der Wiesen 7 x 7 m Flächen durch Pflöcke gekennzeichnet und 2014 und 2015 separat durch das Projektteam gemäht. Dadurch konnte ein identischer Mahdzeitpunkt für alle Wiesen erreicht werden, was für die Vergleichbarkeit der Biomassedaten und Heuanalysen notwendig war. Innerhalb dieser 7 x 7 m Flächen wurden 3 kleine Quadrate mit einer Größe von je 2 x 2 m markiert, in denen 2014 und 2015 Boden und Vegetationsanalysen stattfanden. Eine Übersicht über die Flächen und Aufnahmeparameter liefert Abb. 2.

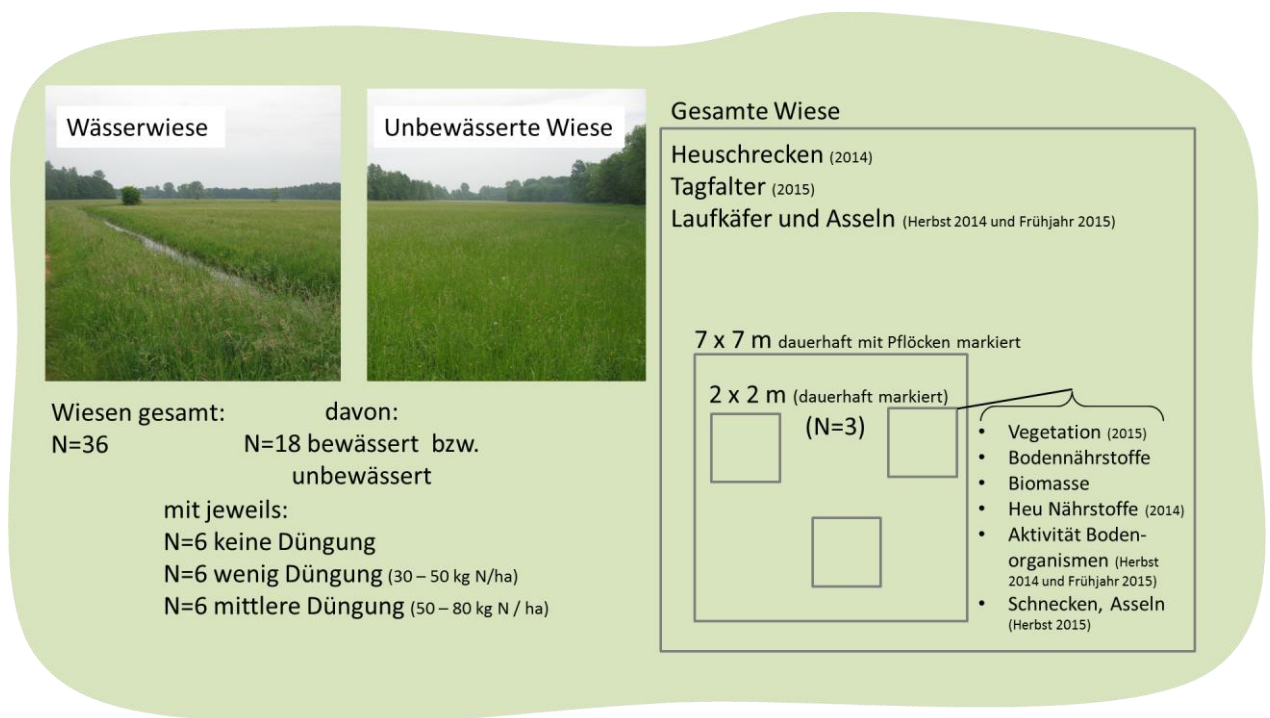


Abbildung 2: Übersicht über das Untersuchungsdesign mit Veranschaulichung der Flächenwahl und der Messparameter in unterschiedlich großen Flächen und Wiederholungen.

Neben den Untersuchungen auf den Wiesen selbst wurden auch in Gräben und anderen Randstrukturen Daten zu Vegetation, Tagfaltern, Schnecken und Asseln erhoben. Daten zum touristischen Wert wurden an mehreren Stellen im Untersuchungsgebiet durch Befragungen erhoben. Ökonomische Daten zur Lage der Bewirtschafter lieferten Befragungen der im Untersuchungsgebiet ansässigen Landwirte.

## 2.3. Artenvielfalt

### 2.3.1. Flora

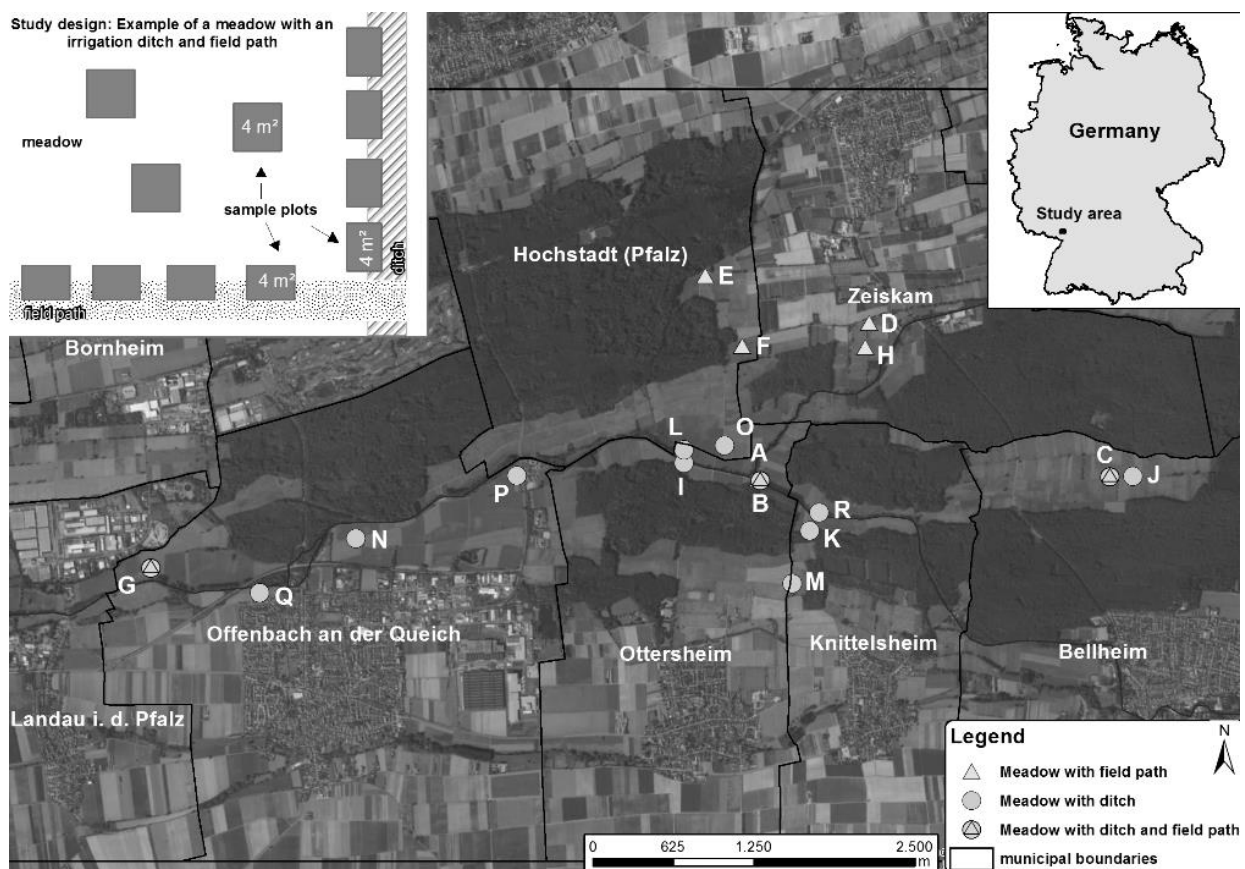


Abbildung 3: Den drei Vegetationsaufnahmen der Wiesen wurden je 4 Vegetationsaufnahmen entlang der Gräben und Wegränder gegenübergestellt. Die Flächengröße betrug jeweils 4 m<sup>2</sup>. Die Form wurde der jeweiligen Breite des Grabens bzw. Weges angeglichen (entnommen aus der englischsprachigen Publikation im Journal Plant Ecology Meier et al. (2017)).

Innerhalb der kleinen 2 x 2 m zufällig gewählten Flächen (Abb. 2), fanden 2015 im Mai / Juni und im August / September Vegetationsaufnahmen statt. Die Schätzung der Deckung der Arten (ohne Kryptogamen) erfolgte mit Hilfe der Londo Skala. Die Bestimmung der Arten erfolgte auf Grundlage von Jäger & Werner (2002) und Eggenberg & Möhl (2007) . Die Ergeb-

nisse der 3 kleinen Teilflächen wurden je Wiese zusammengefasst. Auch die zweimaligen Aufnahmen im Lauf der Vegetationsperiode wurden gemittelt. Somit beziehen sich die Vegetationsaufnahmen auf eine Fläche von 12 m<sup>2</sup> und geben einen Jahresdurchschnitt an.

Um die Vielfalt von Pflanzen in der Landschaft zu ermitteln, wurde die Vegetation der Gräben und Wegränder vergleichend zu den angrenzenden Wiesen im Jahr 2014 im Mai und Juni aufgenommen. Das Design ist in Abb. 3 veranschaulicht. Die Wegränder wurden als klassische, vielfältige Strukturen hinzugenommen, um zu ermitteln, ob die Gräben eine vergleichbare oder größere Rolle für die Diversität spielen.

### 2.3.2. Fauna

Erhebungen zur Fauna auf den Wässerwiesen wurden zwischen 2014-2015 im Rahmen mehrerer Abschlussarbeiten und Projekte am Institut für Umweltwissenschaften durchgeführt: Neben den beantragten Untersuchungen von Heuschrecken, Tagfaltern und Laufkäfern wurden zusätzlich Asseln und Schnecken erfasst. Die abgeschlossenen Abschlussarbeiten sind dem Anhang zu entnehmen. Die erhobenen faunistischen Daten sind nahezu vollständig ausgewertet und wurden im Rahmen mehrerer Tagungen als Vorträge oder Poster präsentiert (siehe Anhang). Eine erste wissenschaftliche Publikation erscheint derzeit in der internationalen Fachzeitschrift *Insect Science* (Schirmel et al. 2017), weitere Artikel befinden sich in Arbeit.

Die **Heuschrecken** wurden zweimal im Hochsommer 2014 (August, September) anhand eines Isolationsquadrats (IQ) erfasst. Das IQ ist ein nach oben und unten offener quadratischer Fangrahmen (Biozönometer), mit dem exakte Angaben zur Individuendichte (Individuen/m<sup>2</sup>) möglich sind (Gardiner et al. 2005; Ingrisch & Köhler 1998). Das verwendete IQ hatte eine Grundfläche von 2 m<sup>2</sup> und die stoffbespannten Seitenwände eine Höhe von 80 cm. Pro Wiese wurde das IQ an 10 zufällig gewählten Stellen aufgesetzt (= 20 m<sup>2</sup> beprobte Fläche pro Wiese). Alle Heuschrecken innerhalb des IQ wurden erfasst, direkt im Gelände nach Bellmann (2006) determiniert und anschließend wieder frei gelassen. Die Erfassungen fanden bei günstigen Witterungsbedingungen (trocken, warm, windstill) jeweils zwischen 10:00 und 17:00 Uhr statt.

Bei den **Tagfaltern** wurden Erfassungen a) zu dem Einfluss der Bewässerung und Düngung auf Tagfalter in den Wiesen untersucht und zusätzlich b) zur Bedeutung verschiedener Randstrukturen für Tagfalter analysiert.

#### Einfluss von Bewässerung und Düngung auf Tagfalter in den Queichwiesen

Zur Erfassung der Tagfalterarten und deren relative Häufigkeiten je Wiese wurden standardisierte Transektzählung nach Pollard und Yates (1993) durchgeführt. An sieben Begehungsterminen in 2015 (zwischen April und September) wurden alle 36 Wiesen je Begehung innerhalb von drei bis vier Tagen abgelaufen. Die Erfassungen erfolgten immer zwischen 10:00 und 17:00 Uhr (MESZ). Grundvoraussetzung waren konstante geeignete Wetterbedingungen für Transektzählungen (Pollard 1977). Die Transektzählungen erfolgten entlang von linearen Transekten mit 50 m Länge (Abb. 18). Jedes Transekt wurde in einer konstanten Geschwindigkeit innerhalb von 15 min abgelaufen, exklusive der zur Bestimmung der Arten benötigten

Zeit (Krämer et al. 2012; Fartmann et al. 2013). Während der Transektzählung wurden alle Tagfalter notiert, die sich 2,5 m links bzw. 2,5 m rechts des Transekts sowie 5 m voraus befanden. Die Bestimmung der Tagfalter erfolgte unter Verwendung von Settele (2000). Zusätzlich wurde als wichtige Ressource für Tagfalter das Blütenangebot erhoben im Anschluss jeder Transektzählung innerhalb von vier 2 x 2 m Subplots entlang des Transekts (siehe Abb. 4).

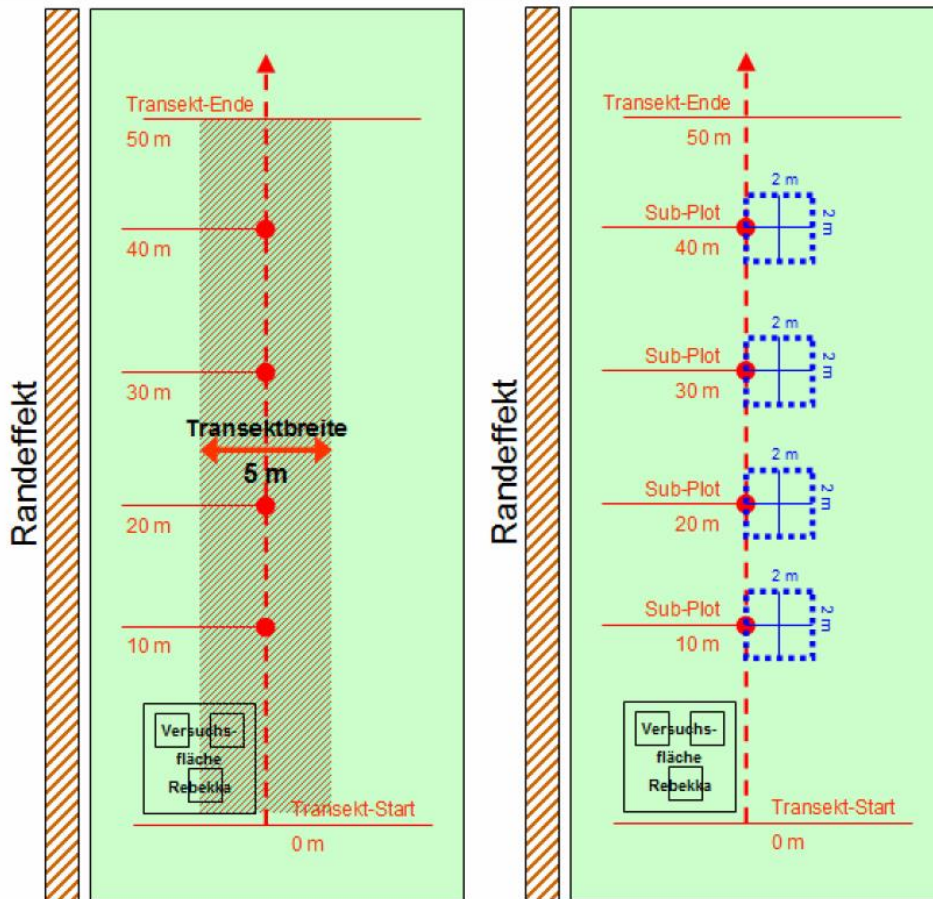


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Vorgehensweise bei der Tagfaltererfassung (links) und der Aufnahme des Blütenangebots (rechts).

#### Bedeutung von Randstrukturen für Tagfalter

Für die Bearbeitung dieser Fragestellung wurden verschiedene Randstrukturen an 30 Wiesen ausgewählt. Mit je fünf Replikaten wurden folgende Ränder beprobt: Queich, offener Graben, Grasweg, Hecke, Gehölzreihe und Wald. Die Erfassung der Tagfalter fand identisch zu a) statt. Die Erfassungen fanden an fünf Terminen im Sommer 2015 statt.

Die Erfassung der **Laufkäfer und Asseln** erfolgte mit vier Bodenfallen pro Wiese. Als Fangbehälter dienten Plastikbecher (Fassungsvolumen von 175 ml, Öffnungsdurchmesser von 6,5 cm), welche zu 1/3 mit einer Mischung aus 50 % Propylenglykol befüllt wurden. Die Erfassungen fanden im Oktober 2014 und im April/Mai 2015 statt. Zur Determination der Laufkäfer wurde der Bestimmungsschlüssel nach Müller-Motzfeld (2012) angewandt.

Bei der Erfassung der **Schnecken** wurde der Fragestellung nachgegangen, welche Bedeutung die Gräben in den Wässerwiesen für die Diversität und Häufigkeit von Schnecken haben und wie sich das Management der Wiesen auf die Tiere auswirkt. Dazu wurden 2015 Schneckenproben nach Trautner (1991) auf den Wiesen (in den Ecken der 7 x 7 m Plots) und daran angrenzende Gräben (7 Bewässerungsgräben und 7 Entwässerungsgräben) sowie an Randstrukturen zur Queich durchgeführt. Pro Probenahmestelle wurden vier 50 x 50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) große Subplots ausgewählt und die Biomasse (inklusive Grasnarbe, Moospolster und der obersten zwei cm des Oberbodens) entnommen, um möglichst alle Kleinschnecken erfassen zu können. Die Schnecken wurden nach Trocknung der Biomasse und Sieben des Bodens ausgelesen und nach Wiese (2016) und Kerney et al. (1983) bestimmt. Die Auswertungen beinhaltete auch Betrachtungen der Überschwemmungstoleranz der Arten, um Rückschlüsse auf das Artenspektrum und die Standortbedingungen ziehen zu können.

## 2.4. Bodenkennwerte und Aktivität der Bodenorganismen

Im April 2014 wurden auf allen Wiesen auf je 3 Teilflächen a 2 x 2 m Boden Mischproben aus dem Oberboden in ca. 15 cm Tiefe entnommen und durch die Landwirtschaftliche Untersuchungsanstalt in Speyer (Lufa Speyer) einer Komplettanalyse unterzogen (pH, Bodenart (geschätzt), verfügbares Phosphor, Kali, Mg, Bor und Humus (C org; geschätzt) sowie Stickstoffanalysen zu N gesamt, Nmin, Nitrat und Ammonium; siehe VDLUFA Methodenbuch). Die Stickstoffanalysen wurden weiterhin noch im Juli und September 2014 und April, Juli und September 2015 wiederholt, da Stickstoffwerte besonders starken Schwankungen im Jahresverlauf unterliegen. Im Mai 2015 wurde zusätzlich die Wasserhaltekapazität und die genaue Bodenart der einzelnen Wiesen im Labor der Uni Koblenz Landau ermittelt. Dazu wurden mit einem Stechzylinder Proben je Wiese im Oberboden genommen. Durch Wiegen, Aussättigung, Abtropfen und erneutem Wiegen wurde so die Wasserhaltekapazität bestimmt (Brucker & Kalusche 1990). Die Bodenart wurde mit Hilfe eines Pipettierapparates ermittelt (DIN ISO 11277).



Abbildung 5: Veranschaulichung der Methodik zur Bestimmung der Aktivität von Bodenorganismen. Foto links: fertig mit Ködermasse gefüllte Köderstreifen warten auf ihren Einsatz, Foto Mitte: Die Stäbe wurden für 14 Tage in den Oberboden eingestochen. Zu sehen ist eine sogenannte Basisgruppe, Foto rechts: Direkt im Anschluss werden die Streifen auf ein Durchlichtpult gelegt und herausgefressene und unberührte Köder werden ausgezählt.

Die Aktivität von Bodenorganismen wurde Anfang April (3.-21.4.2014) sowie Ende Juni 2014 (18.6.-5.7.2014) und erneut Ende Juni 2015 (21.-28.9. 2015) ermittelt. Hierzu wurden für je ein bis zwei Wochen Köderstreifen (Bait-Lamina Sticks) ausgebracht und anschließend von Studierenden ausgewertet (Kratz 1998). In jeder der 2 x 2 m Teilflächen wurden 16 Stäbchen als eine sogenannte Basisgruppe ausgebracht, die dann als „prozentualer Anteil gefressener Köder“ zwischen den Flächen verglichen wurden. Die Methodik ist in Abb. 5 veranschaulicht.

## 2.5.Heumenge und Heuqualität

Die Mahd der 7 x 7 m großen ausgepflochten Wiesenbereiche wurde von dem Projektteam selbst durchgeführt, um vergleichbare Mahdzeitpunkte auf allen Wiesen zu erreichen. Jeweils im Frühsommer (vom 7.-15.6.2014 und vom 5.-12.6.2015) und Spätsommer (vom 19.-26.9.2014 und vom 21.-28.9.2015) wurde die Biomasse zunächst auf drei kleinen 2 x 2 m großen Teilflächen in jeder Wiese mit Grasscheren auf 5 cm Länge über dem Boden abgeschnitten und entsprechend der Beschreibung in den nächsten Kapiteln weiterverarbeitet (Abb. 6). Die Mahd der Restfläche (7 x 7 m) erfolgte dann im Anschluss mit einer Motorsense. Die restlichen Bereiche der Wiesen wurden vom Landwirt separat und unabhängig gemäht. Es wurden verschiedene futterbauliche Kriterien für die Quantitäts- und Qualitätsbestimmung herangezogen (Oppermann et al. 2017).



Abbildung 6: Mahdaktion im Juni 2014. Deutlich ersichtlich sind die 3 kleinen 2 x 2 m Flächen innerhalb des größeren 7 x 7 m großen ausgepflochten Bereichs.

### 2.5.1. Biomasseernte und Trocknung

Die geschnittene Biomasse aus den 3 kleinen 2 x 2 m großen Teilflächen je Wiese wurde zum Trocknen in große Stoffsäcke eingenäht. Diese Säcke wurden gewogen und dann in einem Tabakofen (bei Landwirt Otto Hörner) bei 75°C über 72 Stunden getrocknet. Nach erneutem Wiegen konnte die Trockenmasse an Heu berechnet werden und die Jahresmenge durch Addition der beiden Ernten ermittelt werden.

Weiterhin wurde aus den Vegetationsaufnahmen das Verhältnis von Obergräsern zu Untergräsern ermittelt. Die bestmögliche Raumnutzung der Pflanzen und damit einhergehend hohe Erträge resultieren aus einem ausgeglichenes Verhältnis beider Gruppen (Oppermann et al. 2017).

### 2.5.2. Heuqualitätsbestimmung

Bei der Biomasseernte wurde das Material aus einer Ecke der 2 x 2 m Flächen nicht gleich getrocknet, sondern erst nach Artengruppen sortiert und die Teilproben dann einzeln getrocknet, um Informationen zum Gewichtsprozent der einzelnen Artengruppen im Heu zu erhalten. Auch die detaillierten Deckungswerte einzelner Arten bei den Vegetationsaufnahmen wurden genutzt, um Artengruppen und Mengenanteile von Pflanzen im Heu zu bestimmen. Dabei wurden folgende Informationen ausgewertet:

- Die mittleren Futterwertzahlen nach Knapp (verändert nach Dierschke & Briemle 2002),
- der Anteil von Leguminosen im Heu (Oppermann et al, 2017),
- der Anteil an Giftpflanzen im Heu (Oppermann et al, 2017),
- die Nutzungselastizität (Oppermann et al, 2017). Diese kann bestimmt werden, indem man das Verhältnis der Gräser zu Kräuter bestimmt. Ein ausgeglichenes Gräser / Kräuter Verhältnis ermöglicht es den Zeitpunkt der Mahd recht flexibel (je nach Wetterlage) wählen zu können, ohne hohe Verluste bei der Heuqualität hinnehmen zu müssen. Hohe Krausanteile führen nach dem Trocknen zu hohen Bröckelverlusten, da das Heu seine Stabilität verliert. Hohe Grasanteile verkürzen den optimalen Zeitraum für die Mahd deutlich, so dass bei ungünstigen Witterungsbedingungen, wenn dieser Zeitraum nicht genutzt werden kann, die Qualitätsverluste sehr deutlich ausfallen.
- Bestimmung der Nährstoffe nach dem NIRS Verfahren durch die LUFA Speyer

## 2.6. Sozioökonomie

Im Bereich der Sozioökonomie wurden im Rahmen des Projekts zwei getrennte Aspekte untersucht: (1) Kosten und finanzieller Nutzen der Heuwirtschaft auf bewässerten und unbewässerten Wiesen, (2) touristischer und Erholungswert der Queichwiesen.

Im Rahmen von (1) wurde eine Befragung von insgesamt 28 Landwirten im Haupt- und Nebenerwerb zwischen Offenbach an der Queich und Bellheim detailliert zu Bewirtschaftungsweise, Kosten und Leistungen ihrer Wiesen befragt. Berücksichtigt wurden alle Kombinationen der folgenden 3 Bewirtschaftungsweisen: Bewässerung (N=42), Düngung (N=47) und Förderung (N=23). Tabelle 1 zeigt die jeweiligen Fälle der 3 verschiedenen Bewirtschaftungsweisen und die jeweiligen Flächen in ha. Die Gesamtfläche des in diesem Teil untersuchten Gebiets beträgt 755 ha.

Tabelle 1: Einteilung der Wirtschaftlichkeitsanalyse der Wiesenbewirtschaftung

	Anzahl Fälle			Fläche in ha		
	bewässert (B)	gedüngt (D)	gefördert (F)	bewässert (B)	gedüngt (D)	gefördert (F)
ja	42	47	23	433,6	502,2	313,7
nein	24	19	43	321,5	252,9	441,4

Aufgenommen wurde zunächst die Gesamtfläche des bewirtschafteten Grünlands in ha und der Anteil bewässerter/gedüngter/geförderter Fläche. Dann wurden für die einzelnen Fälle separat die Arbeitsschritte zur Bewirtschaftung und deren Zeitaufwand, geschätzter Ertrag pro ha Grünland (2015 und über einen Zeitraum der letzten 5 Jahre) und erzielte Preise für die einzelnen Produkte (Rundballen, HD-Ballen, Quaderballen oder Silageballen) abgefragt. Zudem wurden eingesetzte Maschinen und Personal aufgenommen; die Lohnkosten wurden unter Verwendung der Vergütungssätze des Maschinenrings Südpfalz errechnet (<https://www.maschinenring.de/suedpfalz>). Mithilfe des Online-Rechners MaKost (<http://daten.ktbl.de/makost/>) des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) wurden aus dem Zeitaufwand und den verwendeten Maschinen die Betriebskosten ermittelt. Der Ertrag wurde für jedes Szenario anhand des Ertrags pro ha und der erzielten Preise pro Produkt berechnet. Zur Berechnung des Gewinns wurden davon Betriebskosten und Lohnkosten abgezogen und gegebenenfalls Förderung dazu addiert. Zusätzlich zu den quantitativen Daten wurden qualitative Daten auf Betriebsebene aufgenommen: Erwerbsform (Haupt- oder Nebenerwerb), Gründe für Grünlandbewirtschaftung (Pferdehaltung, Viehhaltung, ökonomische Rentabilität, Tradition), Alter und Ausbildung der Landwirte.

Für Teil (2) der sozioökonomischen Erhebungen wurde eine Reisekostenanalyse in Kombination mit standardisierten Fragen zur Nutzung und Wertschätzung der Queichwiesen durchgeführt. Die ursprünglich geplante umweltökonomische Contingent Valuation Analyse zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft für die Einführung einer Wiesenbewässerung in Gebieten, in denen diese früher einmal vorhanden war, konnte mangels realistischer Möglichkeiten in der Region nicht durchgeführt werden. Die Methode basiert darauf, dass die Anwohner mit



einer real möglichen Umsetzung der Wiesenbewässerung konfrontiert werden und angeben müssen, welchen Preis sie bereit wären dafür zu zahlen. Um nicht die Bevölkerung mit einer in ihrem Gebiet unrealistischen Maßnahme zu konfrontieren und gegebenenfalls Unmut oder Diskussionen hervorzurufen, muss die Maßnahme in der Region auch uneingeschränkt möglich sein. Laut Aussagen der zuständigen Behörden würde allerdings momentan in keinem der angrenzenden Flusssysteme eine Genehmigung für die Reaktivierung der Wiesenbewässerung erteilt werden können, da nach Behördenangaben die Wassermengen zu gering seien, um bei gleichzeitiger Wiesenbewässerung die ökologischen Grundfunktionen der Flüsse zu erhalten. Also musste auf diese Methode verzichtet werden. Als Ersatz für die Contingent Valuation Studie wurde daher die genannte Reisekostenanalyse durchgeführt. Die Reisekostenmethode zur Ermittlung der Wertschätzung der Queichwiesen für Tourismus und Erholung beruht auf der Annahme, dass mit dem Besuch der Wiesen eine Reihe von Kosten verbunden sind, z.B. konkrete Anfahrtkosten, aber auch Kosten für Übernachtungen, Ausrüstung und ggf. Zeit. Im Rahmen einer qualitativ-quantitativen Besucherbefragung wurden diese Daten im Herbst 2015 und Sommer 2016 in den Queichwiesen erhoben. Insgesamt wurden dabei rund 250 Besucher an verschiedenen Standorten der Queichwiesen befragt. Anhand der quantitativen Daten (Entfernung der Herkunftsorte der Besucher vom jeweiligen Standort und Art des Transportmittels) wurde mithilfe der zonalen Reisekostenmethode nach Clawson (1959; siehe auch Loewenstein 1994, Elsasser 1996) ein monetärer Wert ermittelt, den die Besucher den Wiesen pro Besuch aufbringen. Die Berechnungen wurden dabei jeweils mit vier unterschiedlichen Annahmen durchgeführt: Mit oder ohne Berücksichtigung der Tatsache, dass Besucher außer den Queichwiesen noch andere Reiseziele ansteuern bzw. mit und ohne Einbeziehung von Opportunitätskosten in Form von Zeit, die für den Besuch der Wiesen anfallen.

### **3. Ergebnisse und Diskussion**

#### **3.1. Werte aus Sicht des Naturschutzes**

Da im Rahmen des Projekts eine Vielzahl an Organismengruppen untersucht wurde, kann die Rolle der Bewässerung und der Düngung für den Naturschutz sehr differenziert betrachtet werden. Eine abschließende Beurteilung der Wertigkeit für den Naturschutz werden wir im Fazit geben. An dieser Stelle werden die einzelnen Organismengruppen einzeln betrachtet.

### 3.1.1. Flora

#### *Artenvielfalt der Pflanzen in den Wiesen (alpha Diversität)*

Die Artenzahlen liegen auf den Wiesen zwischen etwa 15 und über 40 Arten auf den 12 Quadratmetern der Vegetationsaufnahmen. Die Streuung der Werte ist nicht nur zwischen den Bewirtschaftungsformen sondern vor allem zwischen den Lokalitäten der Wiesen besonders groß. So sind beispielsweise Wiesen auf der Gemarkung von Knittelsheim und Bellheim unabhängig von der aktuellen Nutzung eher artenreicher. Ein Blick auf die Geschichte der Wiesen könnte eine Erklärung dafür geben. In diesen Bereichen sind die Flächen mit sehr hoher Stetigkeit über Jahrhunderte als Heuwiesen genutzt gewesen, während in anderen Bereichen in der Vergangenheit immer wieder auch Äcker vorzufinden waren. Über diesen regionalen Aspekt hinaus kann man aber festhalten, dass die bewässerten Wiesen in ihrer Vielfalt trotz eines erheblichen Biomassegewinns recht stabil bleiben.

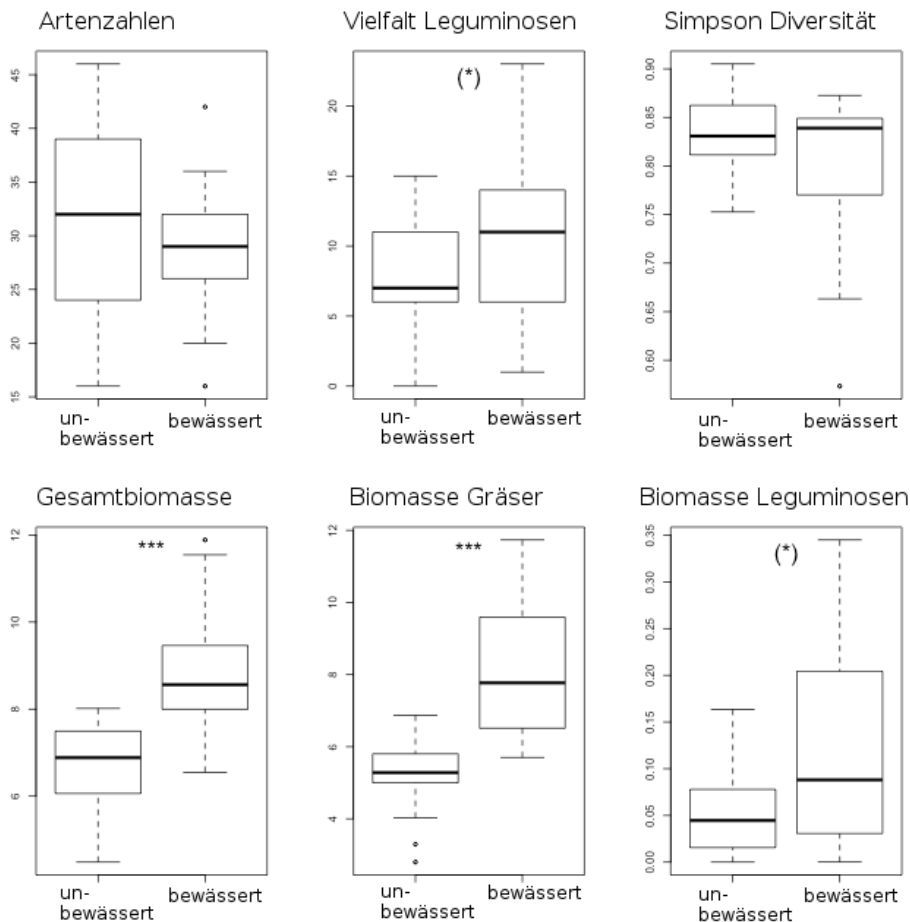


Abb. 7.: Die Artenzahlen und der Simson Diversitätsindex sind durch Bewässerung nicht negativ beeinflusst, obwohl die Gesamtdeckung und die Biomasse durch die Bewässerung positiv beeinflusst werden und somit ein erhöhter Konkurrenzdruck herrscht. Die Biomassedaten sind in t /ha Trockensubstanz im Jahr angegeben

Schmetterlingsblütler (Leguminosen) zeigen eher eine Zunahme in ihrer Artenzahl und Masse (Abb. 7). Die erhöhte Deckung der Leguminosen konnte auch schon bei einer vorangegangenen Studie festgestellt werden (Müller et al. 2016a). Möglicherweise profitieren die

Schmetterlingsblütler indirekt von der Bewässerung, da die in Symbiose lebenden Knöllchenbakterien, die Stickstoff aus der Luft binden und der Pflanze zur Verfügung stellen, bei feuchten Verhältnissen besser arbeiten können als auf ausgetrockneten Böden. Somit geht hier aus der Bewässerung durch die höhere Deckung der Schmetterlingsblütler tatsächlich indirekt auch ein echter Düngeneffekt hervor, der helfen kann, die deutlich erhöhte Biomasse (Abb. 7 und 8) zu erklären. Durch Aneinanderreihung der Ergebnisse der beiden Studien (Daten aufgenommen durch Isabell Müller im Jahr 2012 und 2013 und durch Rebekka Gerlach in 2015) geht hervor, dass die Artenzahlen und die Diversität zwischen den Jahren schwanken und man nicht von einer eindeutigen Zu- oder Abnahme der Diversität durch die Bewässerung sprechen kann (Vergleich positiver Effekt der Bewässerung in 2013 in Müller et al. 2016b).

Eine mögliche Erklärung könnte die Tendenz zur Abnahme der Grasdichte, vor allem der Obergräser, mit der Bewässerung darstellen (Abb. 8; statistisch nicht nachweisbar), die sich eher gegenläufig zur steigenden Masse der Gräser durch Bewässerung in Abb. 7 verhält. Die Lichtkonkurrenz durch hochwüchsige Obergräser ist für kleinwüchsige Kräuter und Gräser ein großes Problem auf Wiesen. Die in Müller et al. (2016a) gefundene Zunahme an Rosetten- und Halbrosettenpflanzen auf bewässerten Wiesen, könnte durch die geringere oder gleichbleibende Deckung an Obergräsern erklärt werden. Das könnte dann dazu führen, dass die Diversität trotz Biomassegewinns stabil bleibt.

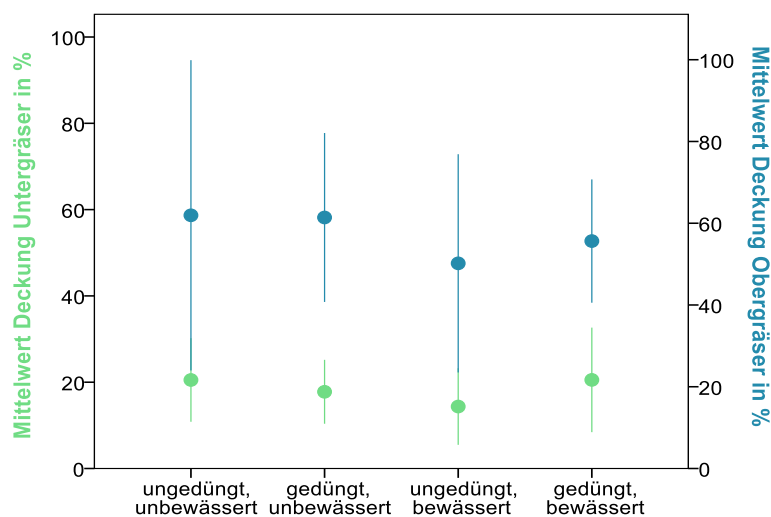


Abb. 8: Deckung der Untergräser und Obergräser in % separat nach Management. Die Fehlerbalken stellen die Konfidenzintervalle (95%) dar.

### *Pflanzenvielfalt und Umweltbedingungen*

Die Pflanzengesellschaft verschiebt sich durch die Bewässerung, was in einer multivariaten Korrespondenzanalyse (DCA) veranschaulicht wird (Abb. 9). Die in blau gekennzeichneten Punkte stellen die Ähnlichkeiten der Artenzusammensetzung der bewässerten Wiesen dar. Die dunkelgrauen Dreiecke gruppieren sich etwas abseits, da die Artenzusammensetzung dort etwas anders ist.

Der Verschiebung der Pflanzengemeinschaften wird hier als Interpretationshilfe die gleichzeitige Veränderung von Bodenparametern gegenübergestellt. Daraus ist ersichtlich, dass sich die bewässerten Wiesen durch erhöhte Magnesium- und teilweise auch Borwerte auszeichnen. Die Länge der Vektoren spiegelt die Stärke des Zusammenhangs wieder. Die weiteren Bodenparameter wurden auf Grund fehlender Zusammenhänge nicht abgebildet oder zeigen kein solch eindeutiges Muster (Phosphor, Nitrat und Kalium). Während die erhöhten

Magnesiumwerte schwer zu interpretieren sind, ist Bor typischerweise in Haushaltsabwässern angereichert (aus Waschmitteln stammend) und wird wohl durch das Bewässerungswasser aus der Queich auf die Wiesen gespült. Bor hat durchaus das Potential die Artengemeinschaft zu beeinflussen: Kräuter scheinen eher zu profitieren als Gräser (Marschner & Marschner 2012). In laufenden Studien wird dieser Effekt aktuell eingehend weiter untersucht.

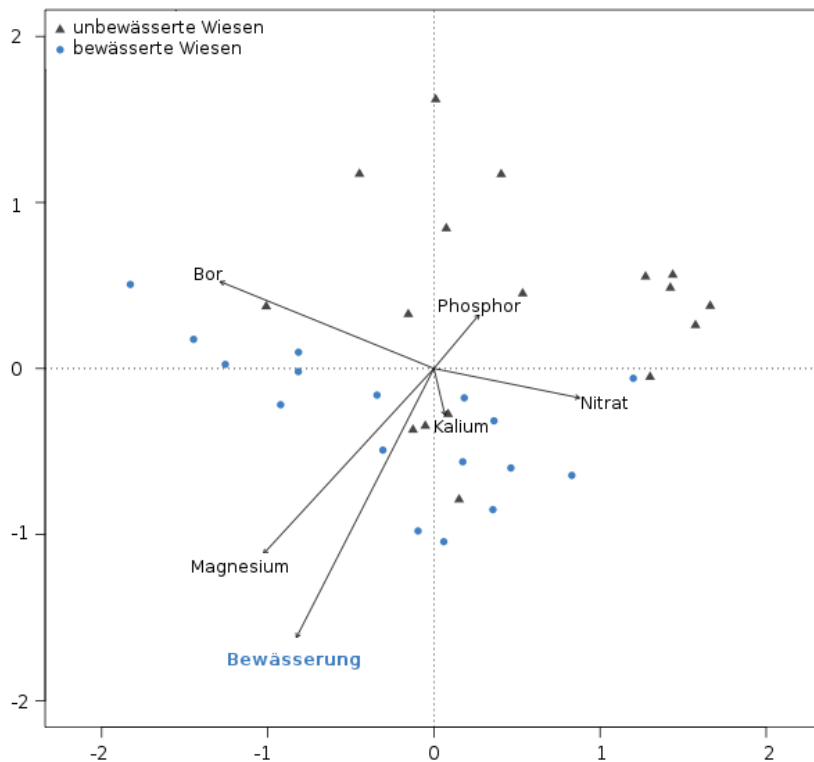


Abbildung 9: Ähnlichkeit der Wiesen in ihrer Artenzusammensetzung berechnet über eine DCA (Trendbereinigte Korrespondenzanalyse). Die bewässerten Wiesen (blaue Punkte) trennen sich deutlich von den unbewässerten Wiesen (graue Dreiecke). Im Nachhinein wurden über die geplotteten Wiesendaten noch die Vektoren der Korrelationen mit den gemessenen Bodenfaktoren gelegt. Je länger ein Vektor eines Bodenparameters in eine Richtung zeigt, desto höher ist der Wert auf den Wiesen, die in der gleichen Richtung abgebildet werden.

Die besseren Feuchtebedingungen auf den bewässerten Wiesen scheinen nicht nur unmittelbar durch die Bewässerung selbst zustande zu kommen, sondern werden durch eine verbesserte Wasserhaltekapazität der bewässerten Wiesen ergänzt (Abb. 10), so dass auch Regenwasser von den Wiesen besser gespeichert werden kann. Diese bessere Wasserversorgung führt nicht zu Feuchtwiesen oder gar nassen Wiesen. Die meisten Wässerwiesen sind so gut entwässert, dass das Wasser sich nicht länger staut. Das kann man an der Verteilung staunässe anzeigender Pflanzen sehen, die nicht vermehrt auf den Wässerwiesen vorkommen. Im ganzen Gebiet gibt es allerdings einige Wiesen, die eine wasserstauende Tonschicht und Senken aufweisen, so dass hier das Wasser länger stehen kann. Diese Bereiche sind ökologisch teils wertvoll – zumeist jedoch einfache Seggen-Dominanzbestände, die hier zu einer deutlichen Streuung der Daten beitragen. Die Landwirte müssten hier für besseren Abfluss sorgen, um Staunässe vorzubeugen. Die Ergebnisse eines Allgemeinen Linearen Modells zur Wasserhaltekapazität (rangtransformiert) mit Bewässerung als Hauptfaktor und N-Düngung

als Kovariate ergibt einen positiven Einfluss von Bewässerung ( $F = 5,3, p = 0,027$ ), und einen negativen Effekt durch die N-Düngung ( $F = 4,18, p = 0,049$ ).

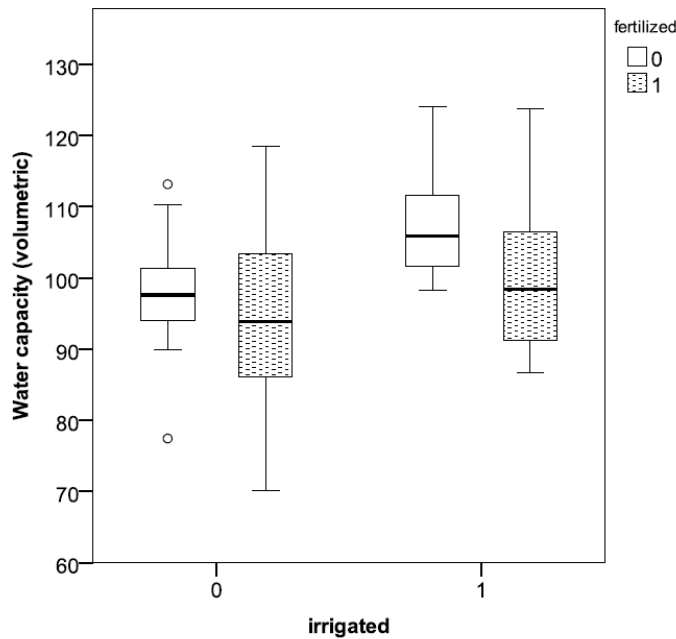


Abbildung 10: Wasserhaltekapazität auf bewässerten und unbewässerten Wiesen (irrigation 0 oder 1) mit und ohne Düngung (fertilization 0 oder 1). Die Bewässerung hat einen positiven Effekt, während die Düngemenge im statistischen Modell einen negativen Effekt hat.

Die Analysen zeigten, dass die Böden in ihrem Sandgehalt zwar stark schwankten, aber keinerlei Muster zeigten in Bezug zu unseren bewässerten oder unbewässerten Flächen. Ebenso wenig zeigten Düngung und Bodenart einen Zusammenhang.

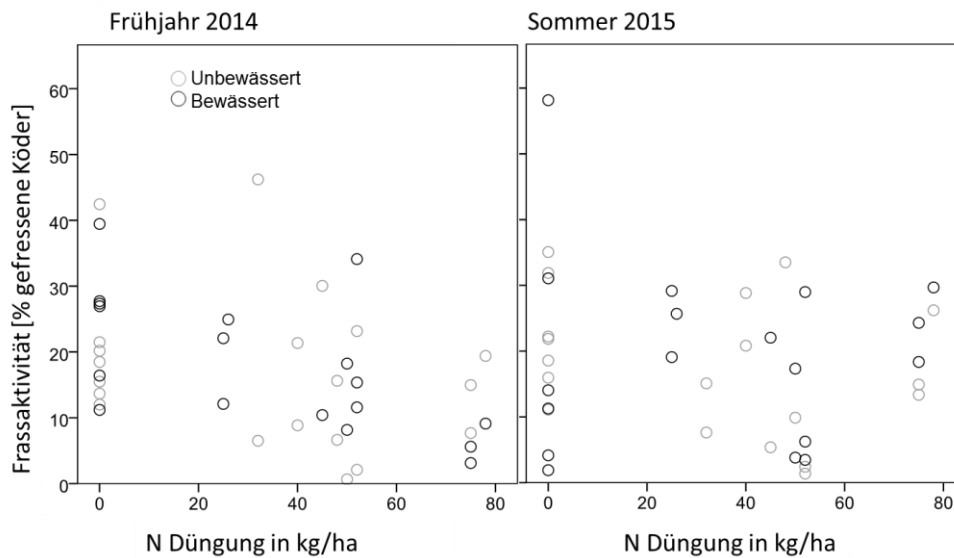


Abbildung 11: Prozentualer Anteil gefressener Köder durch Bodenorganismen. Ergebnisse des Allgemeinen Linearen Modells mit Bewässerung als Hauptfaktor und der Menge an N-Düngung als Kovariate: Frühjahr 2014: Bewässerung  $F=0,136, p=0,715$ , N-Düngung  $F=9,62, p=0,004$ ; Spätsommer 2015: Bewässerung  $F=0,05, p=0,83$ , N-Düngung  $F=0,375, p=0,54$ .

Die Aktivität der Bodenfauna reagierte nicht deutlich auf die Düngung und Bewässerung (Abb. 11). Zwar korrelierte die Aktivität eindeutig mit der Bodenfeuchte und im Frühjahr auch mit der Bodentemperatur, aber die Streuung zwischen den Wiesen war in sich zu groß, um deutliche Muster beweisen zu können. Lediglich im Frühjahr hat die Düngung einen signifikant negativen Effekt auf die Aktivität.

*Pflanzenvielfalt in der Landschaft (beta und gamma Diversität)*

Wässerwiesen mögen in sich nicht die artenreichsten Wiesen sein – durch die benötigte Infrastruktur an Schleusen, Be- und Entwässerungsgräben entstehen aber sehr reizvolle Landschaften mit hoher Vielfalt an Pflanzenarten, die in diese Randzonen ausweichen. Unsere Ergebnisse zu diesem Teil der Studie sind in Meier et al. (2017) veröffentlicht.

Abb. 12 stellt die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung in den Wiesen, an Wegrändern und in Gräben gegenüber. Da sich die Punkte, die einzelne Gräben, Wege oder Wiesen repräsentieren, recht deutlich voneinander trennen, kann man davon ausgehen, dass alle drei Strukturen ein unterschiedliches Arteninventar mitbringen. Da der Gradient entlang der ersten Achse sehr lang ist, kann man davon ausgehen, dass die Flächen ganz links und rechts in der Grafik keine oder kaum gemeinsamen Arten enthalten. Das spiegelt dann auch die Übersicht in Abbildung 13 wieder. Besonders die Gräben bringen viele neue Arten mit, die in den anderen Strukturen nicht vorkommen und tragen somit viel zur Landschaftsvielfalt bei.

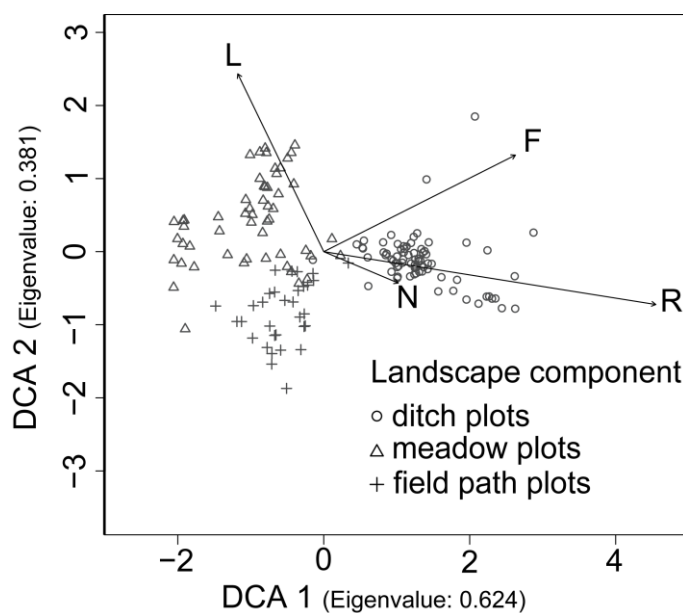


Abbildung 12: Darstellung der Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung der Gräben (Kreise), Wiesen (Dreiecke) und Wege (Kreuze) in einer Korrespondenzanalyse (DCA). Die drei Strukturen unterscheiden sich deutlich in ihrem Arteninventar. Die im Nachhinein darübergelegten Korrelationen mit den Ellenberg Zeigerwerten für Licht (L), Feuchte (F), Reaktion (R) und Stickstoff (N) der in den jeweiligen Flächen vorherrschenden Pflanzenarten ergeben, dass Pflanzen in Gräben im Schnitt für höhere pH-Werte (R) und höhere Feuchte stehen, während auf den Wiesen besonders die lichtliebenden Arten auffallen.

Die Gesamtartenzahl in den Aufnahmeflächen beträgt 146 (Abb. 13). 45 Arten kommen nur in Gräben vor. Arten der Roten Listen sind in den Aufnahmen nicht gefunden worden, was allerdings an der Methode liegt. Seltene Arten lassen sich mit kleinräumigen zufällig positionierten Quadraten nicht gut erfassen. Auffallend ist allerdings, dass mehrere typische Wiesenarten, die für sogenanntes HNV Grünland in der Region stehen, vermehrt oder ausschließlich an Grabenrändern vorkommen (z.B.: *Caltha palustris*, *Epipactis helleborine*, *Lysimachia*

*vulgaris*, *Succisa pratensis*, *Valeriana officinalis*, *Geranium pratense* und *Lychnis flos-cuculi*). Für diese Arten dienen die Grabenränder als Refugien. Weitere typisch Arten der Gräben, sind Feuchte liebende Arten wie *Bidens cernua*, *Callitriche palustris*, *Caltha palustris*, *Cirsium palustre*, *Epilobium parviflorum*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha aquatica*, *Scirpus sylvaticus* und *Veronica anagallis-aquatica* oder Arten die wechsel-feuchte Bedingungen anzeigen (*Alisma plantago-aquatica* und *Equisetum fluviatile*).

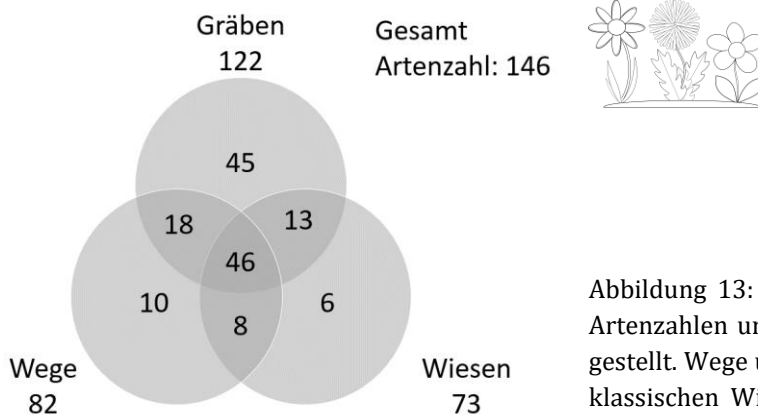


Abbildung 13: Im Venn Diagramm werden die Artenzahlen und die überlappenden Arten dargestellt. Wege und Gräben beherbergen fast alle klassischen Wiesenarten, bringen aber jeweils noch eigene charakteristische Arten mit.

Die Heterogenität zwischen den verschiedenen Plots in Gräben ist deutlich höher als zwischen den Plots auf Wiesen oder auf Wegrändern (Abb. 14). Das liegt sicher an der durch das heterogene Relief erhöhten Zahl an verschiedenen Standortbedingungen, so dass sich verschiedene Gesellschaften nebeneinander ausbilden können.

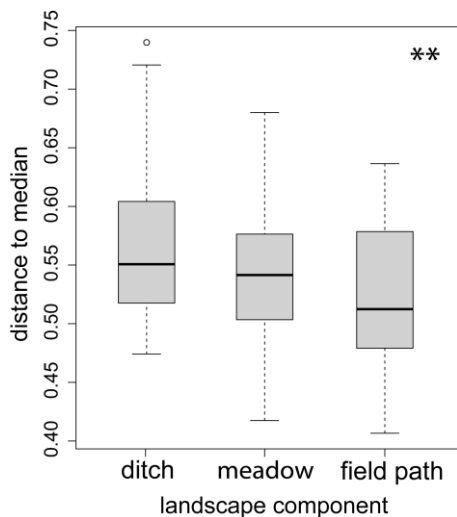


Abbildung 14: Vergleich der Unterschiedlichkeit der Artenzusammensetzung der Grabenplots untereinander wie auch der Wege und Wiesen aufnahmen. Im Modell wurde die Zugehörigkeit zu ein und derselben Wiese bzw. zum selben Graben als Zufallsfaktor eingefügt. Unter dieser Prämisse ist die Heterogenität der Artenzusammensetzungen in Gräben signifikant höher als die auf Wiesen und Wegrändern. Siehe dazu Erklärungen in Meier et al. (2017)

Die Gräben im Gebiet an der Queich sind recht unterschiedlich in ihrer Form, Größe und Pflege, worauf die Effekte des Grabentyps separat ausgewertet wurden.

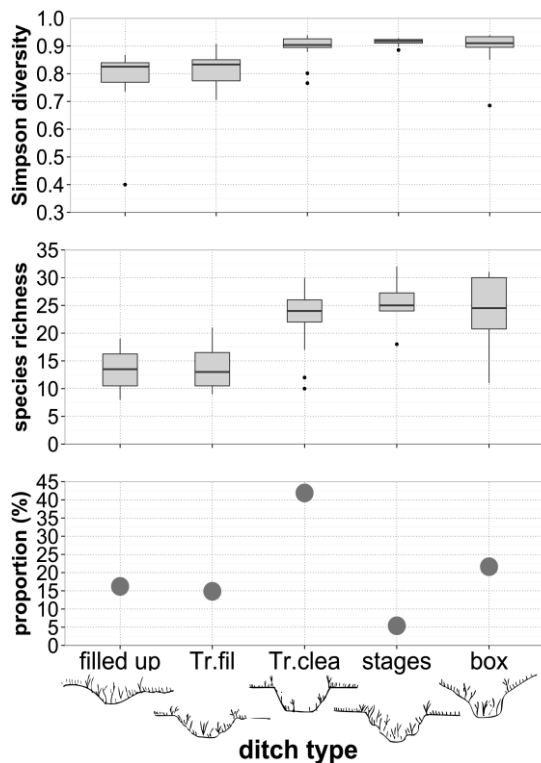


Abbildung 15: Vergleich der Artenzahlen und der Simpson Diversität unterschiedlicher Grabentypen (filled up: flache stark mit Sedimenten verfüllte Gräben; Tr. Fil: trapezoid aber stark mit Sedimenten verfüllt; Tr. clea: trapezoide Gräben; stages: gestufte Gräben; box: kastenförmige Gräben). In der unteren Grafik wird die Häufigkeit des jeweiligen Grabentypus dargestellt. Fast die Hälfte aller Gräben ist trapezoid und gut gepflegt.

Zum einen sind Bewässerungsgräben artenreicher als Entwässerungsgräben und zeigen höhere Nährstoffgehalte an. Das könnte daran liegen, dass organisches Material und Samen in die Bewässerungsgräben hineingewaschen werden, während sie in den Entwässerungsgräben eher herausgespült werden (Meier et al. 2017). Zum anderen sind stärker mit Sedimenten verfüllte Gräben deutlich artenärmer als tiefe, gut gepflegte Gräben (Abb. 15).

Die Vielfalt der Vegetation in der Landschaft ist zu einem Großteil auch durch die Heterogenität des Managements sowohl der Wiesen aber auch der Gräben bestimmt. Da die Pflege der Gräben den jeweiligen Gemeinden unterliegt und jede Gemeinde ihren spezifischen Pflegrhythmus und Maschinen hat, wird hier Vielfalt gefördert. Auch die Vielzahl an landwirtschaftlichen Betrieben, die mit unterschiedlichen Techniken, Maschinen und Zielen die Wiesen meist kleinräumig bewirtschaften, tragen erheblich zur Vielfalt bei.

### 3.1.2. Fauna

#### *Beziehungen von Biomasse und Artenreichtum (alpha Diversität)*

Ein Hauptergebnis unseres Projekts belegt, dass bewässerte Wiesen im Schnitt eine um 27% höhere Biomasse aufweisen als unbewässerte Wiesen (Kapitel 3.2.1). Wir waren daher interessiert zu wissen, welchen Einfluss die Biomasse auf den Artenreichtum verschiedener Tiergruppen hat.



Unsere Ergebnisse zeigen, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Biomasse und der Artenzahl von Asseln, Laufkäfern und Tagfaltern gab (Abb. 16). Dies bedeutet, dass bewässerte Wiesen – trotz höherer Biomasse – einen vergleichbar hohen Artenreichtum von Asseln (ca. 4 Arten pro Wiese), Laufkäfern (ca. 13 Arten) und Tagfaltern (ca. 5 Arten) wie unbewässerte Wiesen aufwiesen. Eine Ausnahme stellten Heuschrecken dar: Hier gab es eine signifikante Abnahme der Artenzahlen mit steigender Biomasse der Wiesen (Abb. 16). Wiesen mit geringer Biomasse (< 7 t ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) wiesen im Schnitt über 6 Arten auf (im Maximum bis 8), während auf Wiesen mit der höchsten Biomasse (> 10 t ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) im Schnitt lediglich zwei Arten vorkamen.

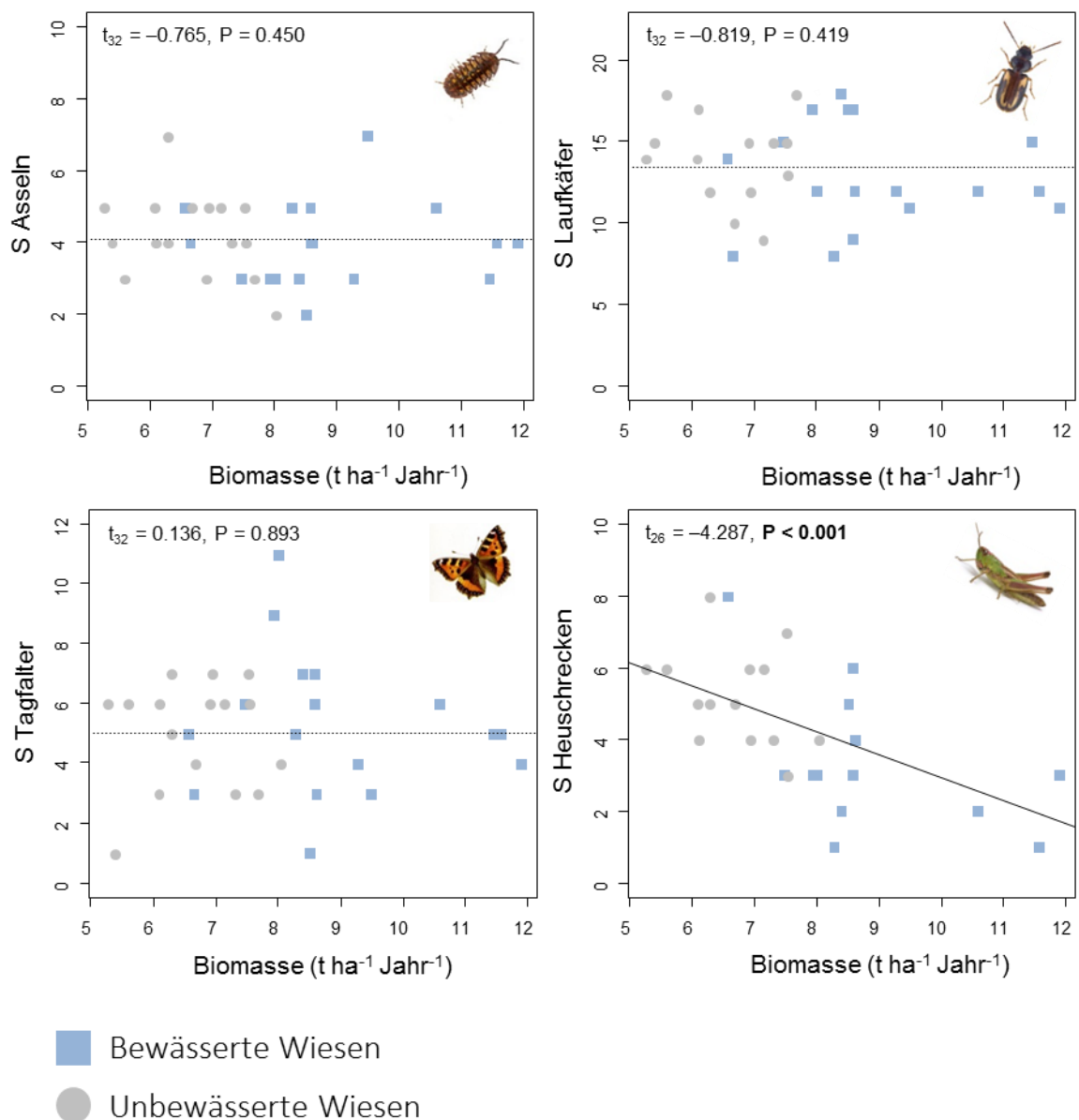


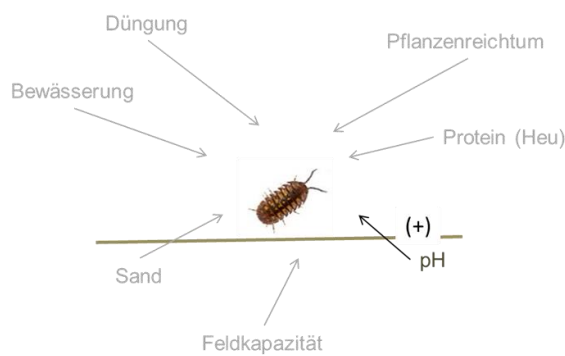
Abbildung 16: Zusammenhänge zwischen Biomasse und dem Artenreichtum (S) von Asseln, Laufkäfern, Tagfaltern und Heuschrecken. Zusammenhänge wurden mit linearen Modellen getestet.

Für drei der untersuchten vier Taxa ist eine höhere Biomasse bedingt durch Bewässerung demnach im Einklang mit dem Erhalt des Artenreichtums. Lediglich für Heuschrecken, eine Gruppe mit bekanntermaßen vielen Arten mit Präferenz für offene und trockene Grünlandhabitats, hat eine höhere Biomasse negative Auswirkungen auf die Artenzahlen.

*Einfluss von Umweltparametern auf Artenreichtum (alpha Diversität)*

Um heraus zu finden, welche Umweltparameter maßgeblich den Artenreichtum von Asseln, Laufkäfern, Tagfaltern und Heuschrecken bestimmen, wurden multiple lineare Modelle berechnet. Neben dem Faktor Bewässerung (Ja/Nein) und der Düngung (kontinuierlich kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) wurden je nach Tiergruppe drei bis fünf weitere erklärende Variablen genutzt.

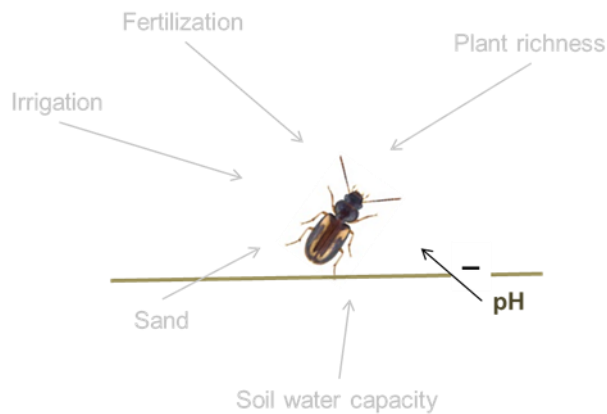
Es zeigte sich, dass der pH-Wert als Trend einen positiven Einfluss auf den Artenreichtum von Asseln hatte, während Bewässerung, Pflanzenreichtum, Proteingehalt (des Heus), Düngung, Feldkapazität und Sandanteil des Bodens keine signifikanten Effekte hatten (Abb. 17).



Predictor	Estimate	z	P
pH	0.0581	1.921	<i>0.055</i>
Bewässerung (Nein)	0.0435	1.109	0.268
Pflanzenreichtum	0.0023	0.930	0.352
Protein (Heu)	-0.0015	0.940	0.347
Düngung	-0.0004	0.570	0.569
Feldkapazität	-0.0007	0.292	0.771
Sand	-0.0003	0.209	0.835

Abbildung 17: Artenreichtum von Asseln in Abhängigkeit von Umweltparametern auf den Wässerwiesen. Zusammenhänge wurden getestet mit „multi-model interference“ und die besten Modelle wurden anhand des AICc ( $\Delta AICc < 4$ ) ausgewählt. Anschließend wurden von diesen Modellen gemittelte Modellparameter erstellt und die Signifikanz der Umweltparameter berechnet. Trends ( $P < 0.1$ ) sind kursiv dargestellt.

Der Artenreichtum von Laufkäfern war signifikant vom pH-Wert abhängig und sank mit steigenden pH-Werten (Abb. 18 und Abb. 19). Im Gegensatz dazu hatten Pflanzenreichtum, Düngung, Sandanteil, Bewässerung und Feldkapazität keinen signifikanten Einfluss (Abb. 18).



Predictor	Estimate	z	P
<b>pH</b>	<b>-0.0732</b>	<b>2.884</b>	<b>0.004</b>
Pflanzenreichtum	-0.0019	0.933	0.351
Düngung	0.0005	0.797	0.425
Sand	0.0010	0.778	0.436
Bewässerung (Nein)	0.0229	0.708	0.479
Feldkapazität	-0.0006	0.309	0.757

Abbildung 18: Artenreichtum von Laufkäfern in Abhängigkeit von Umweltparametern auf den Wässerriesen. Zusammenhänge wurden getestet mit „multi-model interference“ und die besten Modelle wurden anhand des AICc ( $\Delta AICc < 4$ ) ausgewählt. Anschließend wurden von diesen Modellen gemittelte Modelparameter erstellt und die Signifikanz der Umweltparameter berechnet. Signifikante Ergebnisse ( $P < 0.05$ ) sind fett dargestellt.

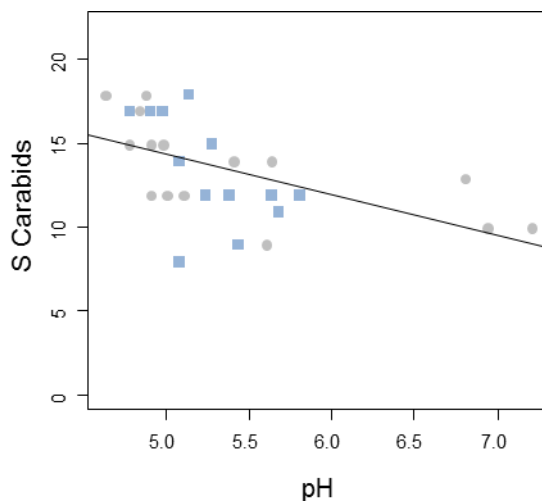
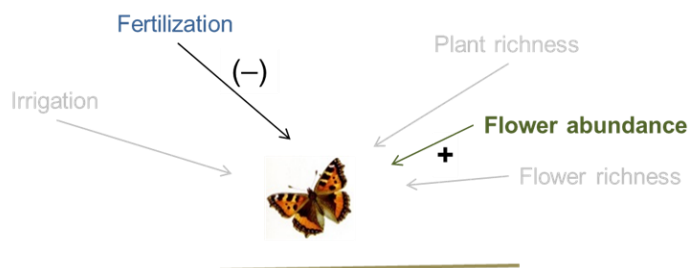


Abb. 19: Negativer Zusammenhang von pH-Wert des Bodens und der Artenzahl an Laufkäfern („S Carabids“). Zur Statistik siehe Abb. 18.

Bei den Tagfaltern hatte die Blütendichte einen signifikant positiven Einfluss auf den Artenreichtum (Abb. 20 und 21). Zudem hatte die Düngung als Trend einen negativen Einfluss auf die Artenzahlen (Abb. 20). Blütenreichtum, Pflanzenreichtum und Bewässerung hatten keinen signifikanten Einfluss auf den Artenreichtum von Tagfaltern.



Predictor	Estimate	z	P
Düngung	-0.0020	1.796	0.072
<b>Blütendichte</b>	<b>0.0176</b>	<b>2.631</b>	<b>0.009</b>
Blütenreichtum	-0.0134	0.627	0.531
Pflanzenreichtum	0.0023	0.563	0.574
Bewässerung (Nein)	0.0204	0.312	0.755

Abbildung 20: Artenreichtum von Tagfaltern in Abhängigkeit von Umweltparametern auf den Wässerwiesen. Zusammenhänge wurden getestet mit „multi-model interference“ und die besten Modelle wurden anhand des AICc ( $\Delta AICc < 4$ ) ausgewählt. Anschließend wurden von diesen Modellen gemittelte Modelparameter erstellt und die Signifikanz der Umweltparameter berechnet. Signifikante Ergebnisse ( $P < 0.05$ ) sind fett und Trends kursiv dargestellt.

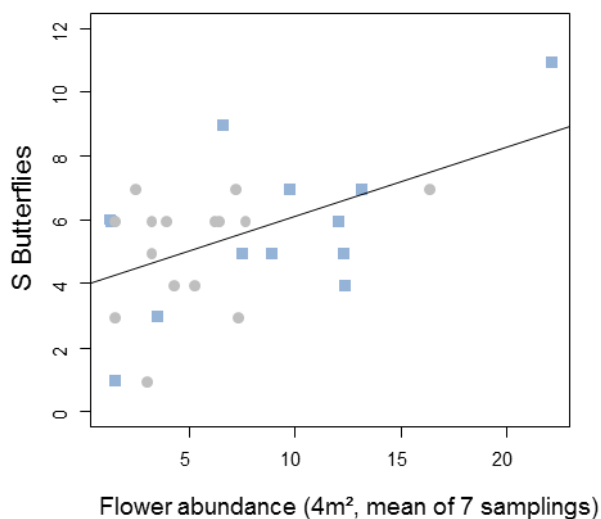
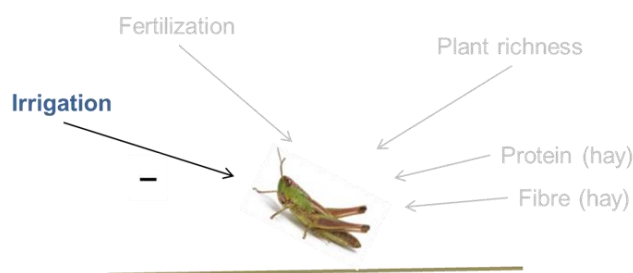


Abb. 21: Positiver Zusammenhang von Blütendichte („Flower abundance“) und der Artenzahl an Tagfaltern („S Butterflies“). Zur Statistik siehe Abb. 20.

Bei den Heuschrecken zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Bewässerung auf den Artenreichtum und bewässerte Wiesen waren artenärmer als unbewässerte (Abb. 22 und 23). Demgegenüber hatten der Proteingehalt, Faseranteil, Pflanzenreichtum und Düngung keine signifikanten Effekte.



	Estimate	z	P
<b>Bewässerung (Nein)</b>	<b>0.1759</b>	<b>2.858</b>	<b>0.004</b>
Protein (Heu)	-0.0023	0.890	0.373
Faser (Heu)	0.0013	0.510	0.610
Pflanzenreichtum	0.0014	0.374	0.709
Düngung	0.0003	0.322	0.747

Abbildung 22: Artenreichtum von Heuschrecken in Abhängigkeit von Umweltparametern auf den Wässerwiesen. Zusammenhänge wurden getestet mit „multi-model interference“ und die besten Modelle wurden anhand des AICc ( $\Delta AICc < 4$ ) ausgewählt. Anschließend wurden von diesen Modellen gemittelte Modelparameter erstellt und die Signifikanz der Umweltparameter berechnet. Signifikante Ergebnisse ( $P < 0.05$ ) sind fett dargestellt.

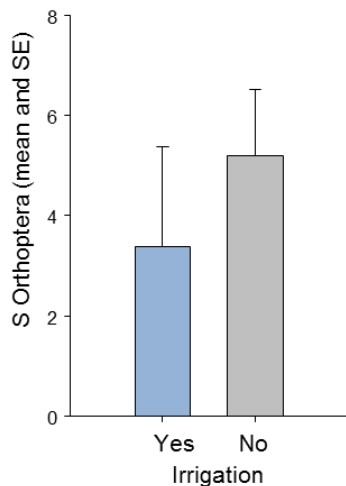


Abbildung 23: Vergleich der Artenzahlen von Heuschrecken („S Orthoptera“) zwischen bewässerten („Yes“) und unbewässerten („No“) Wiesen. Zur Statistik siehe Abb. 22.

Gehäuseschnecken schienen nicht systematisch durch die Bewässerung beeinflusst zu sein. Zwar stiegen die Artenzahlen und Individuenzahlen im Mittel etwas an mit der Bewässerung (von 4,8 Arten auf 6,4 Arten und von 190 Individuen je Quadratmeter auf ca. 300 Individuen), der Unterschied war aber nicht signifikant. Wie auch bei den Heuschrecken verschob sich das Artenspektrum deutlich. So kamen Arten mit geringer Überflutungstoleranz mit deutlich weniger Individuen auf den Wasserwiesen vor während Individuen von Arten, die aus humiden und gefluteten Lebensräumen stammen, hier signifikant höhere Abundanzen zeigten.

#### *Einfluss von Bewässerung auf die Variation der Artenzusammensetzung (beta Diversität)*

Intensive Landnutzung führt häufig zur Homogenisierung der Artgemeinschaften und somit zu einer geringeren beta Diversität. Daher sind wir der Frage nachgegangen, welchen Einfluss die Bewässerung auf die Variation der Artenzusammensetzung hat.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Variation der Artgemeinschaften zwischen bewässerten und unbewässerten Wiesen bei Laufkäfern und Tagfaltern ähnlich war (Abb. 24). Bei den Heuschrecken war die Variation der Artgemeinschaft in bewässerten Wiesen höher als bei unbewässerten (Abb. 24). Die hohe Variation dürfte allerdings dem Umstand geschuldet sein, dass manche bewässerte extrem artenarm und manche relativ artenreich waren. Im Gegensatz dazu wiesen die unbewässerten Wiesen alle ein relativ ähnliches und artenreiches Artenspektrum auf, was wiederum eine geringere Variation nach sich zog. Bei den Asseln zeigte sich ein Trend für eine geringere Variation der Artgemeinschaft bei bewässerten Wiesen (Abb. 24). Basierend auf diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass die Bewässerung nicht zu einer Homogenisierung der Artgemeinschaften führt und somit keinen nachteiligen Effekt auf die beta Diversität hat.

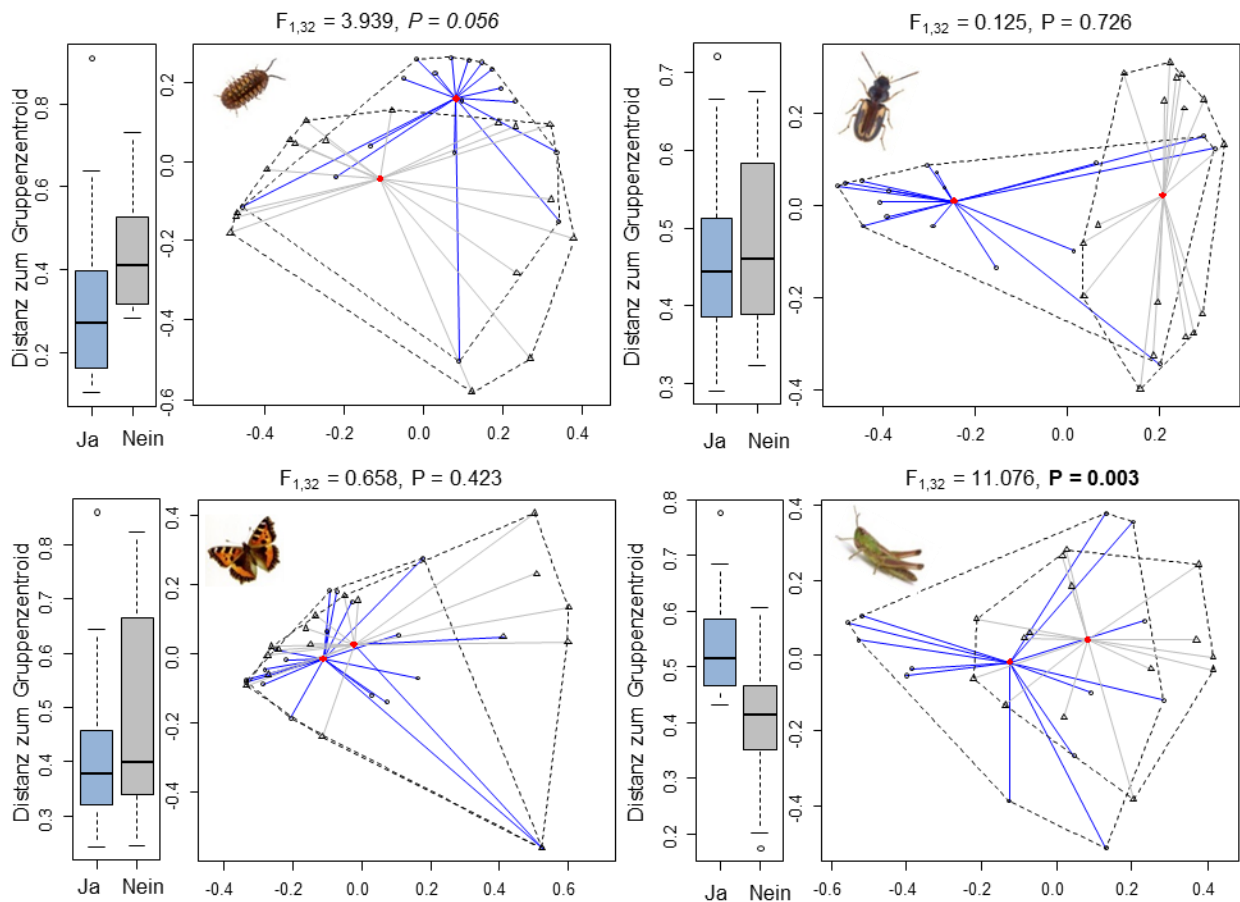


Abbildung 24: Vergleich der Variation der Artgemeinschaften zwischen bewässerten („Ja“ bzw. blau) und unbewässerten („Nein“ bzw. grau) Wiesen von Asseln, Laufkäfern, Tagfaltern und Heuschrecken. Unterschiede wurden getestet mit einer multivariaten Analyse der Varianz der Gruppenzentroiden.

### Reaktionen von naturschutzrelevanten Arten

Neben der Biodiversität (alpha und beta Diversität) hat für den Artenschutz das Vorkommen naturschutzrelevanter Arten große Bedeutung. Wir haben daher den Einfluss von Bewässerung und Düngung und weiterer relevanter Umweltparameter auf das Vorkommen von gefährdeten Arten und spezialisierten Arten analysiert.

Demnach hat die Bewässerung positiven Einfluss auf das Vorkommen von gefährdeten Laufkäfern (Abb. 25). Auf bewässerten Wiesen kamen im Mittel zwei gefährdete Arten vor während nur auf jeder zweiten unbewässerten Wiese eine gefährdete Art nachgewiesen wurde. Zudem kamen in bewässerten dreimal mehr gefährdete Individuen vor als auf unbewässerten.

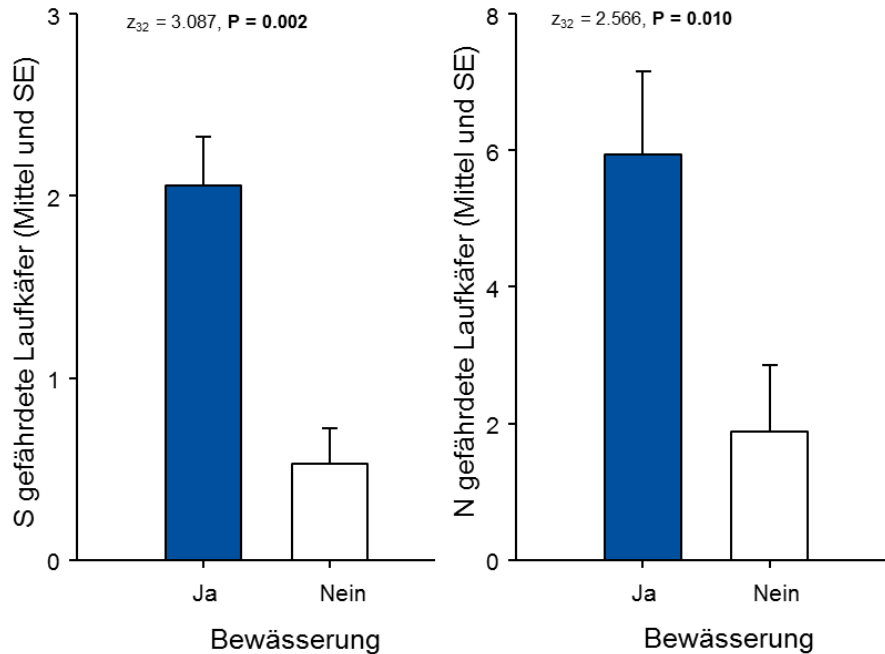


Abbildung 25: Vergleich der Anzahl („S“) gefährdeter Laufkäferarten und –individuen zwischen bewässerten und unbewässerten Wiesen. Als gefährdete Arten wurden Arten kategorisiert die in der Rote Liste von Rheinland-Pfalz aufgeführt sind (Zitat). Statistische Modelle wurden wie unter „Einfluss von Umweltparametern auf Artenreichtum (alpha Diversität)“ berechnet.

Bei den Tagfaltern hatte der Blütenreichtum (Anzahl Blüten aus verschiedenen Pflanzenfamilien) einen signifikant positiven Einfluss auf die Anzahl gefährdeter Arten (Abb. 26). Die Blütendiversität ist wiederum als Trend höher in bewässerten als in unbewässerten (Abb. 26). Bewässerung könnte demnach indirekt positive Effekt auf gefährdeten Tagfalter haben. Ein gleiches Muster zeigte sich bei der Anzahl von Blüten von Fabaceae: Auch hier reagierten gefährdete Tagfalter signifikant positiv auf das Blütenangebot (estimate = 0.08, z = 2.4, P = 0.017) und auf bewässerte Wiesen blühten signifikant mehr Schmetterlingsblütler (Fabaceae) im Vergleich zu unbewässerten Wiesen ( $F_{1,30} = 5.76$ , P = 0.023).

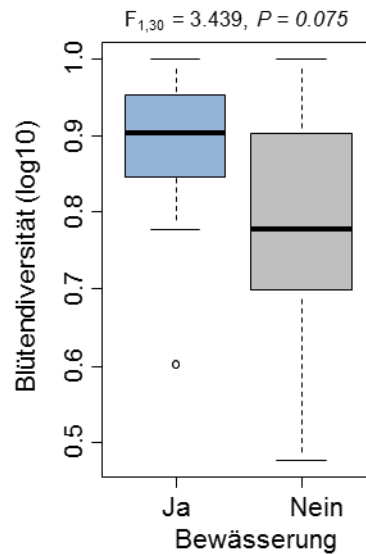
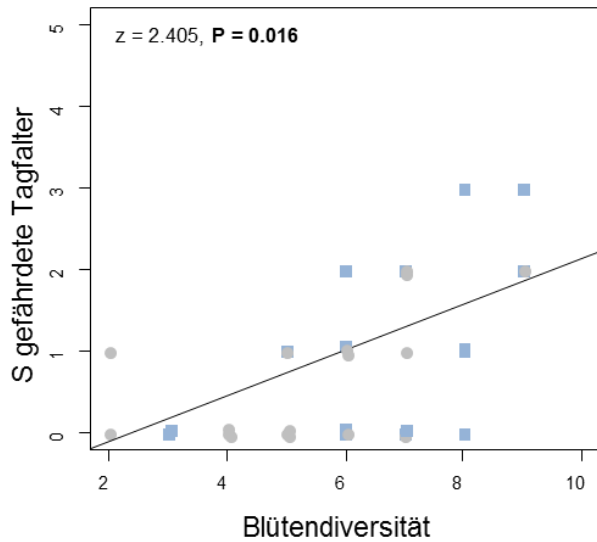


Abbildung 26: Positiver Zusammenhang von Blütendiversität und der Anzahl („S“) gefährdeter Tagfalter. Als gefährdete Arten wurden Arten kategorisiert die in der Rote Liste von Rheinland-Pfalz aufgeführt sind (Zitat). Statistische Modelle wurden wie unter „Einfluss von Umweltparametern auf Artenreichtum (alpha Diversität)“ berechnet.

Bei den Tagfaltern wurden Arten in oligophage und polyphage Arten eingeteilt (monophage Arten nicht vertreten). Oligophage Arten nutzen ein eingeschränktes Spektrum an Raupenfraßpflanzen und sind daher eher „Spezialisten“ während polyphage Arten wenig wählerisch und somit „Generalisten“ sind. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Düngung einen signifikant negativen Einfluss auf die Anzahl von oligophagen Arten hatte während polyphage Arten nicht durch Düngung beeinflusst wurden (Abb. 27).

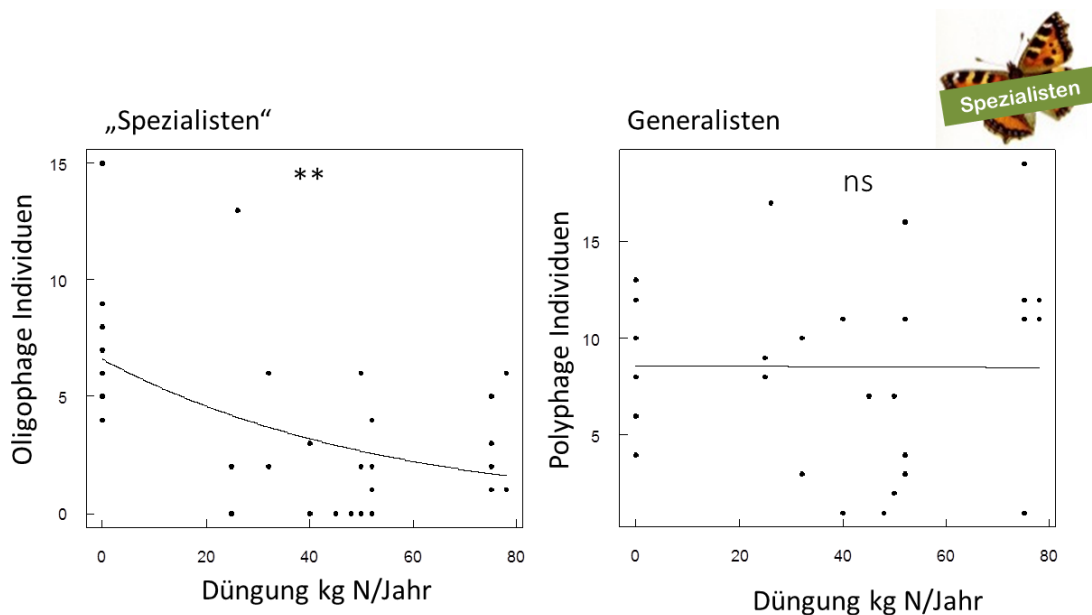




Abb. 27: Zusammenhang von Düngung und der Individuenzahl an oligophagen und polyphagen Tagfalterarten. Zusammenhänge wurden mit linearen Modellen getestet. \*\*  $P < 0.01$ , ns = nicht signifikant.

### Bedeutung von Randstrukturen

Das mit der Wiesenbewässerung einhergehende Vorkommen von Gräben (und sonstiger Infrastruktur) kann weitere wertvolle Habitate in der Landschaft schaffen (siehe für Pflanzen Kap. 3.1.1.). Die Bedeutung der Gräben für die Fauna haben wir exemplarisch für Schnecken und Tagfalter untersucht.

Gräben und Gewässerränder beherbergten deutlich mehr Schneckenarten und Individuen im Vergleich zu den Wiesen selbst (Abb. 28; signifikante Unterschiede laut eines gemischten Modells, der den Zufallsfaktor „Wiese“ berücksichtigte). Auf Wiesen kamen etwa 7 Arten im Schnitt auf dem Quadratmeter vor, während es in Gräben 10–20 Arten waren. Die gefundenen Individuenzahlen der Schnecken auf dem Quadratmeter schwankten stark zwischen einzelnen Individuen und über 1000 Individuen auf  $\frac{1}{4}$  Quadratmeter und zeigten einen Trend hin zu mehr Individuen in Gräben und an Bachrändern im Vergleich zu den Wiesen. Bedeutsam waren die Funde zweier Arten der Roten Listen: *Valvata cristata* (Flache Federkiemenschnecke) und *Stagnicola palustris* (Gemeine Sumpfschnecke), zwei Wasserschnecken, kamen ausschließlich in Gräben vor.

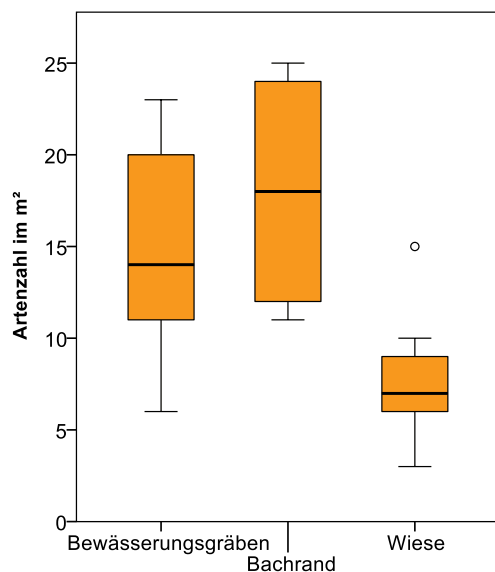


Abb. 28: Artenzahlen der Gehäuseschnecken in Bewässerungsgräben, in Randzonen der Queich (Bachrand) und in angrenzenden Wiesen in einem Quadratmeter der Untersuchungsfläche.

Die 7 untersuchten Bewässerungsgräben enthielten signifikant mehr Arten als die Entwässerungsgräben. Die Arten der Bewässerungsgräben waren feuchteliebender als die der Entwässerungsgräben. Speziell die Bewässerungsgräben stellen also eine hohe Bereicherung für die Vielfalt an Schneckenarten in der Landschaft dar.

Neben den Wiesen können Randstrukturen besonders wertvolle Ressourcen für Tagfalter liefern und somit wertvolle Habitate darstellen. Wir sind der Frage nachgegangen, wie sich Arten- und Individuenzahlen von Tagfaltern in verschiedenen Randstrukturen unterscheiden.

Der Randstrukturtyp hat die Anzahl der Tagfalterarten als Trend beeinflusst ( $\chi^2 = 10.2$ ,  $P = 0.069$ ) (Abb. 29). So kamen die meisten Arten entlang von Graswegen und der Queich vor,

während großflächige Gehölzstrukturen und die Gräben die wenigsten Arten enthielten. Die Individuenzahlen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Randstrukturtypen ( $\chi^2 = 5.1, P = 0.403$ ).

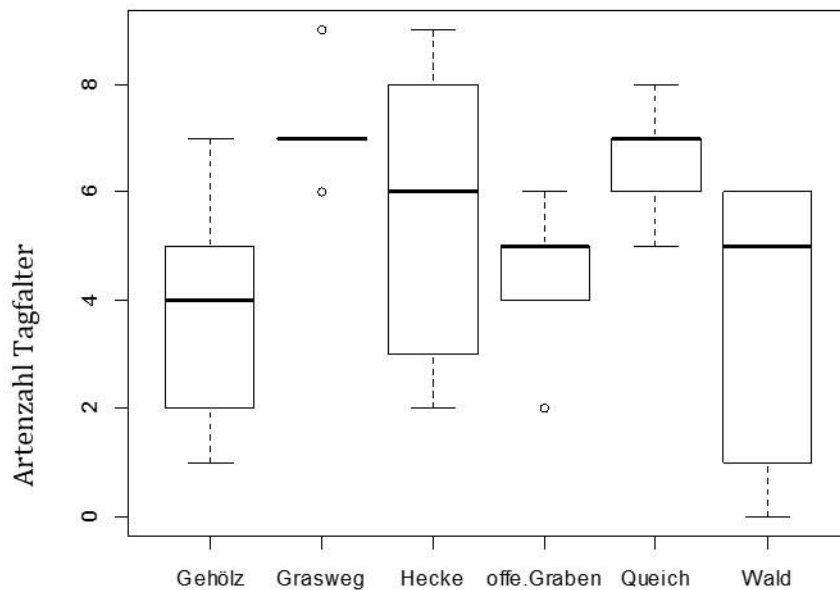


Abb. 29: Vergleich der Artenzahl von Tagfaltern in verschiedenen Randstrukturen.

## 3.2. Wertschöpfung aus Sicht des Landwirts

### 3.2.1. Biomasseentwicklung

Die Biomasseentwicklung verlief unterschiedlich einerseits zwischen den Jahren und andererseits über das Jahr hinweg. Im Mittel über alle 4 Ernteterminen, wurde durch die Düngung etwa eine Tonne je ha Mehrertrag pro Jahr eingefahren, während es durch die Bewässerung im Schnitt gut 2 Tonnen waren. Die Bewässerung führt somit zu einem Mehrertrag von ca. 27% (Abb. 30) und kommt einer älteren Beschreibung aus der Pfalz mit etwa 30 % Biomassegewinn sehr nahe (Fiedler 1965). Das Jahr 2015 hatte einen deutlich höheren Einfluss auf diesen Unterschied als das Jahr 2014 durch den sehr verregneten Sommer (am.rlp.de; Wetterstation Herxheimerweyher). Die Spätsommer-Mahd trägt deutlich stärker zu den Effekten der Bewässerung bei, während die Frühsommer-Mahd besonders die Effekte der Düngung deutlich werden lässt.

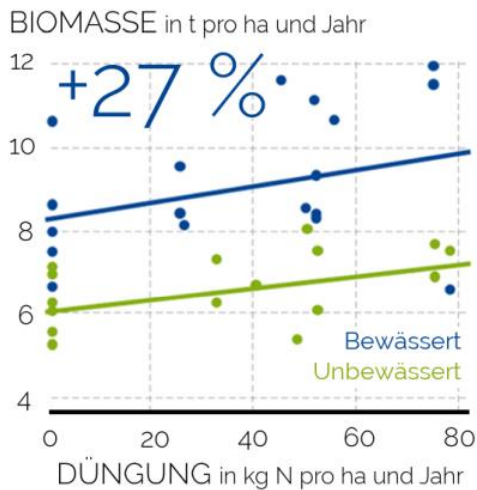


Abbildung 30: Veränderung der Erträge durch Düngung und Bewässerung im Mittel aus beiden Jahren und je 2 Mahdereignissen bezogen auf den Ertrag pro Jahr und ha Wiese. Grün: Regressionsgerade durch die unbewässerten Wiesen mit steigender Düngemenge; Blau: Regressionsgerade durch die bewässerten Wiesen mit steigender Düngemenge. Diese verläuft deutlich oberhalb der Gerade der unbewässerten Wiese und spiegelt so den etwa 27% Mehrertrag durch die Bewässerung wieder.

Der positive Effekt der Bewässerung auf die Biomasseernte, konnte auch durch die Vegetationsaufnahmen und die Deckungsschätzung bestätigt werden. Die geschätzte Gesamtdeckung der Vegetation war 2015 deutlich stärker durch die Bewässerung gestiegen als durch die moderate Düngung (Abb. 31).

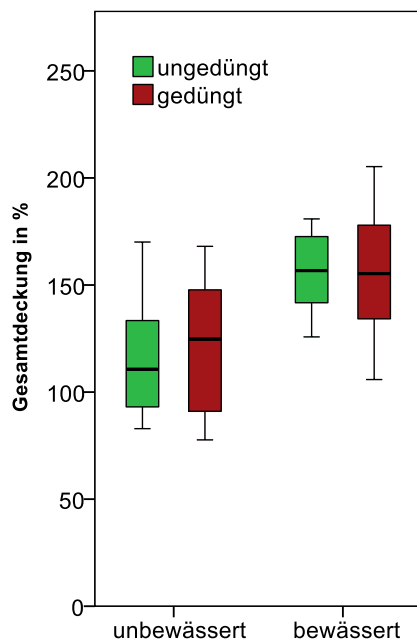


Abbildung 31: Vergleich der Vegetationsdeckung entsprechend der Vegetationsaufnahmen zwischen unbewässerten und bewässerten gedüngten und ungedüngten Wiesen.

Die Dichte der Obergräser und Untergräser sollte zur optimalen Lichtnutzung recht ausgeglichen sein. Wie in Abb. 8 zu sehen, verändert weder die Düngung noch die Bewässerung das Verhältnis eindeutig. Die Dichte der Obergräser scheint durch Bewässerung (trotz steigender Gras Biomasse) aber eher zu sinken, so dass möglicherweise mehr Licht nach unten dringen kann. Die Höhe der Gräser wurde nicht erfasst. Möglicherweise waren die Gräser auf bewässerten Wiesen weniger Dicht aber höher gewachsen.

### 3.2.2. Heuqualität

#### *Futterwert anhand der Artenzusammensetzung*

Auf Grundlage der Artenzusammensetzung wurde gewichtet entsprechend der jeweiligen Deckung aus den Vegetationsaufnahmen die mittlere Futterwertzahl je Wiese bestimmt.

Während die Aufwertung des Futterwertes durch die Düngung offensichtlich ist, konnte kein Unterschied durch die Bewässerung festgestellt werden (Abb. 32). Diese Abschätzung auf Grund der Artenzusammensetzung deckt sich allerdings nicht mit den gemessenen Rohprotein Gehalten im Heu (Abb. 36) und dem erhöhten Anteil an Leguminosen (Abb. 7) durch Bewässerung. Demnach scheint die Bewässerung keine Nachteile für die Futterqualität zu haben im Vergleich zu gedüngten Flächen. Die Abweichung zwischen Deckungsanteilen und Masseanteilen der Gräser könnte hier zu dieser Diskrepanz führen. Viele Gräser haben eher einen hohen Futterwert. Während die Biomasse an Gräsern durch Bewässerung deutlich erhöht ist (Abb. 7), sind die Deckungswerte der Gräser unter Bewässerung eher geringer (Abb. 8). Der Energiegehalt (Abb. 38) spezielle für Rinder (ME) und für laktierende Kühe (NEL) zeichnet allerdings ein ähnliches Muster (wenngleich nicht signifikant) wie die Futterwertzahlen, die auch speziell für das Verdauungssystem von Rindern entwickelt wurden.

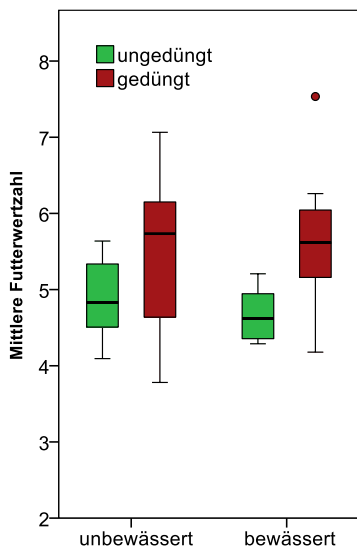


Abb. 32: Mittlere Futterwertzahlen gemittelt über das Jahr ergeben eine Erhöhung des Futterwertes durch Düngung ( $p = 0.011$  in einer zweifaktoriellen Anova) aber keine Veränderung durch die Bewässerung. Es wurden die Futterwerte nach Knapp in der Überarbeitung von Briemle verwendet (Dierschke & Briemle 2002).

#### *Leguminosen*

Ein hoher Deckungsanteil an Leguminosen kommt dem Futterwert zugute, da Leguminosen sehr proteinreiche Pflanzen sind. Zudem tragen sie durch die Fixierung von Stickstoff aus der Luft zu einer Düngung der Wiesen bei. In der vorangegangenen Arbeit von Müller et al. (Müller et al. 2016a) konnte eine deutliche Zunahme der Deckung der Leguminosen auf Wässerswiesen beobachten. Auch im Rahmen von unserem Projekt konnten (als Trend) höhere Deckungswerte von Leguminosen in bewässerten Wiesen ermittelt werden (Abb. 33).

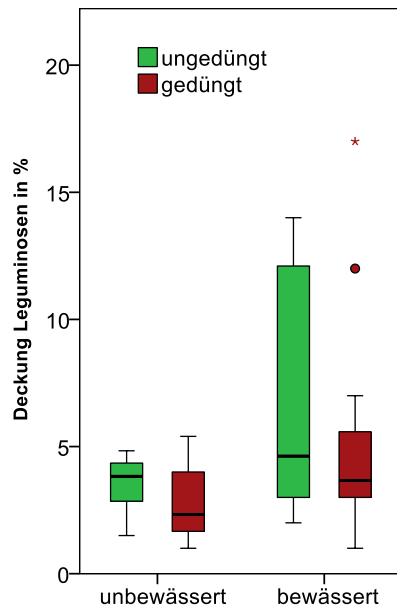


Abbildung 33: Vegetationsdeckung der Leguminosen. Deutlich wird die stärkere Streuung der Daten auf bewässerten ungedüngten Wiesen, aber auch ein Trend zu einer Erhöhung der Leguminosendeckung auf Wässerwiesen.

### Nutzungselastizität

Die Nutzungselastizität wird abgeschätzt indem die Ausgewogenheit von Gräsern und Kräutern an der Deckung geschätzt wird (Oppermann et al. 2017). Ein ausgewogenes Gräser zu Kräuter Verhältnis von ca. 1 gilt als vorteilhaft, um den Mahdzeitpunkt je nach Wetterlage flexibel wählen zu können. Zu hohe Grasanteile führen zu sehr kurzen Zeitfenstern, in denen eine Mahd qualitativ hochwertiges Heu abwirft, während zu hohe Krautanteile hohe Bröckelverluste zur Folge haben. Das Heu zerfällt dann und rieselt aus den Ballen.

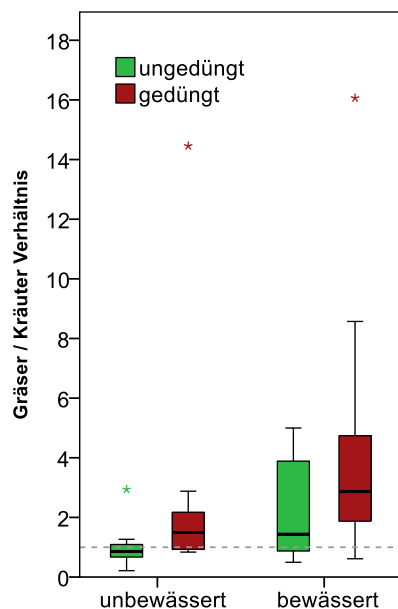


Abbildung 34: Ein ausgewogenes Gräser zu Kräuter Verhältnis von ca. 1 (siehe grau gestrichelte Linie) gilt als vorteilhaft, um den Mahdzeitpunkt wetterabhängig flexibel wählen zu können. Die Bewässerung erhöht den Grasanteil wie auch die Düngung und reduziert dadurch etwas die Länge des günstigen Zeitfensters für die Mahd.

Die Bewässerung erhöht den Grasanteil wie auch die Düngung und reduziert dadurch etwas die Länge des günstigen Zeitfensters für die Mahd (Abb. 34). Dieser Effekt scheint durch Düngung aber eher stärker zu sein als durch Bewässerung.

## Giftpflanzen

Es wurden die Herbstzeitlose und vereinzelt Schwertlilien in den Aufnahmeflächen gefunden. Speziell die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) stellt auf einigen Wiesen ein Problem dar. Sie ist auch in getrocknetem Zustand noch sehr giftig und reduziert deutlich die Qualität des Heus.

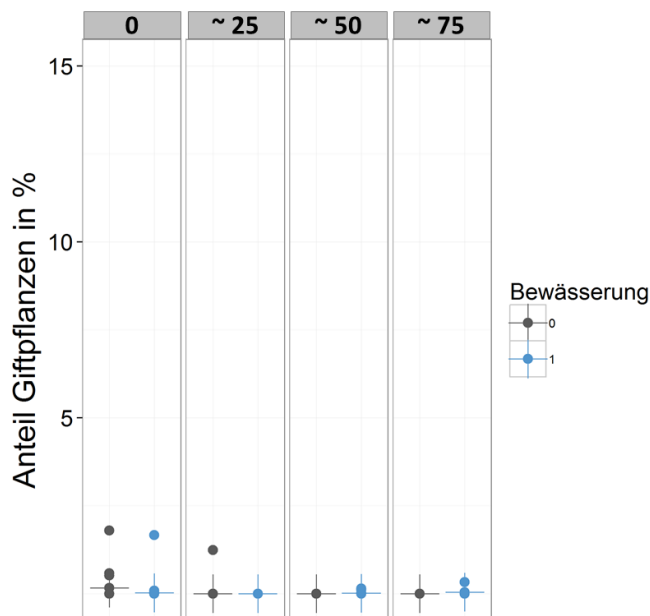


Abbildung 35: Anteil der Giftpflanzen in % an der Gesamtvegetationsdeckung aufgeteilt nach 4 Düngestufen. Viele Wiesen sind frei von giftigen Pflanzen. Düngung senkt die Deckung von Giftpflanzen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen bewässerten und unbewässerten Wiesen sind vorhanden. Die Herbstzeitlose profitiert eher von Bewässerung.

Die Herbstzeitlose ist eine klassische Problempflanze extensiv bewirtschafteter Wiesen und verschwindet im Allgemeinen bei höheren Düngegaben (Winter et al. 2011), was auch in unseren Daten zu sehen ist (Abb. 35). Als feuchteliebende Art profitiert sie möglicherweise lokal von der Bewässerung, auch wenn die Ergebnisse hierzu keine signifikante Erhöhung zeigen, da auch auf unbewässerten, feuchteren Wiesen die Art teils massiv vorkommt. Herbstbewässerung zur Blütezeit der Herbstzeitlose könnte eine Lösung des Problems darstellen (Leibundgut & Vonderstrass 2016) oder aber auch das mehrmalige Mulchen während des Austriebs im Frühjahr etwa Anfang Mai, da die Vegetationspunkte der sich früh bildenden Blätter und Samenkapseln sehr empfindlich sind (Oppermann & Pfister 2016).

## Chemische Analysen zur Heuqualität und Eignung als Futter

Der Einfluss der Bewässerung und der Düngung auf die Inhaltsstoffe im Heu und die Energiedichte sind vergleichsweise gering (Abb 36, 37 und 38). Für die Inhaltsstoffe Mg, Ca, K, P, Fett, Gas, ME (verwertbare Energie Rind) und NEL (Nutzbare Energie für laktierende Kühe) waren keine signifikanten Unterschiede zu finden (Allgemeines lineares Modell; Zielvariablen: Jahres Mittelwerte der gemessenen Parameter der drei Proben je Wiese gewichtet mit der jeweiligen Biomasse des ersten bzw. zweiten Schnitts; feste Faktoren Bewässerung und Düngung). Bewässerung erhöhte signifikant den Gehalt an Rohprotein ( $F = 4,9$ ,  $p = 0,34$ ), Rohasche ( $F = 6,1$ ,  $p = 0,019$ ) und Natrium ( $F = 13,6$ ,  $P = 0,001$ ). Düngung erhöhte signifikant die Rohfasermenge ( $F = 5,4$ ,  $p = 0,026$ ).

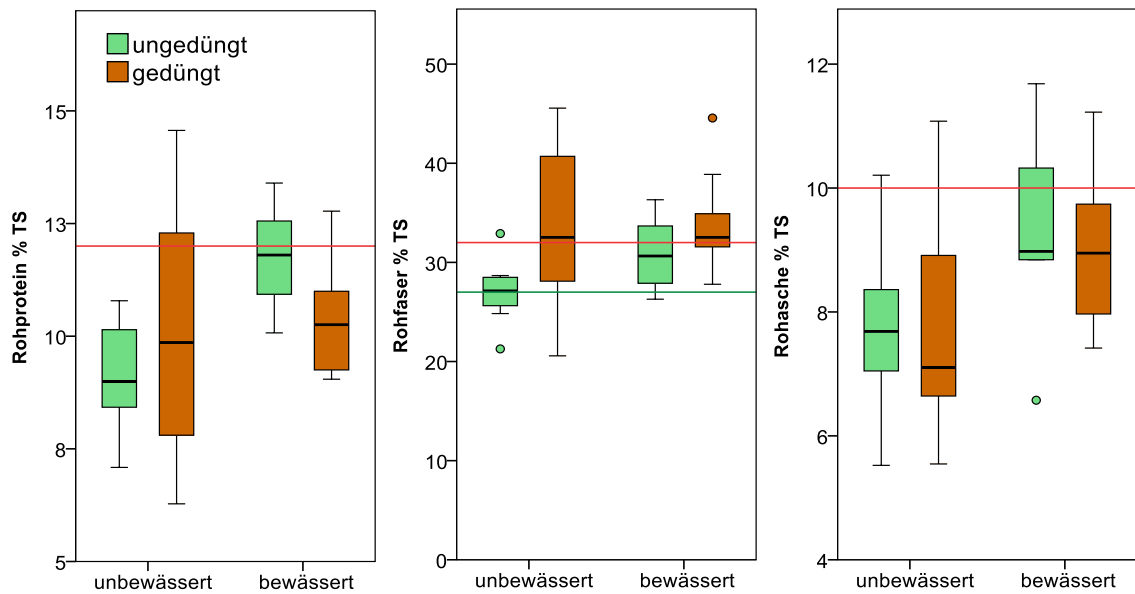


Abbildung 36: Rohprotein, Rohfaser und Rohasche des Heus bewässerter und unbewässerter Wiesen mit und ohne Düngung. Die Werte sind gewichtete Mittelwerte entsprechend des Ertrags des ersten und zweiten Schnitts. Die grünen Linien markieren Mindestwerte, die Pferdeheu erreichen sollte (LUFA Nord-West 2017). Die roten Linien markieren Maximalwerte, wie sie von der Lufa NW (2017) für Pferdeheu empfohlen werden.

Ein unterschiedlicher Mahdzeitpunkt würde für die Zusammensetzung sicher eine größere Rolle spielen (Hochberg et al. 2013) als die Unterschiede durch Bewässerung und Düngung. Zu dem recht späten ersten Mahdzeitpunkt Mitte Juni, waren die Gräser schon in voller Blüte. Zu diesem Zeitpunkt lässt sich durch die Bewirtschaftung kein sonderlich energiereiches Futter mehr erzeugen, da Gräser nach dem Ähren schieben schnell an Energie verlieren (Hochberg et al. 2013). Der Vergleich zeigt (Abb. 38), dass für Rinder im Heu zu wenig Energie vorhanden war, gepaart mit zu niedrigen Proteingehalten und zu hohen Faseranteilen. Dies könnte man durch einen früheren Schnitzeitpunkt zwar positiv beeinflussen (Hochberg et al. 2013), hätte dann aber voraussichtlich negative Folgen für die Artenvielfalt. Die signifikante Erhöhung des Faseranteils auf den gedüngten Wiesen und die fehlende Erhöhung des Energiegehaltes trotz Düngung, könnte auf die möglicherweise besonders frühere Entwicklung der Vegetation auf gedüngten Wiesen hindeuten, so dass die Gräser zum Mahdzeitpunkt schon eine größere Reife aufwiesen verbunden mit einem höheren Faseranteil und geringeren Proteingehalten (Hochberg et al. 2013).

Für Pferde ist ein hoher Faseranteil gut und Kalzium und Magnesium sind ausreichend vorhanden. Legt man die Messlatte bei den von der Lufa NW (2017) angegebenen Zielwerten an, so könnte der Mangel an Phosphor und Natrium ein Problem zur Nutzung als Pferdeheu darstellen. Die niedrigen Phosphorwerte lassen sich auch im Boden finden. Der Natriumgehalt wird durch Bewässerung verbessert. Das könnte auf erhöhte Eintragung von Natrium mit dem Bewässerungswasser zurückzuführen sein.

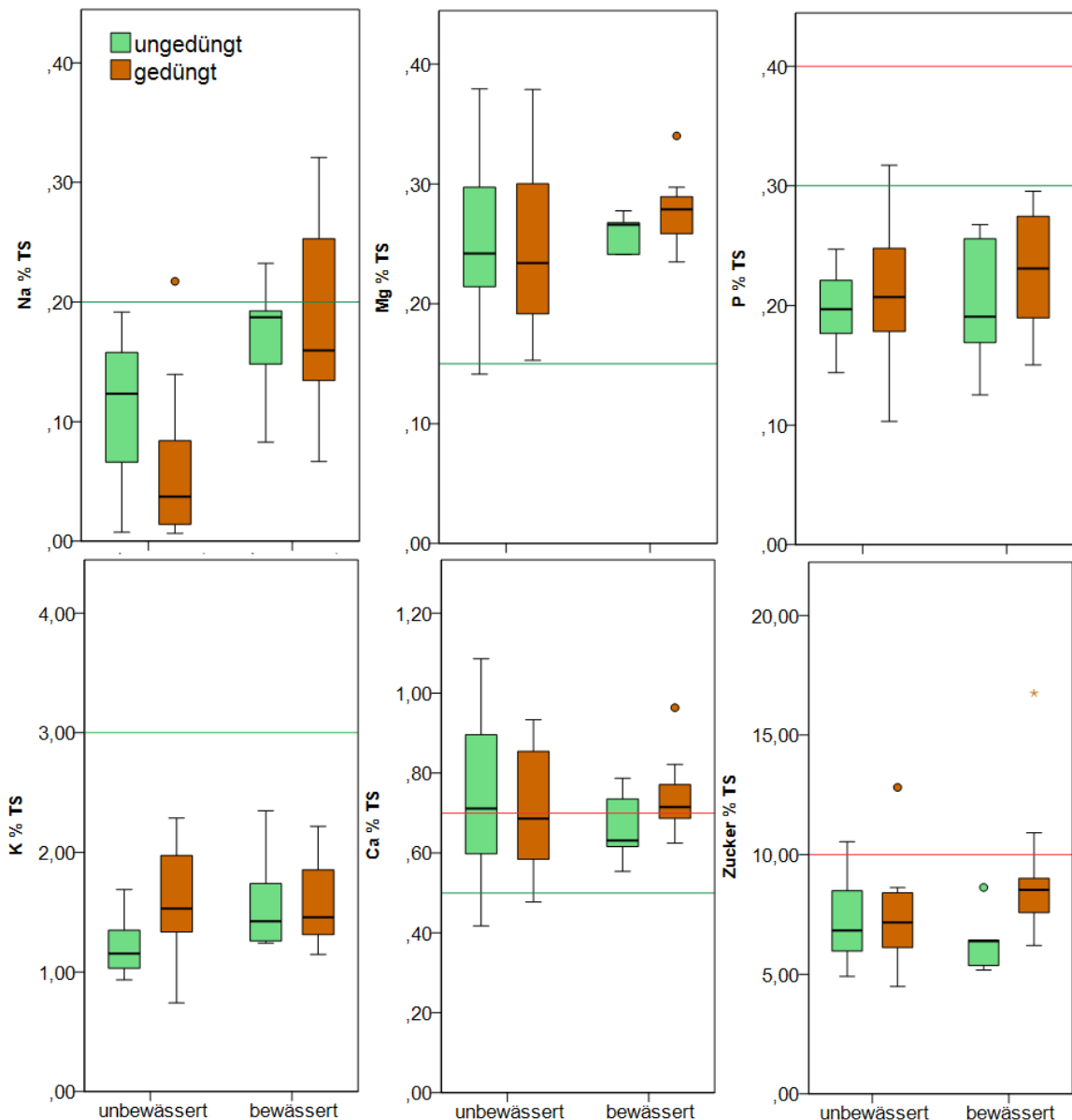


Abbildung 37: Nährstoffe im Heu bewässerter und unbewässerter Wiesen mit und ohne Düngung. Die grünen Linien markieren Mindestwerte, die Pferdeheu enthalten sollte. Die roten Linien markieren Maximalwerte, wie sie von der Lufa NW für Pferdeheu empfohlen werden.

Die Eignung des Heus für Rinder ist entsprechend der Gruberschen Tabellen (LFL 2015) nur als Beifutter und nicht als Grundfutter sinnvoll. Zur Zufütterung kann solches Heu sich sehr positiv auf die Verdauung und Verwertungseffektivität von Kühen wirken (Kreuzer 2008). Die Energiegehalte kommen im Jahresschnitt nicht an die notwendigen Energiegehalte des Grundfutters heran – weder für die Rindermast und Mutterkuhhaltung (hier unter Annahme von 12 Litern täglicher Milchleistung) noch für die intensive Milchviehhaltung (Annahme 26 Liter tägliche Milchleistung), wie durch die in Abb. 38 eingezeichneten Zielwerte sichtbar wird. Den angegebenen Grenzwerten ist aber in jedem Fall kritisch zu begegnen. Einerseits spielt es eine große Rolle wieviel Futter die Kühe zu sich nehmen und heu artenreicher Wiesen wird von vielen Rassen bevorzugt und in größeren Mengen gefressen im Vergleich zu Si-



lage Produkten. Somit wird dann auch mehr Energie aufgenommen. Weiterhin sind die genetischen Unterschiede der Kühe, die heute zur Milchproduktion genutzt werden eklatant und so können Kühe unterschiedlicher Veranlagung diese Art von Heu nicht mehr richtig verdauen und würden abmagern und an Fruchtbarkeit verlieren. Selbst die Kühe ein und derselben Rasse, zeigen derartige Unterschiede. Holstein-Friesen aus den USA brauchen Kraftfutter während Kühe der gleichen Rasse in Neuseeland hervorragende Leistungen bei reiner Beweidung erbringen (McCarthy et al. 2007).

Mittelfristig ist es also nötig, dass die lokalen Landwirte die passenden Kühe zu ihrem hofeigenen Futter halten. Es muss vermieden werden, dass die Viehbetriebe durch Einkreuzen von Rindern, die Hochleistung nur durch Kraftfutter erbringen, in Abhängigkeit von Futtermittelherstellern geraten und das eigene Futter nicht mehr kostengünstig am Hof produzieren können (Thomet & Durgiai 2008).

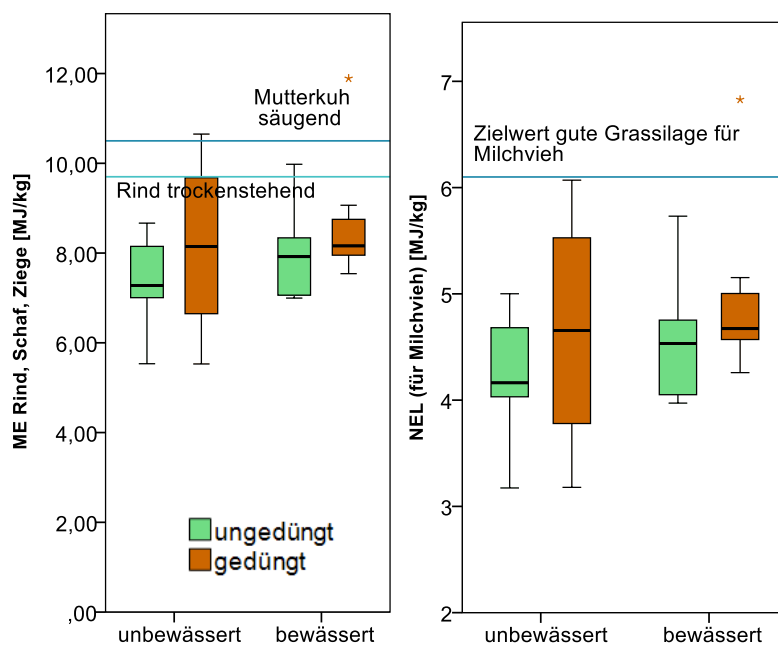


Abb. 38: Energiegehalte des Heus im Verhältnis zu empfohlenen Werten für Wiederkäuer und speziell von Milchvieh (NEL) in Grassilage (LFL 2015). Heu wird an Hochleistungsrinder im Allgemeinen nicht mehr als Grundfutter verfüttert. Insofern fehlen hier konkrete Werte für Heu.

### 3.2.3. Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Analyse laut Teil 1 der sozioökonomischen Untersuchungen der im Methodenteil genannten Szenarien ergab, dass aus rechnerischer Sicht nicht alle Formen der Bewirtschaftungsweise gewinnbringend sind (Abb. 39). Geförderte Wiesen erzielen wie erwartet signifikant höheren Gewinn (ANOVA,  $F=12,81$ ;  $p<0,001$ ), auch Bewässerung wirkt sich tendenziell positiv auf den Gewinn aus ( $F=3,474$ ;  $p=0,0674$ ). Vergleicht man die Gewinne auf bewässerten und unbewässerten Wiesen miteinander, ohne die Förderung mit zu berücksichtigen, ist der Effekt der Bewässerung auf den Gewinn signifikant (Welch's t-test  $t=-2,041$ ,  $p=0,0456$ ). Düngung hingegen erhöht den Gewinn nicht ( $F=0,524$ ;  $p=0,472$ ); aufgrund der hohen Kosten für Dünger und höheren Arbeitsaufwands weisen die gedüngten Wiesen ähnlich niedrige Gewinne auf wie die unbewässerten.

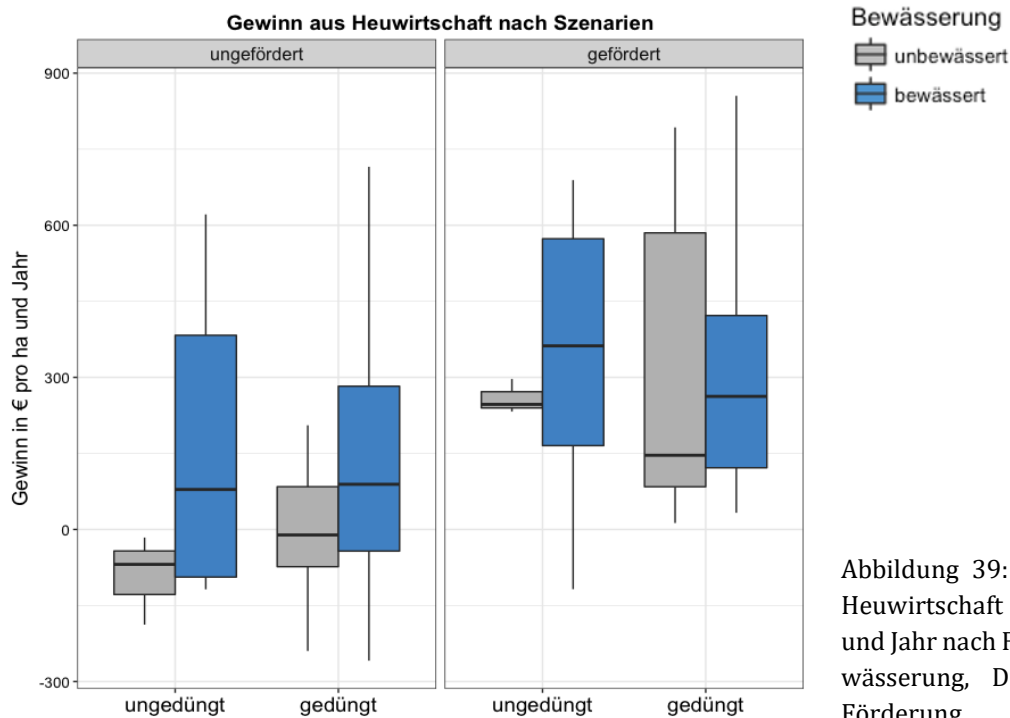


Abbildung 39: Gewinn aus Heuwirtschaft in € pro ha und Jahr nach Fällen von Bewässerung, Düngung und Förderung

Einen weiteren großen Einfluss auf den Gewinn hat die Art der Heuballen ( $F= 4,723$ ;  $p=0,005$ ). HD-Ballen erzielen einen signifikant höheren Gewinn als Silageballen (Post-hoc Test mit Bonferroni-Anpassung,  $p=0,004$ ; Abb. 40).

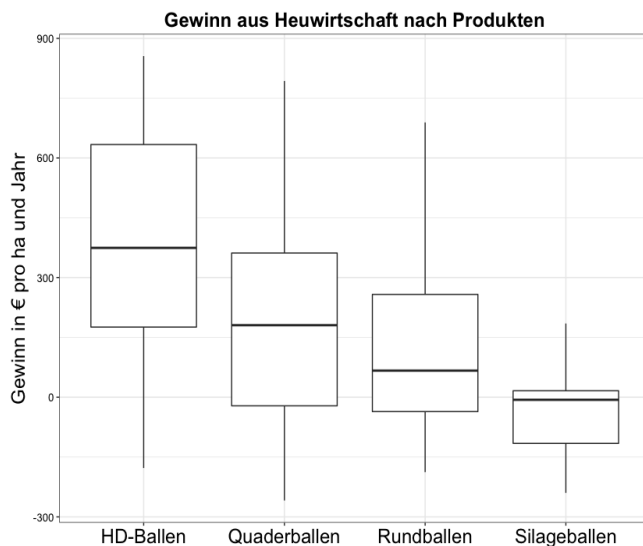


Abbildung 40: Gewinn aus Heuwirtschaft nach Produkten

Insgesamt ist jedoch bei den Ergebnissen der Berechnungen ein sehr hoher Grad an Streuung zu erkennen, weshalb die unterschiedlichen Grade der Wirtschaftlichkeit nicht deutlich werden. Dieser hohe Grad an Streuung liegt vermutlich in der Methode begründet, da aufgrund der Mehrfachnutzung von Maschinen für verschiedene Zwecke der Landbewirtschaftung und für Mehrfachzwecke von Fahrten mit Geräten zu den Wiesen und Feldern eine exakte Zurechnung der Kosten auf die spezifischen Aktivitäten und Anteil der einzelnen Flächen praktisch unmöglich ist. Eine Lösung dieses Problems ist jedoch nicht erkennbar.

Von den aufgenommenen qualitativen Daten (Erwerbsform, Gründe für Grünlandbewirtschaftung, Alter und Ausbildung der Landwirte) beeinflussen nur die Gründe für die Erwerbsform signifikant den Gewinn, während die Erwerbsform selbst, Alter und Ausbildung der Landwirte keine Rolle spielen (Tabelle 2). Wie vorab erwartet wurde, erzielen Betriebe, die aus ökonomischer Rentabilität Grünland bewirtschaften, höhere Gewinne als Betriebe, die als Hauptgrund Tradition angeben (Post-hoc Test mit Bonferroni-Anpassung,  $p=0,015$ ).

Tabelle 2: Regressionsanalyse hinsichtlich der qualitativen Determinanten des Betriebsgewinns

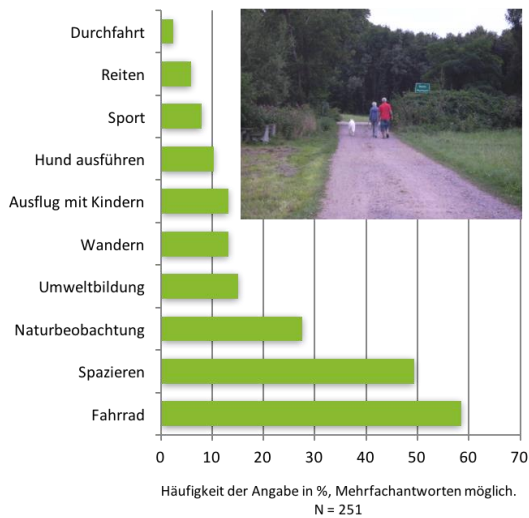
	F-Wert	Pr(>F)
Gründe	3,540	<b>0,020</b>
Alter	1,365	0,247
Ausbildung	0,443	0,644
Erwerbsform	0,487	0,616

### 3.3. Gesellschaftlicher Wert

#### 3.3.1. Tourismus- und Erholungswert

Je nach verwendetem Schätzmodell lagen die Zahlungsbereitschaften zwischen 0,38 € pro Besuch und 2,54 € pro Besuch. Im Vergleich mit einer Studie, welche Zahlungsbereitschaften zwischen 0,87 DM und 1,48 DM pro Besuch für verschiedene Ziele im Pfälzer Wald ermittelte, liegen die Werte in einem ähnlichen Bereich (Elsasser 1996). Die Auswertung der qualitativen Daten zeigt, dass die Besucher der Queichwiesen die kulturhistorische Bedeutung der Wiesenbewässerung zu schätzen wissen. Sowohl die Anlagen zur Wiesenbewässerung wie beispielsweise Bewässerungsgräben oder Schließen als auch der Bewässerungsvorgang selbst werden von den Besuchern als überaus positiv wahrgenommen; die Bedeutung der Wiesenbewässerung sogar ebenso groß wie das direkte Naturerlebnis. Aus Sicht der Bevölkerung tragen die Queichwiesen zum Erhalt des bedrohten kulturellen Erbes der historischen Wiesenbewässerung, aber auch zum Grundwasserschutz und zur CO<sub>2</sub>-Speicherung bei. Aufgrund der Wiederansiedlung eines großen Bestandes an Weißstörchen stellen die Queichwiesen sowohl eine überregionale Attraktion als auch ein wichtiges Naherholungsgebiet für die Bevölkerung vor Ort dar. Auf die Frage nach alternativen Tagesaktivitäten zum Besuch der Queichwiesen antwortete die Hälfte der Befragten, dass sie zuhause geblieben wäre (Abb. 41).

### Für welche Aktivitäten haben Sie die Queichwiesen dieses Jahr vor allem genutzt?



### Was hätten Sie heute gemacht, wenn Sie die Queichwiesen nicht hätten besuchen können?

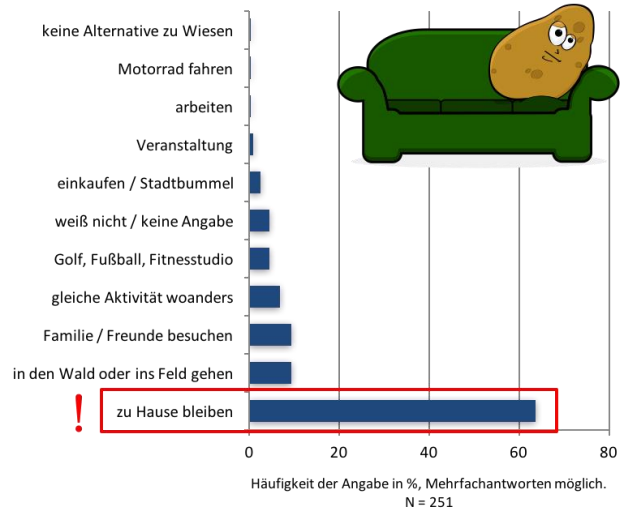


Abbildung 41: Nutzung der Queichwiesen und alternative Zeitnutzung bei Fehlen der Queichwiesen

### 3.3.2. Kulturerbe

Die Rolle und ehemalige Verbreitung der traditionellen Wiesenbewässerung in Europa wurde kürzlich sehr anschaulich von Christian Leibundgut in einem zweibändigem Werk dargestellt (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Eine große Initiative aus Akteuren in Bewässerungsgebieten in der Schweiz, Deutschland, Belgien, Österreich, den Niederlanden, Schweden, Großbritannien und Frankreich arbeitet an einer Bewerbung die Traditionelle Wiesenbewässerung in Europa als ein immaterielles UNESCO Welt-Kulturerbe auszeichnen zu lassen. Das zeigt den Stellenwert, den Wiesenbewässerung auch in vielen anderen Regionen noch hat. Offensichtlich ist die Wiesenbewässerung allseits beliebt und zeugt von jahrhundertelanger Innovation und Tradition. Andererseits ist die Wiesenbewässerung offensichtlich als lokale Erscheinung zurückgedrängt, obwohl sie einst in vielen Gebieten Europas allgegenwärtig war. Im zweiten Band des aktuellen Buches von Prof. Leibundgut wird dargestellt, wie die Unterschutzstellung als Unesco Welterbes den Erhalt vieler Wiesen sichern könnte (Leibundgut & Vonderstrass 2016). An den Queichwiesen setzt sich die Interessensgemeinschaft Queichwiesen, die aus Vertretern von lokalen Behörden, Umweltschützern und Landwirten besteht, intensiv für die Aufnahme in die Welterbeliste ein und auch die örtlichen Gemeinden unterstützen einhellig die Bewerbung.

Diesem positiven Image eines Kulturerbes, welches auch auf den Queichwiesen ausgeprägt ist (Kapitel 3.3.1 und Tab. 3), können wir nun mit unseren Biomassedaten, der Wirtschaftlichkeitsberechnung und der Vielzahl an Informationen zur Vielfalt an Tieren und Pflanzen einen handfesten Grund hinzufügen, dass solche Landschaften nicht nur erhalten, sondern auch vielerorts reaktiviert werden sollten.

### 3.4. Ergebnisse aus Diskussionen mit der Öffentlichkeit

Von Beginn des Projektes an waren wir bemüht, die Meinungen und Ideen der im Gebiet aktiven Landwirte und Naturschützer anzuhören und in unsere Planungen und Ergebnisse zu integrieren. Der Kick-off **Infoveranstaltung im Storchenzentrum am 25.01.2014 fand von 15h - 16:30h** statt. Nach Vorstellung unserer Pläne, kam es zu reichlich Rückfragen, Bedenken wurden geäußert und Ideen eingebracht. Zumeist sahen die Landwirte die Bewässerung positiv. In wenigen Bereichen scheint die Bewässerung durch unzureichende Entwässerung zu Staunässe zu führen. Die betroffenen Landwirte stellten die Bewässerung daher in Frage und wollten wissen, ob auch negative Effekte der Bewässerung untersucht würden. Auf Grund der Einschränkungen bei der Flächenzahl mussten wir darauf hinweisen, dass solche Effekte im Projekt nicht systematisch untersucht werden können. Ebenso musste sich die Auswahl der Wiesen auf 2-schürige Wiesen beschränken, was einen Teil der häufiger gemähten Silagewiesen mit höherer Düngegaben leider ausschloss.

Am Ende der Veranstaltung wurde mit den unmittelbar betroffenen Landwirten vor großen Flurkarten die Planung konkret besprochen und viele wichtige Verhaltensweisen für Landwirte und Forscher zur Bearbeitung der Flächen während der Projektlaufzeit und Ideen für die Markierungsarbeiten ausgetauscht. Auf Grundlage dieser Diskussionen konnten wir beispielsweise die Trocknung des Heus von der Fläche auf Tabaköfen verlegen, was die Vergleichbarkeit und Praktikabilität der Biomasseernte enorm verbessert hat. Insgesamt entwickelte sich so ein sehr konstruktiver Umgang. Dem ist es sicher auch zu verdanken, dass viele Landwirte im Endeffekt auf die angebotenen Kompensationszahlungen zugunsten der Projektmittel verzichtet haben.

Im Gespräch wurden Befürchtungen laut, dass auf Grund der Untersuchung die Düngegaben reglementiert werden könnten. Diese Angst konnte nicht bei allen Landwirten ausgeräumt werden.

Nach begonnener Untersuchung wurde **am 21.02.2015 von 14:30h - 17h zu einem Workshop** im Storchenzentrum eingeladen, der sehr gut besucht war. Der erste Teil begann mit einer kurzen Vorstellung der ersten Ergebnisse. Dann wurden von Seiten eines Vertreters der Naturschützer, der Landwirte und der Behörden je ein Impulsvortrag gehalten und schließlich die unterschiedlichen Ziele oder Werte der Wässerwiesen und Konflikte aus der Sicht der unterschiedlichen Interessensgruppen diskutiert und Meinungen ausgetauscht. Jede der 4 Diskussionsgruppe fasste ihre Ergebnisse im Anschluss kurz zusammen. In der Kaffeepause war jeder Teilnehmer aufgefordert die n der Tafel angeschlagenen Werte mit Punkten zu versehen. So entstand ein Bild, wie wichtig den anwesenden Personen die einzelnen Werte der Queichwiesen ist. Die Auswertung dazu ist in Tabelle 3 zusammengefasst. Es konnten auch Minuspunkte oder neutrale Punkte vergeben werden.

Tabelle 3: Ergebnisse der Bewertung der gesammelten Begriffe, um die Wichtigkeit einzelner Werte der Queichwiesen für die verschiedenen Interessengruppen zu erfassen. Die Teilnehmer waren nicht zufällig gewählt, sondern spielen die Meinung der Teilnehmer am Workshop wieder.

Wert	+	0	-
Pflanzenvielfalt	21	0	0
Grundwasserschutz	18	3	0
Schönheit der Landschaft	18	2	0
Insektenvielfalt	15	5	0
Kommunikation	7	10	4
Umweltbildung	12	7	0
Jagd	4	11	7
Lokales Klima (bei Bewässerung)	9	11	0
Hochwasserschutz	11	9	0
Bedrohtes kulturelles Erbe	19	1	0
Seltene Arten (Tiere & Pflanzen)	18	1	0
Störche	13	6	0
CO <sub>2</sub> -Speicherung	15	3	1
Naherholung	9	6	5
Störungsempfindliche Arten (Wiesenweihe, Bekassine)	12	5	1
Nutzung bzw. Infrastruktur für Feuchtbiotopentwicklung	10	6	0
Forschungsgebiet	6	11	4
Schädlingskontrolle	5	10	2
Pflege durch Nutzung	17	3	0

Speziell wurde der Konflikt der Verunreinigung von Heu durch Hundekot hervorgehoben. Ganze Club-Ausflüge und Hundeschulen marschieren über die Wiesen und hinterlassen teils erhebliche Schäden. Die Notwendigkeit intensiver Informationsarbeit und Besucherlenkung wurde hervorgehoben, um diesen Konflikt einzudämmen. Auch moderne Freizeitbeschäftigungen wie Geo-Caching führen zu zertrampelten und schwer zu mähenden Wiesen. Insgesamt sollte durch Pressearbeit und Informationstafeln vermehrt auf die möglichen Schäden hingewiesen werden und die Akzeptanz des Wegegebots so erhöht werden. Störche kamen nicht bei allen Beteiligten gut an. Es wurden Stimmen laut, dass die Populationsgröße aktuell eine Zahl erreicht hat, die Kleintieren aller Art das Leben schwer macht. So wurde beobachtet, dass Junghasen bei der Mahd keine Chance haben zu entkommen, wenn sie in der Wiese aufgeschreckt werden, da ein Heer an Störchen sie verfolgen. Da der Storch allerdings solch ein Sympathieträger ist, traut sich aktuell noch niemand das laut zu sagen. Entsprechend wurden diese Bedenken auch unter vorgehaltener Hand an uns herangetragen. Es wäre also durchaus sinnvoll die Populationen von Kleinsäugetern unter die Lupe zu nehmen. Ein weiterer Konflikt, der teils zu erheblichen Meinungsverschiedenheiten führte, war der Schutz seltener Wiesenbrüter wie der Bekassine oder der Wiesenweihe. Da diese Arten eine besonders späte Mahd und große durch Mensch und Hund ungestörte Bereiche benötigen ist der Schutz dieser Arten flächendeckend auf den Queichwiesen wohl weder ökonomisch noch auf Grund der intensiven Freizeitnutzung in der Nähe von Ballungszentren realistisch. Es kamen die Ideen auf einzelne Bereiche speziell zu diesem Zwecke gesondert zu nutzen und durch Ausgleichszahlungen an die Landwirte die ökonomischen Verluste zu kompensieren. Leider halten sich die Vögel erfahrungsgemäß nicht an Vereinbarungen. Insofern wäre es wünschenswert einzelne Wiesen bei Beobachtung von Brutaktivitäten dieser Arten entsprechend unter einer attraktiven Ausgleichszahlung kurzfristig aus der regulären Nutzung nehmen zu können. Aktuell

führt das mögliche Verbot einer regulären Mahd bei Auftauchen einer seltenen Art eher dazu, dass der Landwirt die Tiere vertreibt, damit er keine Scherereien bekommt.

Die Finanzierung der Bewässerung, die den Erhalt der Gräben und Schleusen und das Öffnen und Schließen der Schleusen beinhaltet wird in den unterschiedlichen Gemeinden verschieden organisiert. In einigen Gemeinden zahlen alle Landwirte paritätisch für die Bewässerung. Profitieren tun aber nur die Landwirte deren Wiesen auch bewässert werden. Das führt zu Unmut zwischen Ackerbauern und Landwirten mit Grünland und birgt Probleme bei der Reaktivierung weiterer Bereiche der Wiesenbewässerung. Anders geregelt und mit weniger Konflikten behaftet ist die Regelung in Hochstadt. Dort unterhält ein Graben Pflegeverband die Infrastruktur. Anliegende Nutzer der Bewässerung zahlen einen entsprechenden Beitrag an den Verband.

Der Konflikt um die Nutzung des Queichwassers wird besonders in Trockenjahren deutlich. Konkurrenten um das Wasser sind z.B. Fischteiche oder Ackerbaubetriebe. Auch das Ökosystem Queich soll so wenig wie möglich belastet werden. Ein wichtiger Schritt zur geringeren Wasserentnahme bzw weniger Fluktuation in der Wassermenge war die Einführung eines neuen Bewässerungskalenders, der dafür sorgt, dass das Entwässerungswasser gleichzeitig zum Füllen der Staustufe des folgenden Wehres beiträgt und somit die Perioden mit niedrigem Wasserstand verringert und verkürzt werden können. Moderne Wehre sind nun mit Fischtreppe ausgestattet, um die Durchgängigkeit auch in den Tagen der Bewässerung voll zu gewährleisten.

Zu Beginn des Jahres 2016 wurde dann wieder zu einer abschließenden **Infoveranstaltung im Storchenzentrum eingeladen (13.02.2016 16h - 17:30h)**. Die Ergebnisse wurden mit Interesse aufgenommen.

**Am 22. und 23. September 2016 fand am Campus Landau der Universität Koblenz-Landau die Konferenz zum Erhalt von Wiesenlandschaften mit hohem Wert für Mensch und Natur** statt mit gut 80 Teilnehmern aus Verwaltung, Naturschutz und Forschung. Als Anlass der Konferenz nutzten wir den Abschluss des „WasserWiesenWerte“ Projekts. Die Wässerwiesen an der Queich wurden als gutes Beispiel für eine erfolgreiche Kombination von ökonomischen und ökologischen Belangen im Rahmen einer Exkursion am Ende der Veranstaltung besucht.

Auf Grundlage der während der Konferenz genannten Ideen und Einwände stellen wir hier einige Ergebnisse der Tagung zusammen. Der Kurzbericht zur Tagung ist in Natur und Landschaft 5/2017 erschienen.

Zu Beginn der Veranstaltung wurde in den Vorträgen von Andreas Krug (Leiter der Abteilung Integrativer Naturschutz und Nachhaltige Nutzung, Gentechnik am BfN), Prof. Rainer Luick (Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg) und Dr. Beatrice Schüpbach (Agroscope, Schweiz) die vielfältige Bedeutung sowie die zeitliche Entwicklung der Wiesennutzung erläutert. Die Gesamtfläche an Grünland in Deutschland hat mit einem Anteil von etwa 30 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche zwischen 1990 und 2015 nicht besonders stark abgenommen (von 31 % auf 28 %) und einem Flächenverlust von 700 000 ha, der geringe Anteil an artenreichen Wiesen und deren Erhaltungszustand ist allerdings besorgniserregend. Allein zwischen 2009 und 2013 fand ein Rückgang von HNV Grünland (HNV: high nature value)

um 7,4 % statt. Der Erhalt artenreichen Grünlandes sichert ökologische Funktionen, Biodiversität und Erholungsraum. Artenreiche Wiesen verbessern die Bodenbildung und -fruchtbarkeit, vermindern Nährstoffverluste, erhöhen die Wasserspeicherkapazität, tragen zur Reinhaltung von Grund- und Oberflächengewässern, zum Hochwasserschutz und zur Minderung von Wind- und Wassererosion bei. Besonders ältere Wiesen sind wichtige Kohlenstoffspeicher und wirken klimaregulierend. Eine hohe Diversität in Wiesen fördert Bestäuber und natürliche Schädlingsbekämpfung. Vielfältige Wiesenlandschaften sind, besonders in Verbindung mit einzelnen Bäumen, Hecken oder Feldsäumen, bevorzugte Erholungsgebiete und ermöglichen Naturerfahrung. Blumenreiche Wiesen sind unabhängig von der Personengruppe sehr beliebt und tragen somit zur Landschaftsästhetik und Lebensqualität der Menschen bei (Dr. Schüpbach). Andreas Krug stellte eine gesellschaftliche Gewinn-Verlust Rechnung bezüglich eines Umbruchs von artenreichem Grünland in Acker vor. Unter Einbeziehung der Einnahmen durch den Landwirt, der gesellschaftlichen Kosten durch die reduzierte CO<sub>2</sub>-Speicherkapazität sowie Grundwasserqualität wie auch von Verlusten an Landschaftsästhetik und Naturschutzwert sind Nettoverluste zwischen 940 und 2120 Euro je ha und Jahr zu beziffern. Bei der Fülle weiterer Ökosystemfunktionen von Grünland stellt dies eine konservative Schätzung dar.

Laut Prof. Luick lässt sich der Rückgang artenreichen Grünlands ökonomisch unter anderem durch hohe finanzielle Anschaffungskosten und Abstellkapazitäten erklären. In der modernen Heuwirtschaft kommen teure und spezielle Geräte nur für sehr kurze Zeit im Jahr zum Einsatz, wobei ein Verleih der Geräte unter den Landwirten aufgrund der Wetterabhängigkeit und somit häufig synchronen Arbeiten fast ausgeschlossen ist. Zudem haben sich Ziele der Grünlandbewirtschaftung fundamental geändert. Es werden Bestände aus einer – maximal vier leistungsfähigen, robusten Grasarten angestrebt, die stets neu eingesät und bis zu acht Mal jährlich geschnitten werden. Um beste Protein- und Energiegehalte für die Fütterung moderner Hochleistungsmilchkühe zu liefern, muss der Schnittzeitpunkt früh, vor dem sogenannten Ährenschieben, gewählt werden, da im Verlauf der Reife der Gräser der Proteingehalt stark sinkt. Ermöglicht wird der frühe Schnitt durch die Produktion von Silage, die im Gegensatz zu Heu nicht auf lange, trockene Wetterperioden angewiesen ist. Bernhard Osterburg (Thünen Institut, Braunschweig) zeigt diese Entwicklung in Zahlen: Während Grünland 1990 bis 2014 um gut 15 % abgenommen hat, verringerten sich die Bestände an Tieren, die rohfaserreiches und energiearmes Futter fressen (quantifiziert als raufutterverzehrende Großvieheinheiten: RGV) um mehr als 30 %.

#### *Optionen für den Absatz von Heu aus artenreichen Wiesen:*

- ➔ Eine Fütterung von Heu aus artenreichen Wiesen bis max. 20 % ist auch für moderne Hochleistungsmilchkühe möglich, die auf hohe Protein- und damit Energiegehalte angewiesen sind. Milchkühe vor der ersten Kalbung können artenreiches Wiesenheu nutzen.
- ➔ Um den gesättigten Milchmarkt zu differenzieren, könnte verstärkt Milch von traditionellen Rinderrassen, die Heu artenreicher Wiesen fressen, erzeugt werden. Bei entsprechender Werbung ließe sich hierfür ein bedeutender Absatzmarkt realisieren. Vereinzelt bestehen derartige Initiativen bereits.

Heu von artenreichen Wiesen ist hervorragend zur Fütterung von Pferden und Schafen geeignet. Der Bedarf an qualitativ hochwertigem Heu für Pferde wäre mit ca. 1,2 Millionen Pferden, die je etwa 1 ha Grünland benötigen (Beitrag Sonja Schütz, Vereinigung der Freizeitreiter und



-fahrer in Deutschland e.V.) ungeheuer groß. Die Heuauswahl wird häufig ausschließlich anhand des Preises getroffen, obwohl stark eiweiß- und kohlehydrathaltiges Heu intensiv genutzter Wiesen bei Pferden zu Stoffwechselerkrankungen führen können. Um den Markt an Pferdeheu von artenreichen Wiesen auszuschöpfen, sollten Pferdehalter informiert werden.

Laut Prof. Luick lässt sich der Rückgang artenreichen Grünlands ökonomisch unter anderem durch hohe finanzielle Anschaffungskosten und Abstellkapazitäten erklären. In der modernen Heuwirtschaft kommen teure und spezielle Geräte nur für sehr kurze Zeit im Jahr zum Einsatz, wobei ein Verleih der Geräte unter den Landwirten aufgrund der Wetterabhängigkeit und somit häufig synchronen Arbeiten fast ausgeschlossen ist. Zudem haben sich Ziele der Grünlandbewirtschaftung fundamental geändert. Es werden Bestände aus einer – maximal vier leistungsfähigen, robusten Grasarten angestrebt, die stets neu eingesät und bis zu acht Mal jährlich geschnitten werden. Um beste Protein- und Energiegehalte für die Fütterung moderner Hochleistungsmilchkühe zu liefern, muss der Schnitzeitpunkt früh, vor dem sogenannten Ährenschieben, gewählt werden, da im Verlauf der Reife der Gräser der Proteingehalt stark sinkt. Ermöglicht wird der frühe Schnitt durch die Produktion von Silage, die im Gegensatz zu Heu nicht auf lange, trockene Wetterperioden angewiesen ist. Bernhard Osterburg (Thünen Institut, Braunschweig) zeigt diese Entwicklung in Zahlen: Während Grünland 1990 bis 2014 um gut 15 % abgenommen hat, verringerten sich die Bestände an Tieren, die rohfasserreiches und energiearmes Futter fressen (quantifiziert als raufutterverzehrende Großvieheinheiten: RGV) um mehr als 30 %.

#### *Optionen für den Absatz von Heu aus artenreichen Wiesen:*

- ➔ Eine Fütterung von Heu aus artenreichen Wiesen bis max. 20 % ist auch für moderne Hochleistungsmilchkühe möglich, die auf hohe Protein- und damit Energiegehalte angewiesen sind. Milchkühe vor der ersten Kalbung können artenreiches Wiesenheu nutzen.
- ➔ Um den gesättigten Milchmarkt zu differenzieren, könnte verstärkt Milch von traditionellen Rinderrassen, die Heu artenreicher Wiesen fressen, erzeugt werden. Bei entsprechender Werbung ließe sich hierfür ein bedeutender Absatzmarkt realisieren. Vereinzelt bestehen derartige Initiativen bereits.

Heu von artenreichen Wiesen ist hervorragend zur Fütterung von Pferden und Schafen geeignet. Der Bedarf an qualitativ hochwertigem Heu für Pferde wäre mit ca. 1,2 Millionen Pferden, die je etwa 1 ha Grünland benötigen (Beitrag Sonja Schütz, Vereinigung der Freizeitreiter und -fahrer in Deutschland e.V.) ungeheuer groß. Die Heuauswahl wird häufig ausschließlich anhand des Preises getroffen, obwohl stark eiweiß- und kohlehydrathaltiges Heu intensiv genutzter Wiesen bei Pferden zu Stoffwechselerkrankungen führen können. Um den Markt an Pferdeheu von artenreichen Wiesen auszuschöpfen, sollten Pferdehalter informiert werden.

Im Rahmen der Konferenz wurden verschiedene Beispiele für die Nutzung und den Erhalt von Wiesen präsentiert. Als ein vielversprechendes „best practice“ Beispiel wurden die Wässerwiesen entlang der Queich bei Landau (Pfalz) mit ihren ökonomischen und ökologischen Charakteristika vorgestellt. Weitere Beispiele der Wiesennutzung kamen aus Luxemburg, vom Oberrhein, aus den anhaltischen Elbauen, von der Bergstraße oder aus Graubünden. Die wichtigsten Eckdaten der anderen Beispiele werden hier auch in Hinblick auf die bereits genannten Ergebnisse vorgestellt.

Luxemburg: Frau Dr. Simone Schneider (SICONA, Luxemburg) legte dar, dass in Luxemburg besonders die naturschutzfachlich wertvollsten Wiesen zurückgehen. Für deren Erhalt spielt

der Vertragsnaturschutz mit attraktiven Zahlungen von 350-550 Euro für spätere Mahdtermine die weitaus wichtigste Rolle. Zukünftig sollen die Programme des Vertragsnaturschutzes auch verstärkt über ergebnisorientierte Honorierungen laufen, allerdings sind die naturschutzzfachlich hochwertigsten Wiesen davon ausgenommen. Andere Strategien sind der Flächenaufkauf mit anschließender auflagengebundener Verpachtung, die Renaturierung von verarmten Flächen – sofern eine schnelle Aushagerung wahrscheinlich ist – und die Unterstützung regionaler Vermarktungsstrategien – beispielsweise erhalten staatliche Kindergärten extensiv erwirtschaftete Lebensmittel.

Anhaltische Elbauen: Sandra Dullau (Hochschule Anhalt, Bernburg) stellte Dünge- und Schnittexperimente vor, um zu ermitteln, welche Düngemenge und Nutzungsintensität den optimalen Kompromiss liefert zwischen ökonomischen Interessen und dem Erhalt der Pflanzenvielfalt. Nach aktuellem Stand sind bis etwa 60 kg Stickstoffdüngung kombiniert mit P und K bei zweischüriger Nutzung nicht nachteilig für die Artenzahlen. Aufgrund des geringen Proteingehalts ist das Heu für Milchviehhalter unattraktiv, jedoch wird die Futterqualität ansonsten durch den Düngeverzicht nicht beeinträchtigt, sodass das Heu gut für Mutterkuhhaltung verwendet werden kann. Aktuell fehlen in Sachsen-Anhalt allerdings die politischen Instrumente, um Einbußen der Landwirte bei Verzicht auf mehr Düngung auszugleichen.

Stromtalwiesen am hessischen Oberrhein: Ein positives Beispiel, dass extensive Nutzung und artenreiche Wiesen rentabel sein können, findet sich in der Kühlkopf-Knoblochsau am Rhein. Laut der von Dr. Kristin Ludewig vorgestellten Untersuchungen der Universität Gießen ist das artenreiche Heu dort qualitativ nicht schlechter als artenarmes Heu. Durch den hohen Bedarf an hochwertigem Pferdeheuh in der Region ist der Absatz gut.

Streuobstwiesen: Am Beispiel einer Aufpreisinitiative analysierte Kerstin Huelemeyer vom Institut für Ländliche Strukturforchung (Frankfurt) die Zukunft der Streuobstwiesen. Die Vermarktung der hochwertigen Produkte ist zumeist unproblematisch – der Erfolg steht und fällt allerdings mit der Persönlichkeit und dem Einsatz der Initiatoren. Ein direkter Bezug zur Produktionsfläche beim Verkauf ist wichtig, da die Menschen lieber Saft aus eigenen oder selbst gesammelten Äpfeln kaufen als Streuobstsafte aus einer Großkeltereie. Die Sensibilisierung der Bevölkerung hängt jedoch momentan an einzelnen aktiven Personen, welche z.B. mit Aktionen für Kinder oder Wiesenfesten eine solche Bindung erzeugen. Zudem ist die Überalterung der Wiesennutzer („Alte Menschen pflegen alte Bäume“) ein Problem, da Erben solcher Flächen häufig mit der Pflege überfordert sind oder kein Interesse zeigen. Unterstützung könnten hier z.B. Schnittkurse und andere Hilfestellungen leisten. Zudem sollten Wiesenfeste, Apfel-Sammelaktionen etc., die momentan auf wenigen Schultern von Ehrenamtlichen ruhen, durch Naturschutzverwaltungen finanziell und organisatorisch unterstützt werden.

Bergwiesenschutz in Graubünden: Roman Graf von der Schweizerischen Vogelwarte stellte Bergwiesen in Graubünden vor und zeigte den aktuell rasanten Niedergang artenreicher Wiesen auf, der zu einem drastischen Rückgang von Wiesenbrütern führt. Verantwortlich sind der Austausch einheimischer Rinderrassen durch moderne Hochleistungsmilchkühe und der damit einhergehenden Intensivierung mit Dünger und Sprinklerbewässerung, die eine frühe Mahd möglich macht. Unter gesetzlichem Schutz stehen nur Trocken- und Halbtrockenrasen. Für Frischwiesen sind die existierenden Instrumente des Vertragsnaturschutzes offensichtlich nicht attraktiv genug. Aktuell zeigt die großflächige Sicherung von Wiesen in begrenzten Wiesenbrüter-Fördergebieten erste Erfolge und stößt durch aktive Einbeziehung der Landwirte auf große Akzeptanz.

Wir möchten vier Punkte herausstellen, die umgesetzt werden müssten, um langfristig und großflächig artenreiche Wiesenlandschaften erhalten zu können:

a) Der Schutz von artenreichen Wiesen auch außerhalb von Schutzgebieten – Optionen ökonomisch und ökologisch tragfähiger Lösungen gibt es durchaus.

b) Flexiblere Gestaltung und bessere finanzielle Ausstattung von Agrar-Umweltprogrammen, um Leistungen im Landschaftsschutz mit krisensicheren Einnahmen honorieren zu können.

c) Sicherung einer guten Informationspolitik der Landesverwaltungen und Ausbildungsstätten, um Wiesenbesitzer und aktive sowie angehende Landwirte zu innovativen Produktions-, Förder-, und Absatzmöglichkeiten in ihrer Rolle als Landwirte und Landschaftspfleger zu informieren.

d) Aktive Unterstützung von Seiten der Naturschutzverwaltungen bei der Sensibilisierung der Bevölkerung und zur Entlastung und Motivation ehrenamtlicher Helfer von Naturschutzinitiativen und Wiesenbesitzern.

Diese **Zusammenfassung ist auf unserer Internetseite** verfügbar. Ein ansprechender **Flyer zu den Projektergebnissen** wurde anlässlich der Konferenz erstellt und ist nun in einer zweiten Auflage im Internet und im Storchenzentrum für Besucher verfügbar. Er wird auch von den Gemeinden bei Großveranstaltungen verteilt werden.

Anlässlich der Konferenz erschien am **28.9.2016 ein ganzseitiger Bericht in der Rheinpfalz** im „Marktplatz Regional“. Leider war der Text gespickt mit Fehlern und Ungenauigkeiten.

Am **14.2.2017 präsentierte Frau Dr. Buhk die Projektergebnisse im Rahmen der Sitzung der Interessensgemeinschaft Queichwiesen in Ottersheim im Bürgerbüro**. Auch hierzu erschien ein **Bericht in der Rheinpfalz am 22.2.2017**.

Am **5. Mai 2017** wurde während einer Bewässerung ein Filmteam des SWR zu den Wiesen geführt und es entstand ein kleiner Eindruck der Ergebnisse in einem **Beitrag in der Landeschau** am Abend.

**Wissenschaftliche Vorträge und Präsentationen** fanden zwischen 2014 und 2017 statt:

Gerlach, R. Frör, O., Schirmel, J. und Buhk, C. 2014. A forgotten management method revisited: the values of meadow irrigation for nature, farmers and residents. Project outline. Posterpräsentation anlässlich der GFÖ (Gesellschaft für Ökologie) Tagung in Hildesheim Sept. 2014

Schröder I, Buhk C, Gerlach R. und Schirmel J. 2015. Effects of irrigation and fertilization on grasshopper diversity in meadows. Posterpräsentation anlässlich der GFÖ Tagung im September 2015

Schirmel J, Bolle L, Herles D, Gerlach R und Buhk C. 2016. Einfluss traditioneller Wiesenbewässerung und Düngung auf Laufkäfer in den Queichwiesen bei Landau. Vortrag anlässlich

der GAC (Gesellschaft für Angewandte Carabidologie) Tagung im Februar 2016 in Neustadt an der Weinstrasse.

Schirmel J, Gerlach R und Buhk C. 2016. The potential of irrigation to combine high yields and high species richness in lowland meadows. Vortrag anlässlich der GFÖ Tagung im September 2016 in Marburg

Buhk C. 2016. Traditional water-meadows. A sustainable management type for the future? Vortrag am 2.7.2017 anlässlich des 13. Treffens der Vertreter Europäischer Storchendörfer in Nagybjom, Ungarn. Eingeladener Vortrag durch die Stiftung EURONATUR.

Sowie mehrere Vorträge anlässlich der selbstorganisierten Wiesenkonferenz im September 2016 (siehe [www.uni-ko-ls.de/WasserWiesenWerte](http://www.uni-ko-ls.de/WasserWiesenWerte)). Die pdfs der meisten Präsentationen sind seit Anfang des Jahres frei verfügbar zum Download.

Eine Präsentation der Gesamtergebnisse des Projektes durch Frau Dr. Buhk ist anlässlich der gemeinsamen Tagung vieler Europäischer Ökologenverbände im Dezember 2017 in Gent geplant.

Eine Präsentation der Ergebnisse des Projektes in einer Ausgabe der Reihe „Uniprisma Spezial“ im Rahmen des Schwerpunktes „Aufland“ an der Universität Koblenz-Landau wird bald in deutscher Sprache und professionell redigiert und designiert in Druck gehen können.

Einige wissenschaftliche Publikationen sind noch in Entstehung. Gedruckt erschienen sind bisher folgende Texte:

Meier, M., Gerlach, R., Schirmel, J. & Buhk, C. 2017. Plant diversity in a water-meadow landscape: the role of irrigation ditches. *Plant Ecology* 218: 971-981.

Schirmel, J., Gerlach, R. & Buhk, C. 2017. Disentangling the role of management, vegetation structure and plant quality for Orthoptera in lowland meadows. *Insect Science*: in press. DOI 10.1111/1744-7917.12528.

## 4. Synthese und Fazit

Zur Synthese der Ergebnisse werden die eingeführten Projektziele und Fragen hier sukzessive beantwortet. Allem voran stand die Frage, **welchen Nutzen die Bewässerung für die Heuqualität und -produktivität bei halbintensiver Bewirtschaftung** hat. Die Analysen der Biomasse haben eindrucksvoll gezeigt, dass die langjährige Tradition der Wiesenbewässerung einen nennenswerten Zugewinn an Trockenmasse Heu auf das Jahr gerechnet liefert wobei die Qualität des Aufwuchses nicht negativ beeinflusst wird. Dieser Zugewinn an Heu wird in der Wirtschaftlichkeitsberechnung offensichtlich: Bewässerung stellt in dieser Lage auf extensiv oder halb intensiv bewirtschafteten Flächen eine Möglichkeit dar auch ohne Kompensationszahlungen aus den Umwelta Agrarprogrammen kostendeckend und mit einem leichten Gewinn zu wirtschaften. Allerdings arbeiten nicht alle Landwirte gewinnorientiert. Die wichtige Rolle der Nebenerwerbsbetriebe wird im Projektgebiet besonders offensichtlich. Kaum noch ein Landwirt ist hauptberuflich in der Landwirtschaft tätig. Dieses Phänomen

wurde im Rahmen der Wiesentagung auch an mehreren anderen Beispielen sichtbar. Extensives Grünland wird vielerorts aus traditionellen Gründen weiter bewirtschaftet – oft auch nur als Hobby. Vollerwerbslandwirtschaft mit Viehhaltung gehört zu den eher unbeliebten Professionen junger Menschen, da weder geregelte Arbeits- und Urlaubszeiten noch ein sicheres Einkommen damit verbunden sind. Entsprechend fällt den Nebenerwerbslandwirten und Hobby-Landwirten für den Landschaftserhalt eine besonders wichtige Rolle zu. Viele dieser Landwirte produzieren Futter zum Verkauf und nicht zum Eigenbedarf und profitieren von der hohen Dichte an Pferdehöfen mit Bedarf an qualitativ hochwertigem Heu. Die Bewässerung kann also besonders auch für Nebenerwerbsbetriebe ein guter Anreiz sein auch weiterhin nebenbei hochwertiges Heu zu produzieren.

Die nächste Frage lautete, ob **Düngegaben auf Wässerwiesen zur Ertragssteigerung notwendig bzw. reduzierbar** wären im Vergleich zu unbewässerten Wiesen. Die Düngung hatte sehr unterschiedliche Effekte auf den Wiesen, was an der Beschaffenheit des Untergrundes liegen könnte. Während die Erträge bei einigen Landwirten durch Düngeinsatz stiegen, war dies bei anderen nicht der Fall – möglicherweise, weil der Boden zu sauer oder zu sandig war, um die Nährstoffe zu speichern oder der Dünger nicht auf den Bedarf des Bodens angepasst war. Durch Kombination der Bewässerung mit Düngung verändern sich manche Parameter negativ. So sinkt die Wasserhaltekapazität des Bodens durch Düngung und hebt damit die positiven Effekte der Bewässerung wieder auf. Dies geht einher mit einer reduzierten Aktivität der Bodenorganismen im Frühjahr durch Düngung. Beides weist darauf hin, dass wie erwartet der positive Effekt der Bewässerung auf die Bodenwasser- und Nährstoffversorgung zumindest im Frühjahr verbessert ist. Der Rohproteingehalt im Heu wird auch durch Düngung in Kombination mit Bewässerung reduziert, was möglicherweise am späten Mahdzeitpunkt für gedüngtes und stark entwickeltes Grünland liegt. Die Streuung der Wirtschaftlichkeit bei gedüngten und / oder bewässerten Wiesen ist besonders hoch, so dass nicht pauschal davon ausgegangen werden kann, dass die Düngung positiv zur Ertragssteigerung beiträgt oder unnötig ist im Zusammenhang mit der Bewässerung. Da die Landwirte, die aus wirtschaftlichen Gründen und nicht aus rein traditionellen Gründen die Wiesen bewirtschaften, deutlich bessere Erträge erzielen, liegen die Schwankungen wohl an ungünstigen Bodenverhältnissen von Hobbywiesen (staunasse Bedingungen und schlechter Abfluss des Bewässerungswassers) oder an ungünstig gewählten Terminen für die Bearbeitung und Ernte, da passende Wetterperioden möglicherweise auf Grund anderer Verpflichtungen im Haupterwerb schlechter genutzt werden können. Im Vergleich der Wirtschaftlichkeit unter Einbeziehung der staatlichen Förderung schneiden die gedüngten Wiesen in unserer Untersuchung vergleichsweise schlecht ab. Die Diskussion, ob der komplette Verzicht auf Düngung auf Wiesen langfristig nachhaltig ist, ist sehr differenziert (Janssens et al. 1998; Dierschke & Briemle 2002). Es gibt Anhaltspunkte, dass Düngemengen zwischen 60 und 90 kg N/ha im Jahr die höchste Vielfalt an Gefäßpflanzen hervorbringen (Zechmeister et al. 2003) bzw. 50 kg N/ha im Jahr laut Lüscher et al. (2008). Auch in unseren Analysen waren bei Weitem nicht alle ungedüngten Wiesen besonders artenreich, da manche Wiesen versauert und verarmt sind. Tal-Glatthaferwiesen oder Fuchsschwanzwiesen mit zwei- bis dreimaliger Mahd, wie sie an der Queich zu finden sind, sollten bei guter landwirtschaftlicher Praxis laut Dierschke und Briemle (2002) mit etwa 200 dt/ha Stallmist oder 25 – 30 m<sup>3</sup>/ha Gülle (entspricht etwa 80 kg N /ha) im Jahr gedüngt werden. Die Depositionen von Stickstoff durch die Luft sind vergleichsweise gering und können den Nährstoffentzug, der durch eine regelmäßige Mahd entsteht, langfristig nicht ausgleichen (Zechmeister et al. 2003). Speziell die Heuqualität für die Fütterung an Kühe – mit und ohne Bewässerung - scheint von Düngung eher zu profitieren.

Auch die Nährstoffmengen, die mit dem Queichwasser eingeschwemmt werden, können die Verluste durch Mahd im Zeitalter der Kläranlagen nicht ausgleichen (ca. 1 – 7 mg/l Nitrat wurden im Frühjahr 2017 im Bewässerungswasser gemessen). Jedoch wurden mit Bor und Natrium zwei Elemente auf den Wässerwiesen angereichert, die aus Haushaltsabwässern trotz der Kläranlagen eingeschwemmt wurden. Genauere Untersuchung zur Wirkung dieser Stoffe laufen noch in einem angelehnten Projekt.

Die in Abb. 1 vorgestellten Überlegungen, dass durch die Bewässerung die negativen Effekte höherer Düngung auf die Artenvielfalt durch Einsparung von Düngemitteln vermieden werden können trotz gleichbleibender Artenvielfalt, konnten wir nicht eindeutig beweisen. Das liegt daran, dass wir keine Landwirte gefunden haben, die ohne Bewässerung intensiver düngen (Punkt A in Abb.1), da sich das auf diesen Standorten wohl nicht lohnt oder die Landwirte mit höherem Heubedarf auf die bewässerten Wiesen ausweichen. Was wir aber zeigen können, ist einerseits, dass der in Abb. 1 eingezeichnete Punkt B bei mittlerer Düngung auf der blauen Linie deutlich oberhalb (27%) der grauen Kurve bei gleicher Düngemenge liegt. Außerdem sind die bewässerten Wiesen mit 8 – 12 t Ertrag pro ha /Jahr in ihren Erträgen eher vergleichbar mit Erträgen aus Weidelgras Vielschnittwiesen intensiver Bewirtschaftung, die mit 9 – 12 t angegeben werden (Dierschke & Briemle 2002). Insofern lässt sich die in der Grafik dargestellte Überlegung durchaus bestätigen. Die zwei-dreischürigen Wiesen sind in dieser Lage ausgesprochen charakteristisch aber vielerorts wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit verschwunden. Hier konnten sie sich durch die Bewässerung offensichtlich halten und sind für viele Landwirte mehr als nur ein Hobby. Die Landwirte haben sich in den Düngegaben bereits der Bewässerung angepasst. Es wird also weniger gedüngt, um den gewünschten Ertrag und die höchste Wirtschaftlichkeit einer Extensivwiese zu erhalten (siehe auch Zechmeister et al. 2003).

Die nächste Frage lautete, wie die **Biodiversität und die Anzahl naturschutzrelevanter Arten** durch Bewässerung beeinflusst wird. Überraschenderweise scheint trotz der enormen Biomassezuwächse keine systematische Abnahme der Pflanzenvielfalt die Folge zu sein, vielmehr kann diese in einigen Jahren sogar erhöht sein (Müller et al. 2016b). Besonders in den ungedüngten Wiesen kam es allerdings doch teilweise zu deutlich reduzierten Artenzahlen. Die Schwankungen waren hier wie auch die Schwankungen der Erträge enorm. Einen Anhaltspunkt, warum die Dominanz der Gräser die Artenvielfalt nicht so stark unterdrückt, wie das bei intensiv gedüngten Flächen der Fall ist, ist die eher reduzierte Dichte der Gräser. Diesem Zusammenhang wird in weiteren Untersuchungen noch nachgegangen werden. Bei Pflanzen fiel besonders die Rolle der Gräben – speziell der Bewässerungsgräben für die Vielfalt auf. Sie bieten einerseits verschiedenste Standortbedingungen von Nässe bis Trockenheit und außerdem Rückzugsgebiete für Pflanzen, die empfindlich auf häufige oder frühe Mahd oder Düngung reagieren. Weiterhin kommt der Pflanzenvielfalt die Heterogenität der heutigen und früheren Nutzung zugute mit teils verarmten und teils reichen Standorten unterschiedlich intensiver Bewässerung. Die Mischung aus Bewirtschaftern unterschiedlichster Intention ist dabei auch entscheidend wie auch die verschiedenen Gemeinden mit ihren spezifischen Pflegerhythmen und Maschinen. Die Ergebnisse zur Fauna zeigen, dass die Wiesenbewässerung und die damit verbundene höhere Biomasse im Einklang mit einem hohen Artenreichtum der untersuchten Tiergruppen stehen. Einzig Heuschrecken scheinen negativ auf die Bewässerung und vor allem hohe Biomasse zu reagieren. Anzumerken hierbei ist, dass die reduzierte Zahl der Heuschreckenarten auf den bewässerten Wiesen vor allem durch den Wegfall generalistischer und weit verbreiteter Arten zurückzuführen ist. Darüber hinaus

zeigt sich, dass die Bewässerung nicht zu einer Homogenisierung der Artenzusammensetzung bzw. reduzierten beta-Diversität führt. Aus Sicht des Naturschutzes ist das Vorkommen naturschutzrelevanter Arten besonders bedeutsam. Unsere Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die Bewässerung – direkt und indirekt – das Vorkommen naturschutzrelevanter Arten fördern kann. So bieten bewässerte Wiesen Lebensraum für deutlich mehr gefährdete Laufkäferarten als unbewässerte Wiesen. Darunter finden sich feuchtigkeitsliebende Arten (z.B. *Bembidion guttula* und *Chlaenius nigricorne*), die gewöhnlich naturnahe Feuchtlebensräume (z.B. Auen) bevorzugen. Bewässerung erhöht zudem das Angebot an Blütenressourcen für blütenbesuchende Arten. Dies wirkte sich positiv auf Tagfalter und vor allem gefährdete Tagfalter aus. Im Gegensatz dazu hat die Düngung einen negativen Einfluss auf eher spezialisierte Tagfalter. Die mit der Grabeninfrastruktur verbundenen Randstrukturen bieten zusätzlichen Lebensraum. Unsere Ergebnisse zeigen, dass Gräben besonders für Schnecken wertvoll sind, während Tagfalter grundsätzlich offene Randstrukturen gegenüber großflächigen Gehölzstrukturen bevorzugen. Aus Sicht der Fauna ist wie auch für die Vegetation ein Mosaik aus bewässerten und unbewässerten Wiesen wünschenswert, um möglichst viele Arten zu fördern. Die ausgebrachten, eher moderaten, Düngegaben haben keinen Einfluss auf Artenzahlen, können aber naturschutzrelevante Arten (Tagfalter) negativ beeinflussen. Basierend auf unseren Daten sollte auf Düngung verzichtet werden oder die Düngegaben Werte von ca. 70 kg N pro ha und Jahr nicht übersteigen.

Die dritte Frage lautete, wie die **Wahrnehmung der Bewirtschafter und der Bevölkerung hinsichtlich der Wässerwiesen** ist. In den Veranstaltungen wurden durchaus auch Zweifel an der Sinnhaftigkeit der Wiesenbewässerung geäußert. Die Klagen von Landwirten mit veräsnsten Flächen sind absolut berechtigt. Bei der Anlage von Wässerwiesen muss penibel auf eine gute Drainage der Flächen geachtet werden, um Staunässe zu vermeiden. Im Rahmen von Wegebau und Maschinennutzung wurde das Relief an manchen Stellen sicherlich verändert oder der Boden hat sich gesenkt und Tonschichten treten an die Oberfläche. Die betroffenen Flächen werden meist von Seggen dominiert und liefern weder gutes Futter noch nennenswerte Erträge. Korrigierende Arbeiten am Relief und ggf. Aufbringen von sandigerem Boden wären hier notwendig. Zumeist waren die Landwirte aber von der Bewässerung überzeugt wie auch die meisten Besucher. Hinsichtlich des Erholungswertes kann festgestellt werden, dass die Queichwiesen trotz ihrer überregionalen Bedeutung und einem mehrere hundert Kilometer umfassenden touristischen Einzugsbereich überwiegend für die ortsansässige Bevölkerung wichtig sind und von dieser z.T. sehr intensiv genutzt werden. Neben Fahrradfahren und Spaziergehen als wichtigste Aktivitäten der Besucher der Queichwiesen spielen Naturbeobachtung und Umweltbildung eine bedeutende Rolle. Die Anfahrtswege sind überwiegend kurz und werden meist per Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt. Die Bedeutung der Wiesen für die ortsansässige lokale Bevölkerung zeigt sich auch in der Tatsache, dass mehr als 60% der befragten Besucher zuhause geblieben wären, wenn sie zum Zeitpunkt der Befragung die Queichwiesen nicht hätten nutzen können. Aus den im Rahmen der Reisekostermethode erhobenen Daten lassen sich jedoch keine zuverlässigen monetären Werte der Wertschätzung für die Wiesen ableiten, da der bedeutendste Kostenaspekt, die Zeit, die man in den Queichwiesen verbringt, nicht valide in Geldeinheiten ausgedrückt werden kann.

Zusammenfassend stellten wir die Frage, ob diese Bewirtschaftung **eine Methode darstellt, um landwirtschaftliche Produktivität und Qualität, Naturschutz und Naherholung/Tourismus nachhaltig zu vereinen**. Wie zuvor im Einzelnen diskutiert, können wir diese Frage mit „Ja“ beantworten. Hinsichtlich des betriebswirtschaftlichen Potenzials ist in

den Berechnungen eine besonders breite Streuung vorhanden, was darauf hindeutet, dass der einzelne Landwirt mit seinen individuellen Bewirtschaftungs- und Vermarktungsstrategien wesentlich bestimmend dafür ist, ob die Grünlandwirtschaft in den Queichwiesen gewinnbringend ist oder nicht. Die Daten zeigen einen Trend, dass zum einen die Bewässerung und zum anderen natürlich die Naturschutzförderung die Wiesenbewirtschaftung profitabel macht. Es scheint jedoch einige Landwirte zu geben, die die Wiesenbewirtschaftung in den Queichwiesen nicht aus Gewinnorientierung, sondern aus Tradition betreiben und damit einhergehend sogar bereit sind, Verluste in Kauf zu nehmen.

Schließlich stellten wir die Frage, ob diese Landnutzungsform als **Modellkonzept dienen könnte, um auch in anderen Regionen Deutschlands** und angrenzenden Ländern wieder Wiesenbewässerung einzuführen. Die Vorbehalte der Behörden scheinen groß zu sein, wenn es darum geht zu prüfen, ob Wiesenbewässerung im jeweiligen Gebiet machbar ist. Das wurde deutlich bei dem Versuch zum Zwecke der Contingent Valuation Analyse in der Umgebung vergleichbare Regionen zu finden, wo man die Bewässerung wiedereinführen könnte. Das Problem ist möglicherweise a) Unwissenheit über die Technik und Möglichkeiten moderner Formen der traditionellen Wiesenbewässerung wie der Wasser sparenden Methode der in Reihe geschalteten Bewässerung oder der Einbau von Fischtreppe zur Aufrechterhaltung der ökologischen Funktionen und Durchgängigkeit im Fließgewässer während der Bewässerung und zum anderen b) Unwissenheit über das hohe Potential der Wiesenbewässerung zum Landschaftsschutz, zum Erhalt von Biodiversität, als Kulturgut und v.a. auch zur Wasserretention und zur Grundwasserneubildung. Wir hoffen durch die Projektergebnisse weiter zur Aufklärung beitragen zu können. Im Antrag hatten wir viele Landstriche aufgeführt, die heute noch mit Grünland bewirtschaftet werden und ehemals bewässert waren. Die Gebiete mit ehemaliger Bewässerung in Europa sind sehr groß und werden zusammen mit aktiven Bewässerungsgebieten im aktuellen Buch von Herrn Leibundgut ausführlich beschrieben (Leibundgut & Vonderstrass 2016). Vielleicht kann auch die Bewerbung als immaterielles Kulturerbe bei der UNESCO, die im Oktober eingereicht wird, zur Verbreitung der Informationen führen. Die durch den Klimawandel häufiger werdenden Starkniederschläge und längere Trockenperioden im Sommer lassen Wiesenbewässerung umso mehr zur nachhaltigen Alternative in vielen Regionen werden. Die Übertragbarkeit ist sicherlich nicht 1:1 gegeben. In Großbritannien gelten die Wässerwiesen teils als sehr artenarm und an anderen Orten wird sie nur als reine Naturschutzmaßnahme angesehen. Unser Beispiel spiegelt sicherlich eine gute Kompromisslösung wieder zwischen ökonomischen und ökologischen Belangen und kreiert so eine nachhaltige Landschaft, die je nach Gegebenheiten in anderen Regionen angepasst werden kann. So besteht sicher nicht überall die gute Absatzmöglichkeit von Pferdeheu, aber auch extensive Beweidung und Bewässerung wären möglicherweise gut kombinierbar (Leibundgut & Vonderstrass 2016).

## 5. Literatur

- Bellman, H. 2006. *Der Kosmos Heuschreckenführer. Die Arten Mitteleuropas sicher bestimmen*. Kosmos, Stuttgart.
- BfN 2014. *Grünland-Report. Alles im Grünen Bereich*, Bonn.



- Brucker, G. & Kalusche, D. 1990. *Boden und Umwelt. Bodenökologisches Praktikum*. 2nd ed. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- Clawson, M. 1959. *Methods of measuring the demand for and value of outdoor recreation*. 10th ed, Washington, D.C.
- Dierschke, H. & Briemle, G. 2002. *Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart.
- Duelli, P. & Obrist, M.K. 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape. The contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology* 4: 129-138.
- Eggenberg, S. & Möhl, A. 2007. *Flora vegetativa. Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand*. 1st ed. Haupt, Bern.
- Elsasser, P. 1996. *Der Erholungswert des Waldes. Monetäre Bewertung der Erholungsleistung ausgewählter Wälder in Deutschland*. Zugl.: Hamburg, Univ., FB Biologie, Diss., 1995. Sauerländer, Frankfurt am Main.
- Fartmann, T., Müller, C. & Poniatowski, D. 2013. Effects of coppicing on butterfly communities of woodlands. *Biol. Conserv.* 159: 396-404.
- Fiedler, K.-H. (1965). *Die Wiesenbewässerung im Saarland und in der Pfalz*. Dissertation, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- Gardiner, T., Hill, J. & Chesmore, D. 2005. Review of the Methods Frequently Used to Estimate the Abundance of Orthoptera in Grassland Ecosystems. *J Insect Conserv* 9: 151-173.
- Geiger, M., Diehl, W., Fenske, H. & Glück-Christmann, C. 2010. *Geographie der Pfalz*. Verlag Pfälzische Landeskunde.
- Hassler, D., Hassler, M. & Glaser, K.-H. 1995. *Wässerwiesen: Geschichte, Technik und Ökologie der bewässerten Wiesen, Bäche und Gräben in Kraichgau, Hardt und Bruhrain*. Verlag Regionalkultur, Karlsruhe.
- Hochberg, H., Zopf, D. & Schmidt, F. 2013. Beitrag ausgewählter Dauergrünlandtypen zur Eiweißversorgung der Wiederkäuer in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität. In: Köhler, B., Diepolder, M., Thurner, S. & Spiekers, H. (eds.) *Eiweißbereitstellung vom Grünland auf Betriebsebene*, pp. 47–54.
- Ingrisch, S. & Köhler, G. 1998. *Die Heuschrecken Mitteleuropas*. Westarp Wissenschaften, Magdeburg.
- Jäger, E. & Werner, K. 2002. *Exkursionsflora von Deutschland. Kritischer Band*. 9th ed. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F. & Oomes, M.J.M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69-78.
- Keller, P. 2013. *Die Queichniederung – Portrait einer Landschaft*. GNOR, Mainz.
- Kerney, M.P., Cameron, R.A.D., Jungbluth, J.H. & Riley, G. 1983. *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde*. Parey, Hamburg.
- Krämer, B., Poniatowski, D. & Fartmann, T. 2012. Effects of landscape and habitat quality on butterfly communities in pre-alpine calcareous grasslands. *Biol. Conserv.* 152: 253-261.
- Kratz, W. 1998. The bait-lamina test. General aspects, applications and perspectives. *Environmental Science and Pollution*: 94-96.
- Kreuzer, M. 2008. Verwertung, Verluste und Optimierung beim Einsatz des Futters vom Grünland. In: Thomet, P., Menzi, H. & Isselstein, J. (eds.) *Effiziente Nutzung von Grünland als Ressource für die Milch- und Fleischproduktion*, pp. 21–28. Agridea, Zollikofen.

- Leibundgut, C. & Kohn, I. 2014a. European traditional irrigation in transition part I. Irrigation in times past - a historic land-use practice across Europe. *Irrig. and Drain.* 63: 273-293.
- Leibundgut, C. & Kohn, I. 2014b. European traditional irrigation in transition part II. Traditional irrigation in our time - decline, rediscovery and restoration perspectives. *Irrig. and Drain.* 63: 294-314.
- Leibundgut, C. & Vonderstrass, I. 2016. *Traditionelle Bewässerung - ein Kulturerbe Europas*. 1st ed. Merkur Druck, Langenthal.
- LfL, B.L.f.L. 2015. *Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen*. 38th ed. LfL, Freising-Weihenstephan.
- Löwenstein, W. 1994. *Die Reisekostenmethode und die bedingte Bewertungsmethode als Instrumente zur monetären Bewertung der Erholungsfunktion des Waldes Erholungsfunktion des Waldes. Ein ökonomischer und ökonometrischer Vergleich*. Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 1994. Sauerländer, Frankfurt am Main.
- LUFA Nord-West 2017. Pferdefutter. URL: <https://www.lufa-nord-west.de/index.cfm/article/1894.html> (Aug 28, 2017).
- Lüscher, A., Buchmann, N., Huguenin-Elie, O., Nyfelder, D., Suter, M., Weigelt, A., Frossard, E. & Scherer-Lorenzen, M. 2008. Grundlagen effizienter Raufutterproduktion mit Mischbeständen. In: Thomet, P., Menzi, H. & Isselstein, J. (eds.) *Effiziente Nutzung von Grünland als Ressource für die Milch- und Fleischproduktion*, pp. 7–20. Agridea, Zollikofen.
- Marschner, H., and P. Marschner (eds.) 2012, *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, Amsterdam, Boston, MA.
- McCarthy, S., Horan, B., Rath, M., Linnane, M., O'Connor, P. & Dillon, P. 2007. The influence of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based feeding system on grazing behaviour, intake and milk production. *Grass and Forage Sci* 62: 13-26.
- Meier, M., Gerlach, R., Schirmel, J. & Buhk, C. 2017. Plant diversity in a water-meadow landscape: the role of irrigation ditches. *Plant Ecology* 218: 971-981.
- Müller, I.B., Buhk, C., Alt, M., Entling, M.H. & Schirmel, J. 2016a. Plant functional shifts in Central European grassland under traditional flood irrigation. *Applied Vegetation Science* 19: 122-131.
- Müller, I.B., Buhk, C., Lange, D., Entling, M.H. & Schirmel, J. 2016b. Contrasting effects of irrigation and fertilization on plant diversity in hay meadows. *Basic and Applied Ecology* 17: 576-585.
- Müller-Motzfeld, G., H. Freude, and B. Klausnitzer (eds.) 2012, *Die Käfer Mitteleuropas. Adepaga ; 1. Carabidae (Laufkäfer)*. Die Käfer Mitteleuropas 2. Elsevier Spektrum Akad. Verl., Heidelberg.
- Oppermann, R., Braband, D., Eirich, A., Gelhausen, J. & Wegner, H. 2017. Wiesenmeisterschaften - Wertschätzung für die Bewirtschaftung von artenreichem Grünland. *Natur und Landschaft* 92: 259-267.
- Oppermann, R. & Pfister, S. 2016. Qualitätsmerkmal Blumenwiesen-Alb. Artenvielfalt als Marktchance für die Landwirtschaft am Fuß und auf der Schwäbischen Alb. URL: <http://www.blumenwiesen-alb.de/wp/wp-content/uploads/2016/09/Qualita%CC%88tsmerkmal-Blumenwiesen-Alb-final-M%C3%A4rz2016-11.pdf> (Aug 23, 2017).
- Pollard, E. 1977. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. *Biol. Conserv.* 12: 115-134.

- Pollard, E. & Yates, T.J. 1993. *Monitoring butterflies for ecology and conservation*. Chapman and Hall, London.
- Richardson, A.E., Barea, J.-M., McNeill, A.M. & Prigent-Combaret, C. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant Soil* 321: 305-339.
- Schellberg, S. 2005. Meadow irrigation in the federal state Baden-Württemberg. Portrayal of a nearly forgotten land use system. In: Ohlig, C. (ed.) *Integrated land and water resources management in history. ICID 21st European regional conference 2005 Integrated land and water resources management, 15 - 19 May 2005, Frankfurt (Oder), Germany and Słubice (Poland) ; proceedings of the special session on history, May 16th, 2005*, pp. 123-131. Books on Demand; DWhG, Norderstedt, Siegburg.
- Schirmel, J., Gerlach, R. & Buhk, C. 2017. Disentangling the role of management, vegetation structure and plant quality for Orthoptera in lowland meadows. *Insect Science*: in press.
- Settele, J. (ed.) 2000, *Die Tagfalter Deutschlands. 48 Tabellen*. Ulmer, Stuttgart.
- Thomet, P. & Durgiai, B. 2008. Effizienzparameter der Milchproduktion auf Stufe Betrieb. In: Thomet, P., Menzi, H. & Isselstein, J. (eds.) *Effiziente Nutzung von Grünland als Ressource für die Milch- und Fleischproduktion*, pp. 29-42. Agridea, Zollikofen.
- Wiese, V. 2016. *Die Landschnecken Deutschlands. Finden - erkennen - bestimmen*. 2nd ed. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim.
- Winter, S., Penker, M. & Briechbaum, M. 2011. Die Herbstzeitlose-eine Problempflanze für Landwirtschaft und Naturschutz. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie* 20: 221-230.
- Zechmeister, H.G., Schmitzberger, I., Steurer, B., Peterseil, J. & Wrבka, T. 2003. The influence of land-use practices and economics on plant species richness in meadows. *Biological Conservation* 114: 165-177.